



HARVARD UNIVERSITY.



LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOOLOGY.

3029

GIFT OF

ALEX. AGASSIZ.

February 2 - April 15, 1898.

FEB 2 1890

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT VINGT-SIXIÈME.

JANVIER — JUIN 1898.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

Quai des Grands-Augustins, 55.

Sm
1898

FEB 2 1898

1898

3029

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

=====
TOME CXXVI.
=====

N° 1 (3 Janvier 1898).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Quai des Grands-Augustins, 55.

—
Sm 1898

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1^{er}. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5^h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1^{er} JANVIER 1898.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION I^{re}. — *Géométrie.*

Messieurs :

HERMITE (Charles) (G. O. *).
JORDAN (Marie-Ennemond-Camille) (O. *).
DARBOUX (Jean-Gaston) (O. *).
POINCARÉ (Jules-Henri) (O. *).
PICARD (Charles-Émile) *.
APPELL (Paul-Émile) (O. *).

SECTION II. — *Mécanique.*

LÉVY (Maurice) (O. *).
BOUSSINESQ (Valentin-Joseph) *.
DEPREZ (Marcel) (O. *).
SARRAU (Jacques-Rose-Ferdinand-Émile) (C. *).
LÉAUTÉ (Henry) (O. *).
SEBERT (Hippolyte) (C. *).

SECTION III. — *Astronomie.*

FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (G. C. *).
JANSSEN (Pierre-Jules-César) (C. *).
LÉWY (Maurice) (C. *).
WOLF (Charles-Joseph-Étienne) (O. *).
CALLANDREAU (Pierre-Jean-Octave) *.
RADAU (Jean-Charles-Rodolphe).

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

BOUQUET DE LA GRYE (Jean-Jacques-Anatole) (C. *).
GRANDIDIER (Alfred) (O. *).
BUSSY (Marie-Anne-Louis DE) (G. O. *).
BASSOT (Jean-Léon-Antonin) (O. *).
GUYOU (Émile) (O. *).
HATT (Philippe-Eugène) (O. *).

SECTION V. — Physique générale.

Messieurs :

- CORNU (Marie-Alfred) (O. *).
 MASCART (Éleuthère-Élie-Nicolas) (C. *).
 LIPPMANN (Gabriel) (O. *).
 • BECQUEREL (Antoine-Henri) *.
 POTIER (Alfred) (O. *).
 VIOLLE (Lucien-Jules-Gabriel) (O. *).

SCIENCES PHYSIQUES.**SECTION VI. — Chimie.**

- FRIEDEL (Charles) (O. *).
 TROOST (Louis-Joseph) (O. *).
 GAUTIER (Émile-Justin-Armand) (O. *).
 MOISSAN (Henri) (O. *).
 GRIMAUX (Louis-Édouard) (O. *).
 DITTE (Alfred) *.

SECTION VII. — Minéralogie.

- FOUQUÉ (Ferdinand-André) (O. *).
 GAUDRY (Jean-Albert) (O. *).
 HAUTEFEUILLE (Paul-Gabriel) *.
 BERTRAND (Marcel) *.
 LÉVY (Michel) (O. *).
 LAPPARENT (Albert-Auguste DE) *.

SECTION VIII. — Botanique.

- NAUDIN (Charles-Victor) *.
 CHATIN (Gaspard-Adolphe) (O. *).
 VAN TIEGHEM (Philippe-Édouard-Léon) (O. *).
 BORNET (Jean-Baptiste-Édouard) *.
 GUIGNARD (Jean-Louis-Léon) *.
 BONNIER (Gaston-Eugène-Marie) *.

SECTION IX. — Économie rurale.

Messieurs :

SCHLÆSING (Jean-Jacques-Théophile) (C. *).

CHAUVEAU (Jean-Baptiste-Auguste) (C. *).

DEHÉRAIN (Pierre-Paul) (O. *).

DUCLAUX (Pierre-Émile) (C. *).

GIRARD (Aimé) (O. *).

MUNTZ (Charles-Camille) (O. *).

SECTION X. — Anatomie et Zoologie.

BLANCHARD (Charles-Émile) (O. *).

LACAZE-DUTHIERS (Félix-Joseph-Henri DE) (C. *).

EDWARDS (Alphonse MILNE-) (O. *).

RANVIER (Louis-Antoine) *.

PERRIER (Jean-Octave-Edmond) (O. *).

FILHOL (Antonin-Pierre-Henri) *.

SECTION XI. — Médecine et Chirurgie.

MAREY (Étienne-Jules) (C. *).

BOUCHARD (Charles-Jacques) (C. *).

GUYON (Jean-Casimir-Félix) (O. *).

POTAIN (Pierre-Carl-Édouard) (C. *).

ARSONVAL (Arsène²D³)₃ (O. *).

LANNELONGUE (Odilon-Marc) (O. *).

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

BERTRAND (Joseph-Louis-François) (G. O. *), pour les Sciences mathématiques.

BERTHELOT (Marcelin-Pierre-Eugène) (G. C. *), pour les Sciences physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

- DAMOUR (Augustin-Alexis) (O. *).
 FREYCINET (Charles-Louis DE SAULSES DE) (O. *).
 HATON DE LA GOUPILLIÈRE (Julien-Napoléon) (C. *).
 JONQUIÈRES (Vice-Amiral Jean-Philippe-Ernest DE FAUQUE DE)
 (G. O. *).
 CAILLETET (Louis-Paul) (O. *).
 BISCHOFFSHEIM (Raphaël-Louis) *.
 BROUARDEL (Paul-Camille-Hippolyte) (C. *).
 LAUSSEDAT (Aimé) (C. *).
 CARNOT (Marie-Adolphe) (O. *).
 ROUCHÉ (Eugène) (O. *).

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

- KELVIN (Sir William Thomson, lord) à Glasgow (G. O. *).
 BUNSEN (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. *), à Heidelberg.
 LISTER (Sir John), à Londres.
 NORDENSKIÖLD (Nils-Adolf-Érik, baron) (C. *).
 FRANKLAND (Edward), à Londres.
 NEWCOMB (Simon) (O. *), à Washington.
 VIRCHOW (Rudolph-Ludvig-Car) (C. *).
 N.

CORRESPONDANTS.

NOTA. — Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.**SECTION I^{re}. — Géométrie (6).**

- SALMON (George), à Dublin.
 SOPHUS LIE *, à Leipzig.
 FUCHS (Immanuel-Lazarus), à Berlin.
 SCHWARTZ (Hermann-Amandus), à Grünewald, près Berlin.
 KLEIN (Félix), à Göttingue.
 N.

SECTION II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

BELTRAMI (Eugène), à Rome.
 SIRE (Georges-Étienne) *, à Besançon.
 CONSIDÈRE (Armand-Gabriel) *, à Quimper.
 AMSLER (Jacob), à Schaffhouse.
 VALLIER (Frédéric-Marie-Emmanuel),*, à Lorient.
 RIGGENBACH (Nicolas), *, à Olten (Suisse).

SECTION III. — *Astronomie* (16).

STRUVE (Otto-Wilhelm) (C. *), à Poulkova.
 LOCKYER (Joseph-Norman), à Londres.
 HUGGINS (William), à Londres.
 STEPHAN (Jean-Marie-Édouard), (O. *), à Marseille.
 HALL (Asaph) *, à Washington.
 LANGLEY (Samuel), à Washington.
 AUWERS (Arthur), à Berlin.
 RAYET (Georges-Antoine-Pons) (O. *), à Bordeaux.
 PERROTIN (Henri-Joseph-Anastase) *, à Nice.
 BACKLUND (Oscar), à Poulkova.
 GILL (David), au Cap de Bonne-Espérance.
 VAN DE SANDE BAKHUYZEN (O. *), à Leyde.
 CHRISTIE (William-Henry), à Greenwich (Angleterre).
 SOUILLART (Cyrille-Joseph), à Lille.
 N.

SECTION IV. — *Géographie et Navigation* (8).

RICHARDS (le Vice-Amiral George-Henry), à Londres.
 DAVID (Abbé Armand) *, missionnaire en Chine.
 TEFFÉ (le baron DE), à Rio-de-Janciro.
 SERPA PINTO (Alexandre-Albert DA ROCHA DE), *, à Lisbonne.
 GRIMALDI (Albert-Honoré-Charles) (G. C. *), prince souverain de
 Monaco, à Monaco.
 TILLO (Alexis DE) (C. *), à Saint-Petersbourg.
 NANSEN (Fridt-Jof), à Bergen (Norvège).
 N.

SECTION V. — Physique générale (9).

Messieurs :

- STOKES (George-Gabriel), à Cambridge.
 CROVA (André-Prosper-Paul) *, à Montpellier.
 RAYLEIGH (John-William, Baron) (O. *), à Essex.
 AMAGAT (Émile-Hilaire) *, à Bourg.
 RAOULT (François-Marie) (O. *), à Grenoble.
 ROWLAND (Henry-Augustin) (O. *), à Baltimore.
 WIEDEMANN (Gustave-Henri) (O. *), à Leipzig.
 BICHAT (Ernest-Adolphe) *, à Nancy.
 BLONDLOT (René-Prosper) *, à Nancy.

SCIENCES PHYSIQUES.**SECTION VI. — Chimie (9).**

- WILLIAMSON (Alexander-Williams), à Londres.
 LECOQ DE BOISBAUDRAN (Paul-Émile dit François) *, à Cognac.
 REBOUL (Pierre-Edmond) (O. *), à Marseille.
 BAEYER (Adolf DE), à Munich.
 HALLER (Albin) *, à Nancy.
 ROSCOË (Sir Henry-Enfield) (O. *), à Londres.
 CANNIZZARO (Stanislas) (O. *), à Rome.
 RAMSAY (William) (O. *), à Londres.
 N.

SECTION VII. — Minéralogie (8).

- HALL (James) *, à²Albany.
 GOSSELET (Jules-Auguste-Alexandre) *, à Lille.
 SUESS (Édouard), à Vienne.
 POMEL (Nicolas-Auguste) *, à Alger.
 GEIKIE (Archibald), à Londres.
 RICHTHOFEN (Ferdinand-Freihew VON), à Berlin.
 MATHERON (Pierre-Philippe-Émile), à Marseille.
 N.

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

- HOOKER (Sir Jos. Dalton), à Kew, près Londres.
 CLOS (Dominique) *, à Toulouse.
 SIRODOT (Simon) (O. *), à Rennes.
 GRAND'EURY (François-Cyrille) *, à Saint-Étienne.
 AGARDH (Jacob-Georg), à Lund.
 MILLARDET (Alexis) *, à Bordeaux.
 MASTERS (Maxwel-Tylden), à Londres.
 TREUB (Melchior) *, à Buitenzorg, près Batavia (Java).
 COHN (Ferdinand), à Breslau.
 N.

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

- MARÈS (Henri-Pierre-Louis) *, à Montpellier.
 LAWES (Sir John-Bennet), à Rothamsted, Saint-Albans station
 (Herfortshire).
 DEMONTZEY (Gabriel-Louis-Prosper) (O. *), à Aix.
 GILBERT (Joseph-Henry), à Rothamsted, Saint-Albans station
 (Herfortshire).
 LECHARTIER (Georges-Vital), à Rennes.
 HOUZEAU (Auguste) (O. *), à Rouen.
 ARLOING (Saturnin) (O. *), à Lyon.
 PAGNOUL (Aimé), à Arras.
 GAYON (Édouard-Ulysse), à Bordeaux.
 N.

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

- AGASSIZ (Alexandre) (O. *), à Cambridge (États-Unis).
 FABRE (Jean-Henri) *, à Sérignan (Vaucluse).
 MARION (Antoine-Fortuné) *, à Marseille.
 KOWALEWSKI (Alexandre), à Saint-Pétersbourg.
 FLOWER (Sir William-Henry), à Londres.
 SABATIER (Armand) *, à Montpellier.
 RETZIUS (Gustave), à Stockholm.
 BERGH (Ludwig-Rudolph-Sophus), à Copenhague.
 N.
 N.

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

OLLIER (Louis-Xavier-Édouard-Léopold) (C. *), à Lyon.

PAGET (Sir James), à Londres.

LÉPINE (Jacques-Raphaël) (O. *), à Lyon.

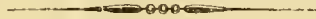
HERRGOTT (François-Joseph) (O. *), à Nancy.

LAVERAN (Louis-Charles-Alphonse) *, à Nantes.

ENGELMANN (Théodor-Willhem), à Utrecht.

N.

N.



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 JANVIER 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président, qui doit être choisi, cette année, parmi les Membres de l'une des Sections des Sciences physiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

| | |
|--------------------------------|---------------|
| M. Van Tieghem obtient.. . . . | 41 suffrages, |
| M. Friedel. | 12 » |
| M. A. Milne-Edwards. | 2 » |

Il y a un bulletin blanc.

M. VAN TIEGHEM, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé Vice-Président pour l'année 1898.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux de ses Membres, qui devront faire partie de la Commission centrale administrative pendant l'année 1898.

MM. **DARBOUX** et **BORNET** réunissent la majorité des suffrages.

M. **AD. CHATIN**, Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie, et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1897.

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1^{er} janvier 1898.

Volumes publiés.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Le Tome CXXII (1^{er} semestre 1896) et le Tome CXXIII (2^e semestre 1896) ont paru avec leurs Tables et leur régularité habituelle.

Mémoire présenté. — Un Mémoire de M. Jäderin, intitulé : « Méthode pour la mensuration des bases géodésiques au moyen des fils métalliques » (*Savants étrangers*, t. XXXII, n^o 7).

*Changements survenus parmi les Membres
depuis le 1^{er} janvier 1897.*

Membres décédés.

Section de Géographie et Navigation : M. **D'ABBADIE**, décédé le 19 mars.

Section de Chimie : M. **SCHÜTZENBERGER**, décédé le 26 juin.

Section de Minéralogie : M. **DES CLOIZEAUX**, décédé le 6 mai.

Associé étranger décédé.

M. **WEIERSTRASS**, décédé le 28 février.

Membres élus.

Section de Mécanique : M. **SEBERT**, le 8 février, en remplacement de M. Resal, décédé.

Section d'Astronomie : M. **RADAU**, le 5 avril, en remplacement de M. Tisserand, décédé.

Section de Géographie et Navigation : M. **HATT**, le 21 juin, en remplacement de M. d'Abbadie, décédé.

Section de Physique générale : M. **VIOLLE**, le 22 février, en remplacement de M. Fizeau, décédé.

Section de Chimie : M. **DITTE**, le 29 novembre, en remplacement de M. Schützenberger, décédé.

Section de Minéralogie : M. **DE LAPPARENT**, le 28 juin, en remplacement de M. des Cloizeaux, décédé.

Associés étrangers.

M. **VIRCHOW**, le 5 juillet, en remplacement de M. Tchebichef, décédé.

*Changements survenus parmi les Correspondants
depuis le 1^{er} janvier 1897.*

Correspondants décédés.

Section de Géométrie : M. **SYLVESTER**, à Oxford, décédé le 15 mars ;
M. **BBIOSCHI**, à Milan, décédé le 13 décembre.

Section d'Astronomie : M. **SCHIAPARELLI**, à Turin, décédé le 19 février.

Section de Géographie et Navigation : M. **MANEN**, à Fleury (S.-et-O.),
décédé en mai.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **STEENSTRUP**, à Copenhague, décédé
le 20 juin.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **THOLOZAN**, à Téhéran, décédé le
31 juillet.

Correspondants élus.

Section de Géométrie : M. **KLEIN** (Félix), à Gœttingue, le 17 mai, en remplacement de M. Sylvester, décédé.

Section d'Astronomie : M. **SOULLART**, à Lille, le 10 mai, en remplacement de M. Gylden, décédé.

Section d'Économie rurale : M. **GAYON**, à Bordeaux, le 12 juillet, en remplacement de M. Hellriegel, décédé.

Correspondants à remplacer.

Section de Géométrie : M. **BRIOSCHI**, à Milan, décédé.

Section d'Astronomie : M. **SCHIAPARELLI**, à Turin, décédé; M. **GOULD**, à Cambridge, décédé.

Section de Géographie et Navigation : M. **MANEN**, à Fleury (S.-et-O.), décédé.

Section de Chimie : M. **RÉKULÉ**, à Bonn, décédé.

Section de Minéralogie : M. **PRESTWICH**, à Shoreham, Kent, décédé.

Section de Botanique : M. le baron **DE MUELLER**, à Melbourne, décédé.

Section d'Économie rurale : M. le marquis **DE MENABREA**, à Rome, décédé.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **LOVÉN**, à Stockholm, décédé; M. **STEENSTRUP**, à Copenhague, décédé.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **VIRCHOW**, à Berlin, élu Associé étranger; M. **TUOLOZAN**, à Téhéran, décédé.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Méthode générale pour la détermination des étoiles fondamentales et de la latitude.* Note de M. **LÆWY**.

« Le mode de détermination exposé dans les *Comptes rendus* du 27 décembre 1897 peut être rendu encore plus pratique et plus précis. Choisissons, en effet, un groupe d'étoiles de déclinaisons peu différentes et placés symétriquement autour du pôle, 6 par exemple; leur distance en ascension droite sera ainsi de 4^h environ. Admettons maintenant que le couple (1.2) se trouve, à l'époque initiale, dans la situation nécessaire pour fournir, à l'aide des mesures effectuées symétriquement par rapport au cercle horaire

de 6^h, les valeurs de λ et de $(p_2 - p_1)$; un autre couple, le couple (4.5), se trouvera nécessairement dans une même situation favorable relativement au cercle horaire de 18^h et servira à déterminer λ et $(p_5 - p_4)$. Dans le courant d'une année, naturellement chacun des couples (1.2), (2.3), (3.4), (4.5), (5.6), (6.1) se présentera successivement dans les mêmes conditions indiquées devant le cercle horaire de 6^h et les couples (4.5), (5.6), (6.1), (1.2), (2.3), (3.4) devant le cercle horaire de 18^h.

» Par conséquent, une quelconque des différences entre deux étoiles voisines $(p_2 - p_1)$, $(p_3 - p_2)$, ..., résultera de deux séries distinctes de mesures, et toute autre différence $(p_m - p_n)$ entre deux astres quelconques du groupe pourra être conclue avec une grande exactitude, indirectement par quatre rattachements divers. Disposant ainsi de ces constantes $(p_m - p_n)$, on pourra choisir, pour l'évaluation de λ , deux astres séparés d'un grand intervalle en R , circonstance qui augmente notablement l'exactitude de λ , et l'on aura en outre l'avantage de faire les deux séries de mesures presque simultanément. Il est évident que ces six astres peuvent également servir à la détermination de n ; on obtiendra cette inconnue en effectuant, d'une manière analogue, des observations symétriquement par rapport au méridien de 0^h et à celui de 12^h.

» Voici les positions de deux groupes d'astres, tirés du Tableau final, qui pourront être consacrés à cette recherche :

| <i>Groupe I.</i> | | | | <i>Groupe II.</i> | | | |
|------------------|-----|-----------------------------|------------------------|-------------------|-----|-----------------------------|-------------------------|
| Étoiles. | Gr. | Ascension | Distance | Étoiles. | Gr. | Ascension | Distance |
| | | droite | polaire | | | droite | polaire |
| | | 1899,0. | 1899,0. | | | 1899,0. | 1899,0. |
| 2 | 7,9 | 0.15.55,85 ^{h m s} | 1.6.52,1 ^{''} | 10 | 9,9 | 2.48.52,14 ^{h m s} | 0.33.49,8 ^{''} |
| 19 | 9,8 | 4.42.48,36 | 1.5.15,3 | 25 | 9,2 | 6.36.25,03 | 0.31.49,3 |
| 37 | 9,3 | 8.18.5,96 | 1.5.22,4 | 42 | 9,9 | 10.15.16,70 | 0.32.41,4 |
| 55 | 8,8 | 12.51.46,03 | 1.5.32,8 | 60 | 9,4 | 13.52.44,11 | 0.30.49,1 |
| 63 | 9,4 | 15.5.0,60 | 1.6.23,4 | 79 | 9,3 | 18.42.57,40 | 0.39.40,0 |
| 84 | 9,9 | 19.50.21,85 | 1.6.2,0 | 96 | 8,6 | 23.11.19,68 | 0.44.48,6 |

» Dans le groupe I, les distances polaires sont très concordantes mais trop notables pour que les étoiles puissent être vues dans l'étendue du champ au moment de leur passage aux cercles horaires de 6^h et de 18^h. Dans ce cas, afin d'évaluer les différences $(p_{m+1} - p_m)$, on aura recours au méridien ou à un cercle horaire voisin. Dans le groupe II, les différences $(p_m - p_n)$ sont quelquefois notables et, afin de pouvoir les utiliser sans inconvénient, il est nécessaire que les coordonnées approchées de p_1 ,

p_2, \dots dont on a besoin, ne soient pas entachées de trop fortes erreurs.

» Nous allons exposer maintenant la solution la plus générale de ces divers problèmes, qui nous semble être avantagieuse à tous égards. La méthode qui y conduit permet de déterminer à la fois, dans une même soirée, les deux inconnues λ et n . Afin d'acquérir, ce qui est nécessaire, un égal degré d'exactitude dans les coordonnées, il faut, comme cela ressort facilement des expressions (10) et (11), satisfaire dans la pratique aux conditions contenues dans l'une ou l'autre des égalités ci-après : $\tau_3 + \tau_1 + i = 90^\circ$, $\tau_3 - \tau_1 = 90^\circ$; on aura, par suite, respectivement

$$(a) \quad \delta\lambda = \delta n = \varepsilon \sqrt{\frac{1}{2 \sin^2 \frac{i}{2} \sin(\tau_3 - \tau_1)}},$$

$$(b) \quad \delta\lambda = \delta n = \varepsilon \sqrt{\frac{1}{2 \sin^2 \frac{i}{2}}}.$$

» L'interprétation de ces deux formules est la même; afin d'obtenir une égale précision pour λ et n , les deux positions successivement occupées par l'une des polaires doivent avoir, par rapport au méridien, la même symétrie que celles de la seconde, relativement aux cercles horaires de 6^h et de 18^h. Cette précision dépend des deux variables $(\tau_3 - \tau_1)$ et i ; elle sera maximum en ce qui concerne $(\tau_3 - \tau_1)$ si l'on choisit deux astres dont les ascensions droites diffèrent de six heures ou, d'une manière plus générale, si l'on effectue les observations à deux époques où $\tau_3 - \tau_1 = 6^h$, cas auquel correspond la formule (b) pour le calcul de $\delta\lambda$ et δn .

» En adoptant, pour la seconde variable i , l'intervalle de six heures, on arrive à la méthode générale qui détermine λ et n avec une très grande précision. La formule (b), en effet, assigne à $\delta\lambda$ et δn la faible valeur de $\frac{\varepsilon}{\sqrt{2}}$.

» Il convient de répéter qu'il est désirable d'observer un nombre égal de couples relativement aux cercles horaires de 0^h, 12^h et de 6^h, 18^h, afin d'amoindrir à la fois l'influence de l'inclinaison I et l'erreur accidentelle du résultat cherché. Pour atteindre ce but, on est amené à choisir quatre étoiles placées symétriquement autour du pôle; l'erreur probable de la moyenne sur deux déterminations ainsi obtenues sera $\delta\lambda = \delta n = \frac{\varepsilon}{2}$. Mais on peut, sans s'exposer à une fatigue excessive, exécuter dans une soirée seize observations en P et en Δ .

» En effectuant par conséquent, pour un seul groupe, l'ensemble de

ces opérations, une seconde fois, ou pour deux groupes différents de quatre polaires, on aura $\delta\lambda = \delta n = \frac{\varepsilon}{2\sqrt{2}}$. La précision de λ et de n devient alors équivalente à celle résultant de quatre circompolaires observées à leurs passages supérieur et inférieur.

» Ce procédé repose donc sur l'observation d'un ou de deux groupes de quatre étoiles distantes les unes des autres d'environ six heures d' \mathcal{R} , et que l'on mesure à deux époques séparées d'un intervalle de six heures.

» Cet intervalle, exigé entre les deux séries conjuguées, n'est nullement gênant dans la pratique. En effet, aucune obligation n'existe ici pour l'époque des premières observations. Toutes les heures sont également propices. On commencera à exécuter les premières opérations au début de la soirée et, tout en déterminant à la fois les coordonnées équatoriales absolues, la latitude et sa variation, il ne sera pas nécessaire de consacrer au travail les heures avancées de la nuit.

» On pourra se rendre compte maintenant de la valeur du nouveau procédé. Avec l'ancienne manière de faire, on se trouve, le plus souvent, dans l'impossibilité absolue de déterminer ces divers éléments dans une même journée. On est obligé d'observer l'astre aux époques de ses passages supérieur et inférieur au méridien, condition qui fait naître des difficultés quelquefois insurmontables. En effet, à certaines périodes de l'année, l'un des passages, même pour la plus brillante des polaires, α Petite Ourse, devient inobservable en raison de l'éclat du jour.

» Mais la nouvelle méthode est encore susceptible de recevoir une simplification considérable qui abrège de moitié le travail et réduit sa durée à deux heures environ. Pour atteindre ce but, on emploiera le procédé que nous avons indiqué plus haut, en utilisant les différences $p_m - p_n$. Après un certain nombre d'expériences complètes, on aura bientôt déterminé avec précision ces petites quantités angulaires, et il ne sera pas nécessaire d'effectuer la seconde série d'opérations.

» Les quatre circompolaires, choisies conformément aux règles précédentes, constituent donc des étoiles-guides toujours utilisables dans les belles soirées, et forment de véritables repères dans l'espace, permettant de vérifier, avec la plus grande exactitude, non seulement la position du méridien et du pôle instrumental, mais aussi celle de l'axe du monde. A l'aide de la nouvelle méthode, on possède désormais la faculté de rechercher directement, avec la plus haute précision, dans toutes les nuits de l'année : les coordonnées absolues des astres, la latitude et sa variation.

Dans le Tableau suivant, on indique plusieurs groupes de circumpolaires très appropriés à ce genre d'études.

| <i>Groupe I.</i> | | | | <i>Groupe II.</i> | | | |
|--------------------|------|---|-----------------------------|-------------------|------|---------------------------------------|-----------------------------|
| Étoile. | Gr. | Ascension droite 1899,0. | Distance polaire 1899,0. | Étoile. | Gr. | Ascension droite 1899,0. | Distance polaire 1899,0. |
| 2 | 7,9 | ^h 0.15. ^m 55. ^s 85 | 1.6.52.1 | 16 | 9,1 | ^h 4. 7. 3. ^s 10 | 0.47. 8.5 |
| 24 | 9,9 | 6.22. 2,43 | 1.7.18,9 | 47 | 9,2 | 10.59.53,87 | 0.41.53,1 |
| 55 | 8,8 | 12.51.46,03 | 1.5.32,8 | 65 | 8,6 | 16.11. 0,28 | 0.46.19,9 |
| 72 | 10,1 | 18. 3.47,78 | 1.6.24,6 | 96 | 8,6 | 23.11.19,68 | 0.44.48,6 |
| <i>Groupe III.</i> | | | | <i>Groupe IV.</i> | | | |
| 15 | 9,9 | 3.10.22,25 | 1.7.14,9 | 1 | 10,1 | 0. 8. 8,57 | 0.53.40,5 |
| 37 | 9,3 | 8.18. 5,96 | 1.5.22,4 | 28 | 9,4 | 6.47.40,43 | 0.55. 0,7 |
| 63 | 9,4 | 15. 5. 0,60 | 1.6.23,4 | 52 | 9,8 | 12. 2.11,92 | 0.48.27,5 |
| 91 | 10,2 | 21.37.34,42 | 1.5.50,2 | 70 | 9,5 | 17.37.35,94 | 0.49.51,6 |

» Il nous reste à indiquer le degré de précision que l'on peut obtenir par les éléments ($p_2 - p_1$) qui jouent un rôle si important dans l'étude qui vient d'être exposée. Ces grandeurs peuvent être déduites aussi par d'autres procédés que celui que nous avons considéré et qui consiste dans la comparaison des coordonnées rectilignes aux époques successives où l'angle horaire des deux astres devient identique. Ayant, par l'une quelconque des méthodes exposées, déterminé λ et n , on peut en conclure $p_2 - p_1$. La relation suivante indique l'erreur probable qui en résulte pour cette dernière quantité.

$$(15) \quad \delta(p_2 - p_1) = \varepsilon \sqrt{\frac{1 - \cos(\tau_3 - \tau_1) \cos i}{2 \sin^2 \frac{i}{2} \cos^2 \left(\frac{\tau_3 - \tau_1}{2} \right)}} = \varepsilon \sqrt{1 + \frac{\operatorname{tang}^2 \left(\frac{\tau_3 - \tau_1}{2} \right)}{\operatorname{tang}^2 \frac{i}{2}}}$$

» Ces dernières relations (15) sont aussi générales que les équations (10) et (11) (1) qui s'appliquent à tous les cas de la pratique. A l'aide de ces trois systèmes de formules (10), (11) et (15), on peut donc évaluer le degré d'exactitude de λ , n et ($p_2 - p_1$), quel que soit le mode d'opération choisi pour le déterminer. Toutes les conditions du travail s'y trouvent caractérisées : τ_3 et τ_1 désignent les angles horaires à la première époque $\tau_3 + i$ et $\tau_1 + i$ sont relatifs à la seconde époque des observations.

(1) *Comptes rendus* du 20 décembre 1897.

Coordonnées équatoriales de 72 étoiles très voisines du pôle.

| Étoile. | Gr. | Ascension | Précession | Variation | Distance | Précession | Variation |
|-------------------|------|---|------------|-----------|-----------|------------|-----------|
| | | droite 1899,0. | | | | | |
| 1 | 10,1 | ^h 0. ^m 8. ^s 8,57 | + 6,112 | + 5,692 | 0.53.40,5 | -20,03 | + 0,04 |
| 2 | 7,9 | 0.15.55,85 | + 7,843 | + 6,286 | 1. 6.52,1 | -20,00 | + 0,09 |
| 3 | 9,7 | 0.32.50,72 | + 74,658 | + 527,538 | 0. 9. 9,9 | -19,84 | + 1,56 |
| 6 ⁽¹⁾ | 2,0 | 1.22. 6,72 | + 24,876 | + 19,761 | 1.13.51,8 | -18,77 | + 1,28 |
| 7 | 9,5 | 1.44.24,44 | + 46,727 | + 58,549 | 0.46.17,6 | -18,00 | + 3,00 |
| 8 | 7,4 | 2.13.36,25 | + 35,409 | + 24,147 | 1.18.11,3 | -16,73 | + 2,85 |
| 9 | 9,4 | 2.30.36,73 | + 54,817 | + 51,948 | 0.54.13,6 | -15,87 | + 4,89 |
| 10 | 9,9 | 2.48.52,14 | + 94,310 | + 135,644 | 0.33.49,8 | -14,84 | + 9,24 |
| 11 | 9,9 | 2.58.41,27 | + 134,952 | + 258,796 | 0.24.29,3 | -14,25 | + 13,84 |
| 14 | 9,6 | 2.58.45,42 | + 70,401 | + 68,146 | 0.47.58,7 | -14,25 | + 7,22 |
| 15 | 9,9 | 3.10.22,25 | + 53,503 | + 34,795 | 1. 7.14,9 | -13,52 | + 5,76 |
| 13 | 8,2 | 3.15.46,25 | + 185,092 | + 423,193 | 0.19. 1,8 | -13,17 | + 20,35 |
| 16 | 9,1 | 4. 7. 3,10 | + 88,915 | + 58,551 | 0.47. 8,5 | - 9,48 | + 11,42 |
| 17 | 9,3 | 4. 8.33,67 | + 52,419 | + 19,284 | 1.22.17,0 | - 9,37 | + 6,76 |
| 18 | 8,7 | 4.26.28,89 | + 74,927 | + 33,130 | 0.58.40,5 | - 7,95 | + 10,03 |
| 19 | 9,8 | 4.42.48,36 | + 69,504 | + 22,969 | 1. 5.15,3 | - 6,62 | + 9,56 |
| 20 | 8,9 | 4.50.43,36 | + 85,189 | + 31,122 | 0.53.24,0 | - 5,97 | + 11,86 |
| 22 | 8,2 | 5.45.58,01 | + 63,305 | + 3,294 | 1.16. 6,6 | - 1,23 | + 9,21 |
| 24 | 9,9 | 6.22. 2,43 | + 70,989 | - 6,645 | 1. 7.18,9 | + 1,92 | + 10,30 |
| 25 | 9,2 | 6.36.25,03 | + 145,606 | - 47,919 | 0.31.49,3 | + 3,17 | + 20,95 |
| 27 | 9,5 | 6.40.47,92 | + 67,835 | - 11,262 | 1. 9.48,0 | + 3,55 | + 9,73 |
| 28 | 9,4 | 6.47.40,43 | + 84,769 | - 20,907 | 0.55. 0,7 | + 4,14 | + 12,09 |
| 29 | 9,6 | 6.57.41,05 | + 79,498 | - 22,315 | 0.58.12,4 | + 4,99 | + 11,22 |
| 30 | 9,6 | 7.22.32,49 | + 60,964 | - 18,866 | 1.14.14,8 | + 7,06 | + 8,31 |
| 31 | 9,9 | 7.50.50,23 | + 53,778 | - 20,255 | 1.20.11,4 | + 9,32 | + 6,94 |
| 32 ⁽²⁾ | 6,5 | 7.56.50,98 | + 65,859 | - 33,048 | 1. 3.51,1 | + 9,78 | + 8,29 |
| 33 | 9,6 | 8. 5.19,88 | + 63,133 | - 32,781 | 1. 5.19,3 | + 10,42 | + 7,86 |
| 35 | 9,4 | 8. 6.47,90 | + 52,622 | - 22,757 | 1.18.51,8 | + 10,53 | + 6,52 |
| 37 | 9,3 | 8.18. 5,96 | + 60,958 | - 34,437 | 1. 5.22,4 | + 11,36 | + 7,32 |
| 36 | 9,3 | 8.28.16,91 | + 136,054 | - 196,610 | 0.27.33,7 | + 12,08 | + 15,82 |
| 38 | 9,9 | 8.28. 8,86 | + 48,419 | - 23,349 | 1.20.50,9 | + 12,07 | + 5,63 |
| 39 | 9,8 | 9. 4.41,70 | + 41,389 | - 23,153 | 1.23. 0,1 | + 14,46 | + 4,17 |
| 40 | 9,8 | 9.20.30,02 | + 42,245 | - 27,805 | 1.15.10,1 | + 15,38 | + 3,94 |
| 41 | 9,9 | 9.52.42,51 | + 30,506 | - 18,637 | 1.28.16,3 | + 17,03 | + 2,34 |
| 43 | 9,8 | 10. 9.39,32 | + 27,851 | - 18,161 | 1.25.49,8 | + 17,77 | + 1,87 |
| 42 | 9,9 | 10.15.16,70 | + 65,068 | - 116,546 | 0.32.41,4 | + 17,99 | + 4,18 |
| 47 | 9,2 | 10.59.53,87 | + 31,503 | - 46,175 | 0.41.53,1 | + 19,36 | + 1,18 |
| 49 | 9,8 | 11.28.53,67 | + 18,122 | - 26,589 | 0.41.17,9 | + 19,86 | + 0,35 |

(1) Mouvement propre en $R = + 0^s,065$.(2) Mouvement propre en $R = - 0^s,348$; en $DP = - 0'',01$.

| Étoile. | Gr. | Ascension | Précession | Variation | Distance | Précession | Variation |
|-------------------|------|---|------------|------------|-------------------------|------------|------------|
| | | droite | | | polaire | | |
| | | 1899,0. | annuelle. | séculaire. | 1899,0. | annuelle. | séculaire. |
| 50 | 9,8 | 11.34 ^m .39 ^s .56 | + 19,635 | - 39,279 | 0.30.36 ^o .1 | +19,92 | + 0,31 |
| 52 | 9,8 | 12. 2.11,92 | + 2,163 | - 0,862 | 0.48.27,5 | +20,04 | - 0,01 |
| 53 | 8,9 | 12.42.26,48 | - 15,287 | + 23,987 | 0.46. 4,2 | +19,70 | + 0,40 |
| 55 | 8,8 | 12.51.46,03 | - 16,686 | + 16,091 | 1. 5.32,8 | +19,53 | + 0,54 |
| 57 | 9,6 | 12.54.27,49 | - 57,268 | + 213,103 | 0.17.55,2 | +19,48 | + 1,96 |
| 56 | 9,9 | 12.57,28,05 | - 24,424 | + 40,543 | 0.41.27,2 | +19,42 | + 0,88 |
| 60 | 9,4 | 13.52.44,11 | - 67,326 | + 131,612 | 0.30.49,1 | +17,67 | + 4,63 |
| 61 | 9,8 | 14.18.17,47 | - 56,985 | + 74,198 | 0.43.24,1 | +16,50 | + 4,71 |
| 63 | 9,4 | 15. 5. 0,60 | - 46,906 | + 33,728 | 1. 6.23,4 | +13,86 | + 4,93 |
| 64 | 9,6 | 15.16.56,20 | -159,202 | + 327,143 | 0.21.26,4 | +13,09 | +17,57 |
| 74 | 9,9 | 15.38.43,99 | -535,219 | +2977,454 | 0. 6.57,8 | +11,59 | +63,65 |
| 66 | 9,8 | 16. 0. 9,94 | -289,066 | + 711,781 | 0.13.37,4 | +10,01 | +36,50 |
| 65 | 8,6 | 16.11. 0,28 | - 85,068 | + 57,215 | 0.46.19,9 | + 9,18 | +11,02 |
| 67 | 9,9 | 16.53. 4,57 | -203,737 | + 185,691 | 0.21.16,3 | + 5,77 | +28,44 |
| 70 | 9,5 | 17.37.35,94 | - 88,614 | + 11,828 | 0.49.51,6 | + 1,96 | +12,85 |
| 75 | 9,6 | 17.59.59,99 | -154,792 | + 0,069 | 0.29. 5,9 | 0,00 | +22,56 |
| 72 | 10,1 | 18. 3.47,78 | - 66,064 | - 1,095 | 1. 6.25,6 | - 0,33 | + 9,63 |
| 73 | 9,9 | 18. 7.23,34 | - 71,045 | - 2,490 | 1. 1.56,4 | - 0,65 | +10,35 |
| 77 | 9,9 | 18.27.50,70 | -102,711 | - 19,536 | 0.43. 6,2 | - 2,43 | +14,86 |
| 79 | 9,3 | 18.42.57,40 | -110,702 | - 35,175 | 0.39.40,0 | - 3,73 | +15,86 |
| 83 | 9,6 | 19.12.22,07 | -214,078 | - 222,371 | 0.20. 6,5 | - 6,22 | +29,66 |
| 80 ⁽¹⁾ | 6,3 | 19.23.38,19 | - 67,447 | - 27,095 | 1. 0.50,7 | - 7,15 | + 9,21 |
| 82 | 7,9 | 19.44.11,34 | - 49,144 | - 18,788 | 1.19. 1,5 | - 8,80 | + 6,44 |
| 84 | 9,9 | 19.50.21,85 | - 58,575 | - 28,138 | 1. 6. 2,0 | - 9,28 | + 7,57 |
| 86 | 7,9 | 19.59.52,31 | - 53,281 | - 25,880 | 1.10.36,5 | -10,01 | + 6,73 |
| 88 | 8,4 | 21. 0.42,03 | - 59,752 | - 56,314 | 0.51.32,5 | -14,22 | + 6,15 |
| 89 | 9,4 | 21. 8.48,70 | - 37,858 | - 25,309 | 1.16.14,3 | -14,71 | + 3,76 |
| 91 | 10,2 | 21.37.34,42 | - 37,547 | - 32,223 | 1. 5.50,2 | -16,30 | + 3,19 |
| 92 | 8,3 | 22.12.37,45 | - 30,063 | - 30,073 | 1. 2.35,8 | -17,88 | + 1,99 |
| 93 | 9,9 | 22.31.12,68 | - 19,653 | - 17,152 | 1.16.21,4 | -18,56 | + 1,09 |
| 95 | 8,9 | 22.54.41,58 | - 15,169 | - 15,119 | 1.10.47,1 | -19,24 | + 0,63 |
| 96 | 8,6 | 23.11.19,68 | - 18,535 | - 29,244 | 0.44.48,6 | -19,59 | + 0,58 |
| 100 | 9,8 | 23.48.43,00 | - 0,624 | - 2,353 | 1. 1. 9,7 | -20,02 | + 0,01 |
| 101 | 9,9 | 23.52.39,49 | + 0,877 | - 0,654 | 1. 7. 1,1 | -20,03 | 0,00 |

(1) Mouvement propre en $R = -0^s,048$; en $DP = -0'',02$.

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Influence histogénétique d'une forme antérieure, à propos de la régénération de la membrane de Descemet.* Note de M. L. RANVIER.

« Nous connaissons l'influence d'un premier cristal sur la cristallisation. Peut-on observer des phénomènes analogues dans la formation des tissus organiques? Quelques expériences sur la régénération de la membrane de Descemet permettent de répondre à cette question par l'affirmative.

» La membrane de Descemet occupe, comme on le sait, la face postérieure de la cornée. Elle paraît amorphe, vitrée; mais, en réalité, elle est formée, ainsi que Henle l'a établi, d'un nombre considérable de lamelles extrêmement minces, superposées comme les feuillets d'un livre. Elle adhère, en avant, aux lames de la cornée. En arrière, elle est séparée de l'humeur aqueuse par une couche de cellules endothéliales. C'est l'endothélium de Descemet.

» On peut employer deux procédés pour atteindre, diviser ou détruire partiellement la membrane de Descemet et son endothélium. Le premier consiste à faire, au moyen d'un instrument tranchant, une plaie pénétrante de la cornée; le second à introduire une aiguille à cataracte dans la chambre antérieure de l'œil, à amener sa pointe au contact de la face postérieure de la cornée et à la faire agir de manière à inciser la membrane de Descemet et les lames cornéennes les plus profondes. Cette petite opération a déjà été pratiquée par le professeur His et par le professeur Panas. Elle est suivie d'un résultat constant. Il se forme, au niveau de la solution de continuité, un épaississement considérable et un trouble plus ou moins prononcé de la cornée.

» Du sixième au septième jour, la tuméfaction disparaît et la cornée redevient transparente.

» A quoi tiennent le gonflement de la cornée et l'opacité de la partie tuméfiée? Pourquoi ces lésions disparaissent-elles du sixième au septième jour? Ce sont là des questions auxquelles mes recherches antérieures sur l'histologie de la cornée me permettent de répondre. Les fibrilles qui constituent les lames cornéennes sont très hygrométriques. Dès que la membrane de Descemet et son endothélium sont supprimés en un point, l'humeur aqueuse pénètre et les fibrilles se gonflent. Lorsqu'elles sont

gonflées par l'introduction d'un liquide moins réfringent qu'elles-mêmes, leur indice de réfraction diminue. Les cellules fixes de la cornée ne se laissent point imbiber et conservent, par conséquent, leur indice de réfraction. Dès lors le milieu cornéen, n'étant plus homogène, perd de sa transparence.

» Le gonflement et l'opacité sont donc deux phénomènes connexes.

» Si l'on sacrifie l'animal (ces expériences ont été faites chez le lapin) au moment ou peu après le retour de la transparence, c'est-à-dire le septième jour, et que l'on examine la cornée opérée sur des préparations faites comme il convient (voir mes Notes antérieures), on constate que la membrane de Descemet a été coupée ou détruite dans une région plus ou moins étendue et que toute la solution de continuité est maintenant recouverte d'une nouvelle couche endothéliale. A la limite de l'incision, la membrane vitrée, généralement coupée ou cassée d'une manière nette, est légèrement repliée en avant. L'endothélium l'accompagne dans cette inflexion, puis il se continue au delà sur toute la surface de la petite plaie.

» Si les lames cornéennes ont été attaquées par le tranchant de l'aiguille, cette surface est irrégulière; souvent même des lames cornéennes, sous l'influence de la pression exercée par l'aiguille, après avoir été divisées, sont écartées légèrement. L'endothélium, en pleine végétation, a pénétré partout où un chemin lui a été ouvert. En bien des points, au lieu de former une simple couche cellulaire, ce qui est sa condition normale, il se montre sous la forme de petits amas dans lesquels on voit plusieurs rangées de cellules. *La définition des endothéliums perd ainsi un de ses termes les plus importants.*

» Il n'y a pas encore trace de la régénération de la membrane vitrée elle-même. Cependant le gonflement a disparu. L'humeur aqueuse a cessé de pénétrer les lames cornéennes. Donc, pour atteindre ce but, l'endothélium suffit; la vitrée n'est point nécessaire.

» J'arrive maintenant au fait essentiel, celui qui m'a fourni le sujet de cette Note, je veux dire la régénération de la membrane de Descemet.

» Cette membrane est de formation endothéliale. Chez de jeunes embryons de Mammifère, elle n'existe pas encore, alors que l'endothélium est déjà constitué. Elle apparaît, par exemple, chez l'embryon de mouton de 0^m,08, sous la forme d'une lamelle à peine perceptible, au-dessous des cellules endothéliales. Elle n'est pas plus épaisse alors que la plaque endothéliale qui limite ces cellules à leur face postérieure et qui conservera la

même épaisseur pendant l'existence entière. Puis peu à peu, à mesure que l'embryon se développe, la membrane vitrée s'épaissit, pour atteindre chez l'adulte 10^µ.

» Dans la régénération consécutive aux incisions ou aux destructions partielles, la membrane de Descemet se développe d'une façon un peu différente. Elle apparaît bien d'abord au-dessous de l'endothélium préformé, comme chez l'embryon, mais non partout en même temps. Elle commence à se montrer au voisinage immédiat, ou plutôt au contact de l'ancienne membrane, et de là sa formation gagne peu à peu le centre de la plaie.

» J'ai des préparations dans lesquelles la périphérie de la plaie est munie d'une membrane vitrée de nouvelle formation, tandis que son centre en est encore dépourvu. La nouvelle membrane est d'une grande minceur, elle s'insère sur l'ancienne et, fait fort important, non point sur sa surface de section, mais sur le dos de la convexité qu'elle forme en s'incurvant en avant, comme je l'ai dit plus haut. Cela est important, en effet, parce que l'on est ainsi conduit à admettre que ce ne sont pas les lamelles de l'ancienne membrane vitrée qui se poursuivent dans la nouvelle, mais que les lamelles de cette dernière sont nouvellement formées. L'influence de la vieille membrane vitrée sur l'édification de la jeune est donc toute de contact. Il y a là quelque chose d'analogue à l'accroissement d'un cristal dans une solution saturée du même sel; seulement il intervient dans la régénération de la membrane une autre condition qu'il ne faut pas oublier, et cette condition est primordiale : *l'activité formatrice des cellules endothéliales*. C'est seulement à la face antérieure des cellules endothéliales que les lamelles de la membrane de Descemet peuvent être élaborées. Ce sont ces cellules qui sécrètent les lamelles en question et chez l'embryon, il ne faut pas l'oublier, il ne leur manque rien pour accomplir cette fonction. Dans la régénération, au contraire, elles y sont sollicitées par la présence ou plutôt le contact d'un organe ayant une structure définie, celle-là même que va prendre la nouvelle membrane.

» Je dois quelques renseignements techniques à ceux qui voudront répéter mes expériences.

» Les coupes de cornée durcie par le liquide de Müller, ou par le liquide osmochromo-acétique de Flemming, colorées par le picrocarminate d'ammoniaque, puis traitées par la glycérine additionnée de $\frac{1}{100}$ d'acide formique, montrent la membrane de Descemet, l'ancienne et la nouvelle, rouge foncé. Si, après l'action du liquide de Flemming, on colore par la

thionine, on obtient le plus souvent, mais non d'une manière constante, des préparations dans lesquelles les cellules de l'épithélium antérieur sont violettes, tandis que le ciment qui les sépare est vert bleuâtre; les lames cornéennes sont teintées de violet faible grisâtre; les cellules fixes sont violettes; la membrane de Descemet, verte; les cellules endothéliales, violettes. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui doivent être présentés à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire de Chimie minérale, vacante au Collège de France.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 44,

M. Le Chatelier obtient... 42 suffrages

Il y a 2 bulletins blancs.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 48,

M. Joannis obtient..... 45 suffrages

Il y a 3 bulletins blancs.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre, par l'Académie, comprendra :

En première ligne..... M. LE CHATELIER,
En seconde ligne. M. JOANNIS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. TH.-L. MATTEI adresse une « Démonstration du postulat d'Euclide ».

(Commissaires : MM. Poincaré, Appell, Rouché.)

M. S. LEROUX adresse, d'Alger, un Mémoire « Sur l'influence de la hauteur d'une colonne de liquide sucré, pendant sa fermentation ».

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. L. PESCE prie l'Académie de renvoyer son Ouvrage sur la « Navigation sous-marine » à l'examen de l'une des Commissions de prix.

(Renvoi aux concours de l'année 1898.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Sur la détermination des premiers termes de flexion d'un instrument méridien. Application au cercle du jardin de l'Observatoire de Paris.* Note de MM. W. EBERT et J. PERCHOT, présentée par M. Lœwy.

« Les instruments méridiens se déforment sous l'influence de la pesanteur. Il en résulte, en particulier, une correction pour les mesures de distances polaires ; la flexion proprement dite est une fonction périodique de la distance zénithale, elle est développable en série de Fourier.

» Soient, pour une position déterminée de l'instrument, P_0 la lecture en distance polaire, P_v la lecture corrigée de la flexion, z la distance zénithale comptée dans le même sens que les distances polaires. On a

$$P_v = P_0 + a \sin z + b \cos z + a' \sin 2z + b' \cos 2z + \dots$$

» On peut déterminer les coefficients a , b , b' avec des observations d'étoiles directes et réfléchies ; mais ce procédé présente de grandes difficultés techniques. On s'est donc préoccupé d'obtenir ces quantités par des procédés physiques. M. Lœwy, directeur de l'Observatoire, a donné une méthode qui permet de trouver les flexions des deux parties du tube de la lunette. Nous nous proposons d'en faire ultérieurement une application complète.

» Dans la présente Note, nous donnons quelques indications sur la détermination de a et nous vérifions les valeurs trouvées en mesurant, pour les deux positions de la lunette, l'angle des mires ; nous obtenons b en employant le miroir zénithal et le bain de mercure ordinaire ; nous déterminons directement la chute du micromètre et nous la séparons des autres parties de la flexion.

» Le procédé le plus ancien et aussi le plus souvent utilisé pour obtenir a consiste à mesurer les distances polaires de deux faisceaux de rayons parallèles, de directions opposées et sensiblement horizontales. Au nord et au sud de la lunette, on place deux collimateurs N et S. Ce sont, en général, deux télescopes de Newton, munis d'un micromètre. On établit aussi bien que possible l'horizontalité de leurs fils. Un des faisceaux de rayons est produit directement par le fil d'un des collimateurs, soit S; on place la lunette dans la position verticale et l'on ouvre le cube central; les rayons le traversent et forment, dans le plan focal de l'autre collimateur N, une image du fil du micromètre de S. On établit la coïncidence de cette image et du fil de N. On dirige successivement la lunette vers chacun des collimateurs et l'on pointe leurs fils.

» Soient S_0 et N_0 les distances polaires ainsi obtenues. On a

$$a = \frac{N_0 - S_0}{2} - 90^\circ.$$

» Nous avons réglé, avec beaucoup de soins, l'éclairage et la mise au foyer du collimateur, afin d'obtenir dans la lunette de bonnes images des fils de son micromètre; nous avons remplacé le collimateur S par la mire sud, qui est plus stable; nous avons procédé comme il suit :

» 1° Distance polaire de la mire sud.

» 2° Coïncidence du fil du collimateur avec l'image de la mire sud, en évitant, autant que possible, toute espèce de pression. Immédiatement après, distance polaire de cette coïncidence.

» 3° Répétition des deux mesures précédentes.

» 4° Distance polaire de la mire sud.

» Avec cinq ou six groupes de ce genre, nous avons obtenu, pour les positions directe et inverse de la lunette, les valeurs suivantes, a_0 et a_1 , de a :

$$\left. \begin{array}{l} a_0 = -0,69; -0,05; -0,30; -0,05; -0,64; -0,55; -0,35; -0,38 \\ a_1 = -0,82; -0,71; -1,10; -0,71; -0,74; -0,78; -0,82 \end{array} \right\} \text{ Moy.: } \left\{ \begin{array}{l} a_0 = -0'',38 \\ a_1 = -0'',81 \end{array} \right.$$

» La concordance de ces résultats, obtenus en variant les conditions de l'observation, et la vérification que nous en donnons plus loin nous permettent de recommander la disposition que nous avons adoptée.

» On n'avait pas, jusqu'à présent, déterminé d'une façon satisfaisante le coefficient b par des procédés physiques. On le déduisait des observations d'étoiles réfléchies. Les résultats que nous avons en l'honneur de présenter à l'Académie, dans la séance du 13 décembre dernier, montrent que l'on peut, avec cet instrument, déterminer b aussi facilement que a , avec les

collimateurs horizontaux. Le principe est d'ailleurs le même ; le miroir zénithal et le bain de mercure jouent le même rôle que les collimateurs. En désignant par N_0 et Z_0 les lectures au nadir et au zénith, on a

$$b = \frac{N_0 - Z_0}{2} = 90^\circ.$$

» Avec les valeurs de N_0 et Z_0 données dans la Note citée plus haut, on trouve, pour la position directe et la position inverse de la lunette, les valeurs suivantes, b_0 et b_1 , de b :

$$b_0 = +0'',04, \quad b_1 = -0'',04.$$

» Pour nous assurer que nous n'avions pas commis d'erreurs systématiques dans la détermination de a , nous avons vérifié les résultats avec l'angle des mires. En désignant par N_d , N_i , S_d , S_i , les distances polaires des mires nord et sud, dans les positions directe et inverse, on a

$$a_0 - a_1 = \frac{N_d - N_i}{2} - \frac{S_d - S_i}{2}.$$

» Nous avons alterné les mesures en positions directe et inverse, et nous avons trouvé :

$$a_0 - a_1 = +0'',39; \quad +0'',49; \quad +0'',62; \quad +0'',61; \quad +0'',16; \quad +0'',70.$$

Moyenne : $a_0 - a_1 = +0'',50$.

» Ce résultat concorde bien avec la valeur $+0'',45$ obtenue avec les collimateurs.

» En faisant abstraction des termes dont les arguments sont des multiples de z , nous avons donc pour notre instrument :

$$\begin{array}{ll} \text{Position directe} \dots\dots\dots & P_v = P_0 - 0'',38 \sin z + 0'',04 \cos z, \\ \text{Position inverse} \dots\dots\dots & P_v = P_0 + 0'',81 \sin z - 0'',04 \cos z. \end{array}$$

» Ces formules correspondent à la correction totale des différents effets de flexion.

» On peut en dégager la partie qui provient du déplacement du micromètre par rapport au corps de la lunette. En établissant la coïncidence du fil mobile du micromètre avec un fil fixe on trouve des valeurs différentes, selon que la tête de vis est en haut ou en bas. La lunette étant dans la direction horizontale, nous désignons par C_h et C_b les valeurs respectives de ces coïncidences, rapportées au zéro du micromètre. Nous avons trouvé, comme moyenne de vingt-quatre déterminations,

$$C_h - C_b = +1'',48.$$

» Nous nous proposons de déduire, de ce qui précède, la partie de la flexion horizontale qui est indépendante de la chute du micromètre. Nous la désignons par α^0 .

» Imaginons, à cet effet, qu'on ait observé la mire et le collimateur avec le fil fixe. Soient L_s et L_n les lectures correspondantes du cercle. Dans la position directe, on a

$$N_0 = L_n + C_b, \quad S_0 = L_s + C_h;$$

d'où

$$\alpha_b^0 = \alpha_b + 0'',74 = + 0'',37.$$

» On trouve de même, pour la position inverse,

$$\alpha_i^0 = - 0'',08.$$

» En faisant de même les coïncidences aux différentes hauteurs, on peut tenir compte directement de la chute du micromètre et représenter par une série de Fourier le reste de la correction de flexion. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la représentation conforme d'une surface sur une autre.*
Note de M. G. SOUSLOW, présentée par M. Darboux.

« Si deux surfaces avec les éléments linéaires ds et ds_1 sont représentées conformément l'une sur l'autre avec le module de similitude λ , il y a une relation entre les courbures totales K et K_1 des surfaces aux points correspondants et cette quantité λ .

» Pour démontrer cette relation, rapportons les surfaces aux coordonnées symétriques $\zeta, \eta; \zeta_1, \eta_1$

$$ds^2 = 2F d\zeta d\eta, \quad ds_1^2 = 2F_1 d\zeta_1 d\eta_1.$$

» Alors les quantités F, F_1 et λ satisfont à l'équation

$$F_1 = F\lambda^2 \varphi(\zeta) \psi(\eta),$$

où les fonctions φ et ψ n'ont qu'un seul argument. En prenant la dérivée $\frac{\partial^2 \log F_1}{\partial \zeta \partial \eta}$, nous trouvons

$$\frac{\partial^2 \log F_1}{\partial \zeta \partial \eta} = \frac{F\lambda^2}{F_1} \frac{\partial^2 \log F}{\partial \zeta_1 \partial \eta_1} = \frac{\partial^2 \log F}{\partial \zeta \partial \eta} + 2 \frac{\partial^2 \log \lambda}{\partial \zeta \partial \eta};$$

d'où sort la relation cherchée

$$K_1 = \frac{1}{\lambda^2} (K - \Delta^2 \log \lambda),$$

à l'aide des formules très connues

$$K = -\frac{1}{F} \frac{\partial^2 \log F}{\partial \xi \partial r_1}, \quad \Delta^2 \varphi = \frac{2}{F} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \xi \partial r_1}. \quad »$$

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la vitesse de propagation d'un mouvement dans un milieu en repos.* Note de M. P. VIEILLE, présentée par M. Sarrau.

« Lorsqu'un mouvement se propage dans un milieu en repos, que je supposerai limité par un tube cylindrique, la vitesse de propagation est égale à la vitesse du son dans le milieu en repos, tant que la surface de séparation n'est pas le siège d'une discontinuité. L'hypothèse de la continuité implique, en effet, que la partie antérieure de l'onde incidente attaque le milieu en repos par des dilatations infiniment petites dont la vitesse de propagation est nécessairement celle du son. La nature et la grandeur des dilatations qui suivent n'interviennent donc pas sur le phénomène de propagation, et c'est sous cette stricte condition de continuité que la vitesse peut être regardée comme indépendante de la nature du mouvement qui se propage.

» Hugoniot a montré que les diverses ondes élémentaires dans lesquelles peut se subdiviser l'onde incidente se propagent chacune avec une vitesse constante, mais que cette vitesse varie d'une onde élémentaire à la suivante, cette vitesse étant fonction de la dilatation et, au moins dans le cas des gaz parfaits, d'autant plus grande que la tranche est plus condensée. Il en résulte que forcément les ondes condensées doivent rejoindre les ondes à dilatation infiniment petite qui assuraient, à l'origine du mouvement, la continuité avec le milieu en repos et que cette continuité fait place, après un parcours plus ou moins long, à une discontinuité dont la vitesse de propagation n'est plus définie par le seul milieu en repos mais dépend à la fois de l'état de ce milieu et de l'état du milieu ébranlé. La discontinuité apparaît donc au point de vue théorique comme la condition nécessaire pour qu'un mouvement puisse se faire jour dans un milieu en repos avec une vitesse supérieure à celle du son.

» J'ai cherché à mettre en évidence la réalité de ce fonctionnement en étudiant la vitesse de propagation de condensations produites par la déflagration de matières explosives.

» L'appareil que j'ai utilisé se compose d'un tube rectiligne en acier, de 22^{mm} de diamètre intérieur, formé de tronçons successifs vissés bout à bout, dont la longueur totale est de 4^m. Les deux extrémités sont fermées par des bouchons en acier dans lesquels peuvent se mouvoir suivant l'axe du tube des pistons en acier ou en aluminium munis de plumes traçant sur des cylindres tournants. Ces cylindres, de même diamètre, sont montés sur un même arbre parallèle à l'axe du tube.

» Une charge explosive est disposée dans le tube à une petite distance de l'une des extrémités. L'inflammation, obtenue par l'incandescence d'un fil rougi par un courant électrique, détermine la production d'une condensation qui se propage vers les deux extrémités. L'intervalle de temps qui sépare le premier déplacement des deux pistons correspond à la durée de parcours de la condensation depuis un point symétrique de l'une des extrémités par rapport au centre de la charge voisine jusqu'à l'extrémité opposée. Cette disposition diminue de quelques centimètres la longueur de parcours utile, mais elle a l'avantage d'éliminer les perturbations possibles dans les premiers instants de la combustion; elle permet l'emploi de récepteurs identiques, dont les retards de fonctionnement se trouvent éliminés par différence.

» Des repères tracés avant et après l'expérience, sur les cylindres immobiles, par un déplacement des pistons, fournissent avec une extrême précision les points des tracés à comparer qui passaient sous les plumes au même instant. La vitesse commune des cylindres est obtenue par une touche de diapason au moment de l'explosion.

» Les expériences ont porté sur deux modes de propagation. Suivant le premier mode, toute la charge est réunie à l'une des extrémités du tube et l'on étudie comment une condensation intense produite par la déflagration s'écoule en s'affaiblissant vers l'autre extrémité; suivant le deuxième mode, la charge est uniformément répartie et solidement fixée le long de l'axe du tube et l'on étudie comment une condensation faible produite par la déflagration d'une petite charge à l'une des extrémités se propage en se renforçant ou se régénérant par la combustion progressive de la charge qu'elle enflamme en se propageant.

» Il ne sera question dans cette Note que du premier mode de propagation, qui correspond à un phénomène relativement simple, celui de la période d'état variable de l'écoulement d'une masse gazeuse à haute tension.

» Le Tableau suivant donne les vitesses de propagation observées par

la déflagration de charges de poudre noire de chasse extra-fine et de fulminate de mercure :

TUBE DE 4^m : CAPACITÉ INTÉRIEURE 1^{lit},500.

| Charge. | Densité de chargement. | Pression moyenne par cq. | Surpression au côté mise de feu. | Vitesse de propagation. | Poids des pistons. |
|---------|------------------------|--------------------------|----------------------------------|-------------------------|--------------------|
|---------|------------------------|--------------------------|----------------------------------|-------------------------|--------------------|

Poudre de chasse extra-fine.

| | | | | | |
|--------------------|----------|-------------------|-----------------|--------------------|------------------------------|
| 0,24 ^{gr} | 0,00016 | 0,5 ^{kg} | » ^{kg} | 336,8 ^m | 10,5 ^{gr} aluminium |
| 0,95 | 0,000625 | 2 | » | 333,2 | Id. |
| 3,80 | 0,0025 | 8 | » | 500,0 | Id. |
| 15,20 | 0,010 | 33 | ≤ 166 | 848,0 | 52 acier |
| 17,40 | 0,0116 | 39 | 219 | 931,1 | Id. |
| 45,60 | 0,030 | 100 | 1272 | 1268,0 | Id. |

Fulminate de mercure.

| | | | | | |
|--------|-----------|-------|-------|------------------------|----------------|
| 0,010 | 0,0000065 | » | » | 359,8 | 10,5 aluminium |
| 0,040 | 0,000026 | 0,125 | 0,383 | { 403,8 } { 396,5 } | Id. |
| 0,160 | 0,000104 | 0,5 | » | 550,1 | Id. |
| 0,630 | 0,000417 | 2 | 20 | 591,0 | Id. |
| 2,520 | 0,00166 | 8 | » | 762 | 52 acier |
| 10,070 | 0,00666 | 33 | 1306 | 1138 | Id. |

» Ces nombres montrent que, à mesure que les condensations initiales s'accroissent, les vitesses moyennes de propagation, sur un parcours de 4^m environ, s'élèvent de la valeur de la vitesse du son à des valeurs quadruples, bien que les condensations produites à l'origine du mouvement restent fort inférieures à celles qui correspondent à l'emploi balistique des explosifs (1).

» J'examinerai, dans une prochaine Communication, les caractères particuliers que présentent les tracés obtenus. »

(1) M. l'Ingénieur Ribailier m'a prêté, dans l'exécution de ces expériences, un concours dont je tiens à lui exprimer mes remerciements.

OPTIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de spectroscopie interférentielle.* Note de
MM. A. PEROT et CH. FABRY, présentée par M. A. Cornu.

« Les franges des lames argentées, que nous avons décrites dans un Mémoire antérieur (¹), nous ont conduits à une méthode de spectroscopie interférentielle dont nous allons donner le principe.

» Nous avons montré que, si l'on observe par transmission en lumière monochromatique une lame d'air limitée par deux surfaces de verre faiblement argentées, on obtient un système de franges comparables à celles des lames minces ordinaires (franges de Newton), mais dont l'aspect est tout particulier à cause du pouvoir réflecteur élevé du verre argenté : chaque frange a l'aspect d'une ligne brillante très fine se détachant sur fond presque complètement obscur. Si la lumière n'est pas monochromatique, chaque frange deviendra un véritable spectre de la source lumineuse, et la dispersion des spectres ainsi produits sera d'autant plus grande que le numéro d'ordre des franges sera plus élevé. Le système de franges est assimilable aux spectres successifs donnés par un réseau dont le pouvoir de définition serait, il est vrai, médiocre, mais avec lequel on pourrait observer des spectres d'ordre aussi élevé que l'on voudrait. Si la lumière se compose de deux radiations chaque frange sera double, et ce dédoublement ira en s'accroissant à mesure que le numéro d'ordre des franges s'élèvera. Prenons, pour fixer les idées, les deux radiations du sodium dont les longueurs d'onde diffèrent d'à peu près $\frac{1}{1000}$ en valeur relative ($\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{1}{1000}$) ; le dédoublement est très apparent lorsqu'on arrive à la deux-centième frange (épaisseur d'air 0^{mm},06), la distance des composantes de chaque frange étant alors $\frac{1}{5}$ de l'intervalle qui sépare deux franges successives. Plus généralement, si l'on arrive à la frange d'ordre n , on pourra dédoubler une raie dont les composantes sont telles que $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{1}{5n}$. Avec une lame d'air de 5^{cm} d'épaisseur, on aura $n = 200000$ (en supposant $\lambda = 0^{\mu},5$), et

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = 10^{-6};$$

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 802, et *Annales de Chimie et de Physique*, décembre 1897.

on pourra séparer deux raies dont la distance ne sera que $\frac{1}{1000}$ de l'intervalle des raies du sodium.

» Il faut, pour réaliser de semblables applications, que les franges fournies par chaque radiation restent parfaitement nettes jusqu'à un ordre très élevé. Or rappelons que, si e est l'épaisseur de la lame d'air qui produit l'interférence, la différence de marche des ondes qui l'ont traversée sous l'incidence i est $2e \cos i$. Tant que l'épaisseur e est faible, l'observation est très facile; il suffit d'éclairer l'appareil par un faisceau grossièrement parallèle et normal à la lame, et l'on peut admettre $\cos i = 1$; la différence de marche est $2e$, et l'on obtient, localisées dans la lame mince, des franges qui dessinent les courbes d'égale épaisseur. Mais il n'en est plus de même si l'épaisseur est grande : il faut éclairer la lame par un faisceau rigoureusement parallèle, sans quoi les ondes diversement inclinées donnent des systèmes de franges diversement placés, et le phénomène se brouille; il est nécessaire d'opérer différemment.

» Nous limitons la lame d'air par deux faces planes de verre argenté, et par un réglage convenable nous les rendons exactement parallèles; la lumière est légèrement convergente, et l'on observe à l'infini. Alors, e étant constant, la différence de marche qui correspond à la direction i étant $2e \cos i$, on obtient un système d'anneaux centrés sur la normale à la lame, qui présente l'aspect ordinaire des franges de lames argentées. Ils sont comparables à ceux que l'on peut observer avec toute lame isotrope à faces parallèles (voir MASCART, *Traité d'Optique*, t. I, p. 445), et analogues aussi à ceux que M. Michelson a utilisés. Le réglage du parallélisme des lames se fait très facilement en observant à travers le système une petite ouverture éclairée, placée au foyer d'une lentille; le moindre défaut de parallélisme se traduit par la production d'une série d'images dues aux réflexions multiples sur les faces argentées.

» En résumé, notre spectroscopie interférentielle se compose de deux lames de verre planes dont les faces argentées sont en regard; leur distance et leur orientation peuvent être réglées au moyen d'appareils que nous décrirons plus tard. On observe à l'infini les anneaux produits en éclairant le système par un faisceau légèrement convergent provenant de la source à étudier.

» Avec cet appareil, nous avons vérifié que, ainsi que M. Michelson l'avait annoncé, la raie verte du thallium est double. Les lames étant placées à 3^{mm} d'intervalle, les anneaux sont dédoublés, l'intensité des deux sys-

tèmes n'étant d'ailleurs pas la même. La source employée était un tube de M. Hamy, contenant du chlorure de thallium (1).

» On voit que notre méthode repose, comme celle de M. Michelson, sur l'observation de franges d'ordre très élevé ; cependant, les deux méthodes présentent quelques différences qu'il est nécessaire de faire ressortir. Supposons, pour fixer les idées, que l'on étudie une source lumineuse composée de deux radiations simples d'éclats différents, dont la distance soit seulement $\frac{1}{100}$ de celle des deux raies du sodium. Dans la méthode de M. Michelson, cette complexité de la source se traduira par une diminution progressive de la visibilité des franges à mesure que l'on élèvera leur numéro d'ordre ; cette visibilité ira en diminuant jusqu'au numéro d'ordre 50000, et jusque-là il sera sans doute impossible de dire si cette diminution de visibilité est due à une double raie ou simplement à une raie élargie ; plus loin, la visibilité augmentera de nouveau, et l'on sera ainsi averti que la raie est réellement double. Dans notre méthode, dès la vingt-millième frange, il y aura dédoublement, et l'on saura que la raie est double (2), non par une série d'aspects successifs, mais par un seul aspect du phénomène ; on voit séparément chaque radiation, comme avec un spectroscopie. »

PHYSIQUE. — *Sur le mécanisme de la décharge des conducteurs frappés par les rayons X* (3). Note de M. G. SAGNAC, présentée par M. Lippmann.

« Le rôle du métal dans la décharge par les rayons X a été signalé par MM. Benoist et Hurmuzescu (4). Son étude a été faite par M. J. Perrin (5) ;

(1) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 749 ; 1897.

(2) Des remarques analogues seraient applicables à l'ingénieux appareil de M. Hamy (*Comptes rendus*, 20 décembre 1897), qui doit d'ailleurs fournir, comme celui de M. Michelson, des anneaux localisés dans le plan focal de la lentille et dont il observe le centre. Inversement, l'appareil de M. Michelson pourrait servir à résoudre le problème que s'est posé M. Hamy, en projetant une image réelle des anneaux et utilisant seulement la partie centrale.

(3) Travail fait au laboratoire de M. Bouty, à la Sorbonne. Note déposée dans la séance du 27 décembre 1897.

(4) BENOIST et HURMUZESCU, *Comptes rendus* du 30 mars 1896, t. CXXII, p. 779.

(5) J. PERRIN, *Comptes rendus* du 1^{er} mars 1897, t. CXXIV, p. 455. *Thèse de doctorat*, p. 47-57.

la méthode de M. J. Perrin consiste essentiellement à déduire de l'effet total l'effet dû au gaz traversé par les rayons X, *effet gaz* antérieurement isolé par lui (1). M. J. Perrin pense pouvoir conclure de ses expériences que :

» En tous les points qu'atteignent les rayons de Röntgen dans la surface de séparation d'un gaz et d'un métal, se forment des quantités égales d'électricités positive et négative ou, d'une manière abrégée, une *ionisation superficielle* se produit en ces points. S'il existe un champ électrique, les charges d'un certain signe sont aussitôt absorbées par le métal et les charges de signe contraire s'éloignent de ce métal en décrivant les lignes de force aux extrémités desquelles elles se trouvaient d'abord.

» Cette théorie s'accorde suffisamment avec les expériences de M. J. Perrin dans lesquelles l'action du métal n'est manifeste qu'au voisinage de la surface du métal.

» Les phénomènes que j'ai découverts échappent à cette théorie :

» I. La surface d'un métal M, frappée par les rayons X, émet de nouveaux rayons que j'ai appelés *rayons secondaires du métal M* et que caractérise surtout une absorption par les différents corps bien plus grande que celle des rayons X.

» La *fig. 1* montre comment on peut constater l'action des rayons secondaires S sur un écran fluorescent *ee*.

» EE est un écran de plomb protégeant *ee* contre les rayons X. Si l'objet O est la main de l'opérateur, les os n'apparaissent pas, car les rayons secondaires S du métal ne traversent pas les chairs.

Fig. 1.

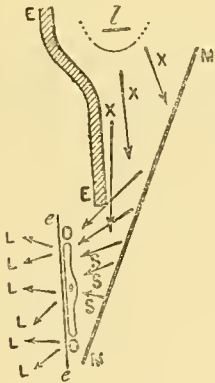
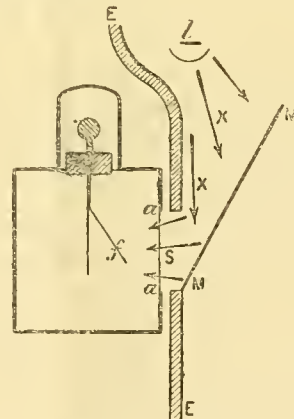


Fig. 2.



» La *fig. 2* montre comment on peut constater *directement* l'action des

(1) J. PERRIN, *Comptes rendus* du 10 août 1896, t. CXXIII, p. 351. *Thèse de doctorat*, p. 28-47.

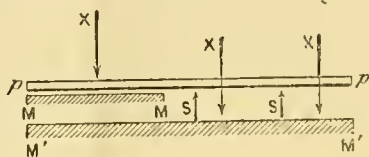
rayons secondaires S sur la feuille d'or f d'un électroscope dont l'entrée aa est protégée électrostatiquement par une très mince feuille d'aluminium battu (1).

» L'illumination de l'écran au platinocyanure et l'action photographique se manifestent en même temps que l'action sur l'électroscope, et réciproquement. L'action électrique est assez énergique pour faire disparaître en quelques secondes une grande divergence de la feuille d'or f . Cependant le champ électrique de f , entièrement renfermé dans la cage de l'électroscope ne comprend pas le conducteur M. On ne peut donc pas expliquer cette action à distance du conducteur M par une ionisation spéciale à la surface de M. C'est une action due aux rayons secondaires de M qui se comportent à la manière des rayons X (2).

» J'ai vérifié le fait suivant que j'avais prévu déjà (3) : les rayons secondaires peuvent décharger une surface métallique sans rencontrer ni cette surface, ni les surfaces avec lesquelles la première échange des lignes de force ; ils agissent surtout en rendant l'air conducteur de l'électricité (4).

» II. L'action des rayons secondaires d'un métal M sur une plaque photographique pp (fig. 3) recevant les rayons X par sa face verre peut être

Fig. 3.



égale à l'action des rayons X incidents quand le métal M est près de toucher la couche sensible ; mais une simple feuille de papier noir, interposée entre pp et MM , affaiblit un peu l'action dans le cas du cuivre, davantage dans le cas du zinc et surtout de l'étain ou du plomb.

» L'action des rayons secondaires s'affaiblit dès que le métal est éloigné en $M'M'$ de quelques millimètres (5).

(1) Voir G. SAGNAC, *Comptes rendus* du 6 décembre, t. CXXV, p. 944.

(2) Toutefois, la déperdition de l'électricité négative est un peu plus rapide que celle de l'électricité positive.

(3) G. SAGNAC, *Comptes rendus* du 26 juillet 1897, t. CXXV, p. 232.

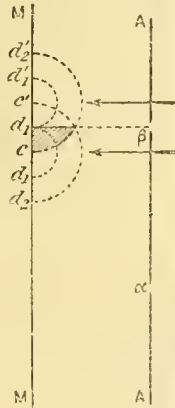
(4) Cette propriété des rayons secondaires est précisément celle que M. J. Perrin a découverte pour les rayons X. (J. PERRIN, *loc. cit.*)

(5) Pour étudier, avec précision, l'absorption par différentes épaisseurs du gaz à partir du métal M, il suffit de répéter, pour le phénomène de la décharge, l'expérience

» On conçoit maintenant que l'action du métal puisse paraître approximativement superficielle, surtout si l'on emploie pour exciter le métal un pinceau de rayons X d'une largeur médiocre.

» Dans l'expérience que M. J. Perrin décrit, p. 51 de sa Thèse, le déplacement d'un pinceau de rayons X, de c en c' (flèches de la *fig. 4*), fait disparaître l'action propre du métal de l'armature MM. Cela tient à ce que le centre c d'émission des rayons

Fig. 4.



secondaires de MM se trouve transporté en c' : la zone d'action hémicylindrique $d_1 d_1$ des rayons secondaires sur le gaz ambiant est transportée en $d_1 d'_1$ à l'extérieur de la région utile $\alpha\beta d_1 M$; elle ne compte plus. La zone comprise entre $d_1 d_1$ et $d_2 c'$ s'est transportée en d'_2 ; elle n'intervient plus que par la région ombrée dont l'étendue est inférieure à $\frac{1}{4}$ de la zone entière et pour laquelle l'émission est oblique. Les zones suivantes ont encore leur étendue utile et leur action notablement affaiblies pour les mêmes raisons ; l'absorption par l'air rend d'autre part les zones d'autant moins importantes qu'elles sont de rang plus élevé. On s'explique ainsi que, pour deux armatures AA, MM, distantes de 2^{cm} , un déplacement du pinceau d'au moins cinq millimètres de c en c' fasse disparaître la majeure partie de l'effet dû au métal.

» La propriété des rayons secondaires d'être absorbés complètement, par le métal M qui les émet, dans une épaisseur ϵ environ cent fois plus faible que la couche e nécessaire pour arrêter les rayons X, explique enfin

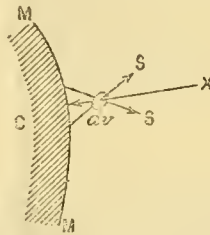
de la *fig. 3* où pp est une feuille d'aluminium battue formant avec MM ou $M'M'$ un condensateur plan. On peut ainsi constater, surtout dans un gaz raréfié ou peu absorbant, que l'action des rayons secondaires du métal M augmente avec l'épaisseur de gaz qui sépare MM de pp . Mais il faut s'inquiéter de l'effet tertiaire que peut produire l'aluminium pp en transformant les rayons secondaires de MM.

que M. J. Perrin ait trouvé l'effet métal par unité de surface indépendant de l'inclinaison sur le rayon ⁽¹⁾. Ce résultat, vérifié pour l'incidence de 45°, devient moins exact quand l'incidence i des rayons X est assez grande pour que la longueur $\epsilon' = \frac{\epsilon}{\cos i}$, parcourue par les rayons dans la couche active ϵ , cesse d'être négligeable vis-à-vis de l'épaisseur e .

» En résumé, l'action du métal dans la décharge, approximativement localisée au voisinage de la surface du métal dans les expériences de M. J. Perrin, s'exerce aussi à distance. On ne peut donc pas l'expliquer par une ionisation superficielle. Au contraire, les faits relatifs à la décharge se groupent bien autour de l'explication suivante :

» Dans chaque élément de volume dv , la masse gazeuse adjacente au conducteur métallique C (*fig. 5*) est rendue conductrice de l'électricité à

Fig. 5.



la fois par l'action des rayons X incidents (*effet primaire*) et par les rayons secondaires S que le métal émet sous l'influence des rayons X (*effet secondaire*). C'est l'effet secondaire qui correspond au rôle du conducteur métallique dans le phénomène de la décharge par les rayons X. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un procédé simple de transformation directe en clichés photographiques des clichés typographiques et autres objets de faible relief plan.* Note de M. ADRIEN GUÉBHARD, présentée par M. Lippmann.

« Au cours des recherches expérimentales par lesquelles j'ai démontré ⁽²⁾ que l'apposition d'objets à peu près quelconques sur la gélatine

(1) J. PERRIN, *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 455.

(2) *Société française de Physique*, 18 juin et 16 juillet 1897.

d'une plaque sensible légèrement voilée, dans un bain révélateur abandonné au repos sous faible épaisseur, peut donner naissance à presque toutes les apparences que certains observateurs avaient prises, autour de l'empreinte du doigt humain, pour des photographies d'*effluves de fluide vital*, j'avais été frappé accessoirement de ce fait, qu'une pièce de monnaie, dans ces conditions, donnait une image parfaitement modelée de son relief.

» L'explication semblait, de prime abord, très simple. Le révélateur, immobilisé dans un espace confiné, devait, en si faible couche, agir proportionnellement à son épaisseur sur les molécules sous-jacentes de gélatino-bromure d'argent, préalablement mises en état d'être, par lui, réduites (1). Et c'est bien, en effet, ce qui se passe avec les gravures en creux, dont tous les traits se reproduisent avec une intensité proportionnelle à leur profondeur et donnent, sur la plaque, un *positif* noir, très exact, se détachant sur le fond blanc des plages qui ont été, par le contact des surfaces planes du métal, préservées de l'action du révélateur.

» L'inverse se passe dans un cliché typographique en relief, qu'il suffit d'appliquer sur la gélatine (2) pour en obtenir un *négatif* très net, qui, à son tour, fournira des épreuves photographiques positives du dessin (3).

» Mais, au cours de cette opération, l'on ne peut faire autrement que d'être frappé des inégalités qui se manifestent dans le noircissement du gélatino-bromure sous les grands creux du bloc typographique. Cela n'a, pratiquement, pas d'inconvénient sérieux; car le contraste entre les noirs et les parties totalement préservées de l'action réductrice est toujours assez grand (4) pour que, au tirage de l'épreuve positive, aucune inégalité ne se manifeste dans les blancs. Mais si, théoriquement, on reconnaît, dans ces

(1) C'est dans ce but que la plaque doit être munie (si elle ne le possède à l'état latent, comme les instantanées) du minimum de voile nécessaire à un commencement de noircissement dans le révélateur employé.

(2) Soigneusement nettoyé, bien entendu, et brossé, en dernier lieu, dans la solution même du révélateur.

(3) Épreuves retournées, il est vrai, mais qu'on peut toujours redresser, s'il y a intérêt, en opérant sur pellicule, ou pelliculant le cliché de verre.

(4) On peut, d'ailleurs, toujours augmenter ce contraste, ainsi que, d'une manière plus générale, l'intensité de reproduction des creux, en éclairant la plaque par-dessous pendant le développement, soit dans une cuvette de verre, soit à l'air libre, lorsque les creux de l'objet à reproduire gardent, en dehors du bain, la quantité de révélateur nécessaire.

inégalités, les tchetages rubanés très caractéristiques que produisent toujours, libres ou confinées, les couches peu épaisses de révélateur abandonné au repos, on est ramené à penser que des actions très diverses ne laissent pas de compliquer la simplicité de la formule d'abord imaginée, que semblait pourtant justifier la régularité du dégradé qui, toujours, sépare le fond noir de la plaque du point de contact d'une calotte sphérique posée sur la gélatine.

» La capillarité est certainement au premier rang des causes modificatrices, à juger par la régularité des sélections d'activité réductrice qui sont opérées, par elle, à l'intérieur de tout ménisque, et qui se traduisent, sur le cliché, à l'instar d'ondes condensantes ou dilatantes, par des zones conjuguées, alternativement *luminoïdes* et *obsuroïdes* (1). De là des complications particulières lorsqu'on cherche à reproduire non plus seulement de simples traits gravés ou saillants, mais un modelé, soit en relief, soit en creux, comme celui d'une médaille ou d'un sceau. La reproduction, en ce cas, n'est jamais qu'approximative et flou, quoique toujours intéressante, à cause de sa facilité d'obtention comparée à tous les autres procédés.

» Encore le résultat dépend-il de la forme du pourtour des objets. Un rebord de saillie proportionnée au relief (comme dans les monnaies modernes) est favorable en ce qu'il localise l'action du liquide. Mais, s'il présente la moindre brèche capillaire, on voit se produire par là, du dehors au dedans, malgré la compression exercée par la pièce sur la gélatine, un appel très curieux, non pas de tout le révélateur indistinctement, mais spécialement de sa partie active, qui dessine, sur le cliché, la trajectoire de ses molécules, en petites aigrettes luminoïdes extrêmement intenses de traits aigus et fins, toujours bien rectilignes, s'ils n'ont été détournés par quelque obstacle voisin.

» J'avais déjà observé ces mêmes houppettes (2), mais souvent dirigées en sens inverse, en posant sur la gélatine la section légèrement écaillée de larges tubes de verre. Or, dans ce cas, aucune dissymétrie chimique n'existe entre les deux parties séparées du liquide. A quoi donc attribuer, alors, cette sorte d'*osmose interne* (3), sinon aux dissymétries capillaires produites

(1) J'emprunte à M. J.-C. Chaigneau ces expressions qui ont l'avantage très appréciable d'être débarrassées de toute ambiguïté quant au sens et de tout préjugé quant à l'interprétation causale.

(2) *Revue scientifique*, 4^e série, t. VIII, p. 626; 13 novembre 1897.

(3) L'*osmose* ordinaire paraît elle-même jouer son rôle lorsqu'on essaie de repro-

soit par les parois du trajet infinitésimal, soit par les deux courbures, concave et convexe, du solide immergé?

» En tout cas, la lumière, ici, pas plus que dans tous les phénomènes de même ordre que j'ai précédemment étudiés, ne joue aucun rôle, et le gélatino-bromure uniquement celui d'enregistreur. Tout vient du liquide (1), et peut-être n'est-il pas inutile d'insister là-dessus en présence des interprétations singulières auxquelles ont prêté déjà des apparences du même genre, parfaitement *luminoïdes*, il est vrai, mais nullement lumineuses. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers isocyaniques et la chaleur de formation de l'acide cyanique liquide.* Note de M. PAUL LEMOULT.

« J'ai obtenu les isocyanates alcooliques (carbimides alcooliques) par l'action des éthers méthyl et éthylsulfurique sur le cyanate de potassium; conformément aux indications de Wurtz, il paraît indispensable d'employer du cyanate récemment préparé et de ne s'adresser qu'à des matières premières absolument exemptes d'eau. Même dans ces conditions, les plus avantageuses, le rendement est toujours faible; voici le meilleur que j'aie pu obtenir : 100^{gr} de CAzOK, chauffés avec 200^{gr} d'éthylsulfate de Na, donnent 21^{gr} (théorie 87^{gr}) de produits volatils à la température de réaction. Ce liquide, rectifié quelques heures plus tard, donne seulement 12^{gr} d'isocyanate d'éthyle pur; le reste est le produit de polymérisation. Le rendement est donc de 15 pour 100 au plus.

» Les isocyanates, obtenus comme je viens de le dire, sont rectifiés jusqu'à ébullition à température constante, puis analysés : l'Az y est dosé par la méthode à la chaux sodée. Ces corps brûlent très bien dans la bombe calorimétrique; néanmoins la détermination de leur chaleur de combustion a été assez laborieuse, à cause de la nécessité absolue d'éviter une vaporisation partielle des liquides employés; celle-ci fausse complètement les résultats par suite du changement d'état, et, par suite, de la réaction des

duire des feuilles fraîches en les appliquant, au moyen d'une glace, contre la gélatine, dans le bain. On voit se dessiner, en effet, non seulement toutes les nervures, mais encore les inégalités du parenchyme, comme la tache axiale de *Lamium maculatum* L.

(1) L'instabilité du liquide est encore attestée par le fait qu'il suffit d'abandonner, dans le bain servi de diamidophénol, certains objets de métal (des pièces d'or, un sceau de cuivre) pour les voir se recouvrir, à la longue, d'une couche blanche adhérente d'argent.

vapeurs sur l'eau de la bombe. Il faut employer des ampoules de coton-poudre très épaisses, à fond de platine, et éviter avec le plus grand soin le contact du coton-poudre avec les liquides qui le dissolvent; on est d'ailleurs averti de la moindre fuite par l'odeur insupportable des éthers cyaniques employés.

» *Isocyanate de méthyle* $O = C = Az - CH^3$. — Liquide incolore, bouillant à 40° et se polymérisant avec une extrême facilité; le liquide contient d'abord quelques aiguilles soyeuses qui augmentent peu à peu et qui, au bout d'une journée, l'envahissent complètement. La polymérisation se fait aussi bien par l'intermédiaire des vapeurs, et j'ai observé, sur les bouchons de mes flacons à cyanate de méthyle, une sublimation de fines aiguilles soyeuses. Pour éviter toute cause d'erreur provenant d'une dissolution possible du cyanurate formé, dans le cyanate générateur, j'ai fait précéder toutes mes déterminations calorimétriques d'une première rectification immédiate et je me suis assuré qu'il n'y avait pas eu polymérisation dans l'intervalle. Le produit dont je me suis servi contenait 24,72 et 24,6 pour 100 d'Az (théorie 24,56). Voici le résultat des expériences calorimétriques :

Chaleur de combustion de 1^{er}. 4718^{cal}, 1; 4732^{cal}, 3; 4765^{cal}, 4
Moyenne : 4718^{cal}, 6.

» On déduit de la moyenne précédente, les résultats suivants :

| | Chaleur | |
|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | de combustion moléculaire. | de formation. moléculaire. |
| A volume constant | 268 ^{cal} , 9 | |
| A pression constante | 269 ^{cal} , 3 | + 22 ^{cal} , 8 |

» *Isocyanate d'éthyle* $O = C = Az - C^2H^5$. — Liquide incolore, bouillant à 60° ; ce corps est beaucoup plus stable que le précédent : un échantillon rectifié une première fois, il y a environ trois mois, a, depuis lors, été rectifié cinq ou six fois sans jamais laisser de résidu solide et ne manifeste aucune trace de polymérisation.

Dosages d'Az 19,5 et 19,75 pour 100 Théorie : 19,71 pour 100.

» Voici les résultats obtenus par la combustion dans la bombe calorimétrique :

5980^{cal}, 92 5975^{cal}, 23 5970^{cal}, 8 Moyenne : 5975^{cal}, 6

pour 1^{er}. On a donc

| | Chaleur | |
|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| | de combustion moléculaire. | de formation moléculaire. |
| A volume constant | 424 ^{cal} , 2 | » |
| A pression constante | 424 ^{cal} , 4 | + 31 ^{cal} |

» On doit tirer de ces résultats quelques conclusions importantes :

» 1° Les deux isocyanates considérés sont bien des homologues réguliers, puisque leur chaleur de combustion présente la différence 155^{Cal} relative à ces sortes de composés.

» 2° Si nous comparons la chaleur de formation de 1 molécule d'isocyanate de méthyle ($22^{\text{Cal}}, 8$) à celle de $\frac{1}{3}$ de molécule du produit polymérisé ($57^{\text{Cal}}, 5$), la différence entre ces nombres, $34^{\text{Cal}}, 7$, représente le dégagement de chaleur qui accompagne la polymérisation d'une molécule de composé cyanique, le produit initial et le produit final étant pris dans leur état actuel. Le nombre correspondant, dans la série des composés éthyliques ($65^{\text{Cal}}, 9 - 31^{\text{Cal}}$), $34^{\text{Cal}}, 9$, accuse d'une façon remarquable le parallélisme absolu des corps de ces séries. Nous pouvons, par une extrapolation suffisamment justifiée, admettre que la moyenne $34^{\text{Cal}}, 8$ représente le dégagement de chaleur accompagnant le phénomène qui fait passer l'acide cyanique liquide à l'état d'acide cyanurique solide, et, par conséquent, en déduire, pour la chaleur de formation de l'acide cyanique liquide, le nombre ($55^{\text{Cal}}, 45 - 34^{\text{Cal}}, 8$), c'est-à-dire $20^{\text{Cal}}, 65$.

» Il est du même ordre de grandeur que celui que j'ai déduit de la considération des chlorures cyanique et cyanurique, 26^{Cal} (*Comptes rendus* du 11 janvier 1897), et présente avec lui un accord suffisant, en égard aux considérations très différentes qui ont servi à établir ces deux nombres.

» 3° On admet généralement que l'acide cyanique est un carbimide et que son H est lié à l'Az; s'il en est ainsi, la chaleur de combustion de l'acide cyanique doit différer de celle de l'isocyanate de méthyle de $161^{\text{Cal}}, 3$ (*Comptes rendus* du 29 novembre 1897); elle est donc de

$$269^{\text{Cal}}, 3 - 161^{\text{Cal}}, 3 = 108^{\text{Cal}},$$

d'où l'on déduirait la chaleur de formation de l'acide cyanique liquide $+20^{\text{Cal}}, 8$.

» On aurait pu admettre le nombre établi plus haut ($20^{\text{Cal}}, 65$) et en déduire, par un raisonnement inverse, la formule de constitution de l'acide cyanique. On peut donc regarder ces considérations comme donnant à la fois la formule de constitution et la chaleur de formation probable de l'acide cyanique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle cétone cyclique, la méthylecyclohexénone* II. Note de M. A. BÉHAL, présentée par M. Friedel.

« J'ai donné, dans une Communication précédente (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 1036), la marche suivie pour isoler à l'état de pureté les différentes cétones que l'on peut extraire de l'huile de bois. Je me propose, dans cette Note, d'établir la constitution de l'une d'elles.

» Le dérivé benzoylé fusible à 167° donne, par traitement au moyen des alcalis, une oxime fusible à 121°,5 qui, hydratée par l'acide chlorhydrique, fournit une cétone bouillant à 192° et fondant à + 12°.

» Cette cétone répond, d'après son analyse et la détermination de son poids moléculaire, à la formule $C^7H^{10}O$. Elle ne se combine pas au bisulfite de sodium et ne donne pas d'iodoforme au contact de l'iode et des alcalis. Dissoute dans le sulfure de carbone et additionnée d'un léger excès de brome en solution dans le même solvant, elle donne, sans dégagement d'acide bromhydrique, un dérivé dibromé, incolore, bien cristallisé, très soluble à chaud dans l'alcool à 90°, d'où il se dépose par refroidissement, et très soluble également dans l'éther de pétrole. Il possède une odeur agréable de camphre. Stable à sec ou en solution dans l'éther de pétrole, il s'altère au contact de l'air humide ou de l'alcool.

» La cétone réagit sur le perchlorure de phosphore avec un grand dégagement de chaleur. Il se forme un liquide d'un bleu vert intense, soluble dans l'alcool avec la même coloration. La solution brunit par l'eau et par les alcalis, et le liquide, entraîné par la vapeur d'eau, fournit une très petite quantité d'un dérivé chloré, plus lourd que l'eau, qui possède une odeur rappelant celle de l'essence de térébenthine, une trace d'un dérivé solide, et surtout de la cétone qui est régénérée.

» L'oxydation, réalisée au moyen du permanganate en solution à 4 pour 100, est extrêmement nette. Il ne se forme que de l'acide acétique et de l'acide lévulique.

» Voici les détails de l'oxydation. On emploie pour 10^{gr} de cétone 40^{gr} de permanganate. L'action de l'agent d'oxydation est immédiate à froid, mais s'arrête quand on en a ajouté le quart. Cela nous indique qu'il se forme un glycol que nous étudierons ultérieurement. Puis, pour continuer l'oxydation, on est obligé de chauffer au bain-marie et finalement à l'ébullition. Dès que le permanganate est décoloré, on neutralise la liqueur par

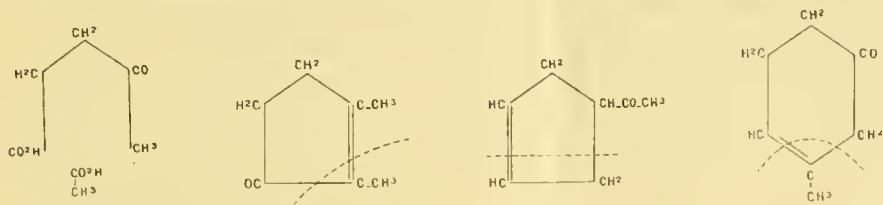
l'acide carbonique, on filtre et l'on évapore dans le vide. Le résidu est délayé dans l'alcool absolu et soumis à l'action d'un courant d'acide chlorhydrique jusqu'à refus. On distille et l'on trouve alors un léger excès d'alcool, de l'acétate d'éthyle et du lévulate d'éthyle. On caractérise ce dernier par son point d'ébullition (205°-207°), son analyse et par la propriété que possède l'acide qu'on en régénère par saponification, de donner avec l'iode ou le brome, en présence des alcalis, de l'iodoforme ou du bromoforme, en même temps qu'on obtient de l'acide succinique.

» Ces données nous suffisent pour établir la constitution de la cétone.

» La fixation de deux atomes de brome seulement nous oblige à admettre l'existence d'une chaîne cyclique.

» Il ne se forme dans l'oxydation que deux acides, dont la somme des atomes de carbone est égale à celle des atomes de carbone de la cétone. Nous ne pouvons concevoir leur formation qu'en admettant que la rupture de la chaîne cyclique s'est faite aux endroits qui, dans les composés formés par oxydation, renferment de l'oxygène.

» Si nous mettons en regard les chaînes carbonées des deux acides, nous ne pouvons arriver à construire ainsi que trois schémas :



I. Méthylecyclopenténone. II. Éthylone cyclopentène. III. Méthylecyclohexénone.

» En faisant les coupures indiquées par les lignes pointillées, nous obtenons, dans les trois cas, les mêmes produits d'oxydation, à savoir les acides acétique et lévulique.

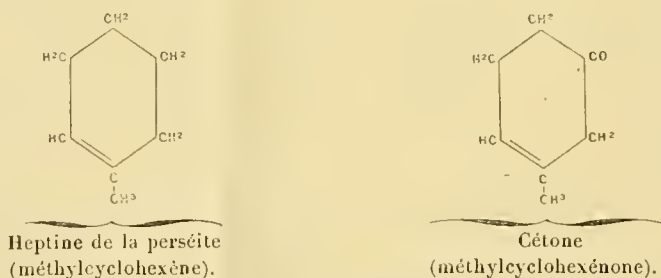
» Ces trois formules mettent également en évidence les fonctions éthyénique et cétonique de la molécule.

» En examinant la formule II nous voyons que, suivant toute vraisemblance, un corps de cette constitution devrait se combiner au bisulfite de sodium et, en tout cas, donner de l'iodoforme au contact des alcalis et de l'iode. C'est ce qui n'a pas lieu et ce qui nous porte à rejeter cette formule.

» La formule I représente une penténone, la formule III une hexénone, et nous savons par expérience qu'entre deux corps possédant la même

teneur en carbone, celui-là bout le plus haut dont la chaîne cyclique est la plus carbonée. Or le point d'ébullition (192°) conduit plutôt à admettre l'existence d'une chaîne hexagonale; c'est ainsi que la méthylcyclopenténone 3 bout à 142° et la cyclohexanone à 155°.

» L'action du perchlorure de phosphore permet aussi de tirer une indication relative à la constitution. En effet, M. Maquenne (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 1066) a trouvé que le carbure obtenu par l'action de l'acide iodhydrique sur la perséite est identique au méthylcyclohexène 1 isolé par M. Renard des produits de la distillation de l'essence de résine (*Annales de Chimie et de Physique*, 6^e série, t. XIX, p. 26) et il considère comme caractéristique des tétrahydrures benzéniques, la formation de matières colorantes vertes par l'action successive du brome, du chlorure d'aluminium et de l'alcool. Il a de plus trouvé que le méthylcyclohexène, traité par l'acide chlorhydrique et le zinc, en présence de l'alcool, se colore en vert (*Comptes rendus*, *loc. cit.*). Or la cétone dont il s'agit, qui serait en somme la cétone correspondant à l'heptine de la perséite, se colore en vert sous l'influence de l'acide chlorhydrique et de l'alcool en présence du zinc; mais la liqueur se décolore par l'hydrogénation ultérieure. Les formules de l'heptine et celle de la cétone montrent leurs analogies de constitution :



» Cependant, il y a une distinction profonde entre ces deux corps; tandis que le méthylcyclohexène, traité par l'acide sulfurique à froid, donne du méthylcyclohexane avec dégagement d'acide sulfureux, la cétone, au contraire, chauffée avec de l'acide sulfurique concentré à 150°, n'est pas attaquée.

» Je me suis demandé si cette cétone existait bien dans l'huile lourde, ou si elle n'avait pas été créée par l'action des réactifs. On ne peut pas répondre d'une façon absolue de son existence dans le mélange primitif, mais ce que l'on peut affirmer, c'est qu'une fois créée elle conserve ses caractères primordiaux. En effet, la cétone, combinée à l'hydroxylamine,

régénère la même oxime fusible à 121°,5 qui fournit le dérivé benzoylé primitif fusible à 167°.

» Dans une prochaine Note, je me propose d'indiquer le résultat de mes recherches sur la constitution de la cétone, dont l'oxime fond à 102°.

ZOOLOGIE. — *Préliminaire sur l'origine des capsules surrénales des Poissons lophobranches.* Note de M. Hurot, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les auteurs qui ont étudié le développement des capsules surrénales font dériver ces organes de l'épithélium du coelome. Les ganglions sympathiques prendraient part aussi, dans certains cas, à leur constitution. L'étude du développement des capsules surrénales chez les Poissons lophobranches m'a conduit à une conclusion toute différente.

» Chez de très jeunes embryons de *Syngnatus Dumerilii*, les deux canaux de Wolff, un peu avant de déboucher dans la vessie urinaire, présentent chacun un bourgeonnement, une évagination du côté externe. Chacun de ces bourgeons creux sera plus tard une capsule surrénale et communique, à ce moment, avec un canal de Wolff. A ce stade, les capsules surrénales ressemblent à des glandes pourvues d'un conduit excréteur.

» A un stade plus avancé, mais encore très voisin du précédent, la communication des bourgeons avec les canaux de Wolff n'existe plus et l'on trouve, à la place des deux glandes surrénales, deux vésicules closes, formées par une seule assise de cellules et entourées complètement par une fine membrane conjonctive.

» Ces vésicules se subdivisent dans la suite et formeront chacune un amas plus ou moins compliqué de vésicules secondaires, qui, chez l'adulte, sera une capsule surrénale. Les capsules surrénales peuvent garder, chez l'adulte, leur place primitive (*Syngnatus Dumerilii*, *S. rubens*, *Nerophis*) et, chez d'autres, s'enfoncer dans le tissu rénal et s'éloigner ainsi de leur lieu d'origine (*Hippocampus guttulatus*).

» Notre étude a eu pour objet un groupe très restreint de Téléostéens. Il serait donc imprudent d'étendre nos conclusions aux autres groupes de Vertébrés. Écartant l'idée d'une généralisation trop hâtive, nous pouvons cependant croire que le mode d'origine des capsules surrénales chez les Lophobranches n'est pas un fait isolé et pourra être observé dans d'autres groupes de Poissons.

» *En résumé*, les capsules surrénales des Poissons lophobranches pro-

viennent de deux diverticules creux dont chacun est un bourgeonnement de la partie postérieure d'un canal de Wolff. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur l'origine des bulbes sétigères et des néphridies chez les Annélides* (1). Note de M. AUG. MICHEL, présentée par M. E. Perrier.

« A la question si importante, en elle-même et pour l'embryogénie générale, mais si controversée, de l'origine des bulbes sétigères et des néphridies, je puis apporter quelque contribution par les résultats de mes recherches sur la régénération chez les Annélides (2).

» 1. BULBE ET SAC SÉTIGÈRES. — 1° *Nephtys*. — Les champs latéraux sont occupés par les formations sétigères, hâtives et volumineuses. L'ectoderme et le mésoderme s'y montrent en active prolifération, d'où résultent des amas entre les divers faisceaux musculaires transverso-sagittaux intermétamériques et entre les groupes de cellules épidermiques, restées cylindriques, qui leur correspondent. On est surtout frappé par l'existence d'évaginations centrifuges dans l'épiderme, dues à l'accroissement des amas mésodermiques; mais on arrive à reconnaître que dans l'axe de ces cônes mésodermiques pénètrent, et à deux niveaux ventral et dorsal, des invaginations centripètes ectodermiques. Le cône interne ectodermique se développe en *bulbe*, générateur de l'acicule et des soies; le cône externe mésodermique est le *sac*, d'où dérivent les muscles de ces organes.

» 2° *Allolobophora fetida*. — Les bulbes les plus jeunes qu'on puisse reconnaître apparaissent comme de petites masses à cellules relativement grandes, à protoplasme peu colorable, avec leurs soies distinguables de très bonne heure par leur réfringence. Ils font alors partie d'amas plus ou moins nets formés par les éléments d'une couche profonde, encore indistincte, de l'épiderme, au milieu des prolongements des cellules épidermiques et des fibres musculaires transverses naissantes; lorsqu'on suit cette couche vers le sommet du bourgeon, on la voit se réduire à des amas de cellules nés de l'ectoderme et situés entre les prolongements profonds de ses éléments. Les bulbes plus anciens, à éléments plus nombreux, avec leurs deux soies plus visibles, s'enfoncent davantage et, dépassant les faisceaux musculaires longitudinaux étendus maintenant latéralement jusqu'à eux, ils refoulent le revêtement péritonéal; celui-ci arrive à les entourer pour constituer leurs *sacs*, d'où les muscles des soies se développeront assez tardivement. Les bulbes ventraux sont voisins de l'extrémité des né-

(1) Travail des laboratoires de M. le professeur Giard, à la Sorbonne (Évolution) et à Wimereux.

(2) Voir : *Comptes rendus*, 7 et 14 décembre 1896; *Comptes rendus de la Soc. de Biologie*, 1897 et 1898. — Le Mémoire détaillé est en voie de publication.

phridies. Les bulbes dorsaux sont moins avancés que les bulbes ventraux, et ceux-ci eux-mêmes ne sont pas, comme les néphridies, reconnaissables au sommet du bourgeon.

» *L'origine des soies* est, chez les *Nephtys*, nettement intracellulaire, par suite, vraisemblablement, unicellulaire. Il en est probablement de même de l'*acicule*; sa base se trouve profondément engagée dans une grande cellule; mais, n'ayant pu réussir à distinguer un très jeune acicule en totalité à l'intérieur d'une cellule, je ne puis affirmer, d'une part, que ce soit là une cellule formatrice plutôt qu'une simple cellule de soutien par les prolongements qui y aboutissent et qui lui appartiennent peut-être, et, d'autre part, que ce soit une cellule formatrice à l'exclusion des autres cellules du fourreau de l'acicule.

» II. NÉPHRIDIES. — 1° *Allolobophora fetida*. — Les néphridies, facilement reconnaissables, dès le début, à leurs cellules transversales, disposées en séries, petites sur le cordon, plus grandes sur le pavillon, apparaissent au sommet du bourgeon dans les champs latéraux, près des métamères cœlomiques à peine érivés. Les ébauches les plus jeunes que j'aie pu distinguer étaient représentées par une grande cellule dans l'épaisseur de la cloison, à son extrémité extérieure, suivie de quelques petites cellules en une très courte série dirigée postérieurement et latéralement. D'une part, cette ébauche paraissait indépendante des deux sacs cœlomiques voisins, tout au moins du sac postérieur, plus jeune et moins étendu vers la surface, sur le côté duquel elle restait, touchant seulement sa paroi par son bord profond; d'autre part, son extrémité se trouvait faire partie des amas sous-épidermiques, précédemment indiqués à propos des soies. Dans les champs latéraux, surtout au sommet du bourgeon, les diverses couches ne sont pas encore limitées; si l'on suit, vers le plan médian, la série des coupes, on reconnaît que le lieu de formation des néphridies est plutôt en dedans du plan des faisceaux musculaires longitudinaux; mais, par contre, lorsque ces faisceaux ont disparu, on voit les sacs cœlomiques s'étendre vers la surface (pour isoler la chaîne nerveuse); en sorte que, dans la même zone profonde, on trouve, successivement et en continuité de tissus encore primitifs, les ébauches néphridiennes et les amas sous-épidermiques, les prolongements des sacs cœlomiques, l'ébauche nerveuse. Il me semble donc que l'ébauche néphridienne, intermédiaire (comme chez tous les animaux néphridiés) entre l'ébauche musculaire et l'ébauche cœlomique proprement dite, a plutôt une origine neutre, que la différenciation rendra ultérieurement ectodermique et mésodermique, suivant l'une ou l'autre extrémité, celles-ci pendant l'accroissement conservant respectivement leurs connexions sous-épidermique et péritonéale. La néphridie, d'abord courte et droite, s'allonge et refoule le revêtement péritonéal pour passer à l'intérieur du contour de la cavité cœlomique, en même temps que, par le développement de la cloison, elle s'écarte de la paroi du corps. La grande cellule, se divisant, forme une saillie à la face antérieure de la cloison, ébauche du pavillon; le cordon, avec ses petites cellules transversales alternantes, par suite de son allongement, se replie en une première anse postérieure; la partie terminale du cordon se reconnaît engagée entre le sac sétigère ventral et la future couche musculaire transverse, puis se perd parmi les cellules plus ou moins groupées de cette couche. Quant à l'ouverture extérieure à travers l'épiderme, j'ignore comment elle s'effectue; elle est très tardive, car on n'en voit pas encore de traces dans les bourgeons avancés à nombreux segments.

» 2° Chez les Polychètes (*Nephtys*, *Scoloplos*, *Nerine*) la formation même des néphridies est extrêmement tardive: sur des bourgeons avancés, avec acicule et soies bien formés, on n'en découvre pas d'ébauche.

» En résumé, dans la régénération caudale des Annélides, les *bulbes sétigères* sont *ectodermiques* et les *sacs sétigères* sont *mésodermiques*; les *néphridies* sont d'origine neutre, *ectomésodermique*, dans l'ébauche générale encore incomplètement différenciée, en sorte que les connexions de leurs extrémités sont fixées dès le début. Ces résultats, d'une part sont rationnels au point de vue de l'organogénie générale, d'autre part, en accord avec ceux de l'embryogénie ⁽¹⁾, plaident en faveur de la loi, parfois un peu légèrement attaquée, du parallélisme entre les divers modes de développement. »

M. H. TARRY adresse une série de Cartes relatives à la tempête qui a abordé l'Europe à la fin du mois de décembre dernier.

(Renvoi à M. Mascart.)

M. MARHEM adresse une Note relative à un système d'éclairage électrique latéral, en vue de prévenir les accidents sur les voies ferrées.

La séance est levée à 4 heures et demie.

J. B.

ERRATA.

(Tome CXXV, séance du 27 décembre 1897.)

Note de M. M. Lévy, Méthode spéciale pour la détermination, etc. :

Page 1142, ligne 2 en remontant, et page 1143, ligne 11, *au lieu de* $\tau_1 + \frac{i}{2} = 90^\circ$,
lisez $\tau_1 + \frac{i}{2} = \pm 90^\circ$.

Page 1147, ligne 10 en remontant, *au lieu de* 101 étoiles, *lisez* 72 étoiles.

(1) En prenant comme base de comparaison le Mémoire important le plus récent, celui de Bergh, relatif au Lombric.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1^{er} janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : 20 fr. — Départements : 30 fr. — Union postale : 34 fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,

| | chez Messieurs : | | chez Messieurs : |
|--------------------------|--|---------------------------|---|
| <i>Agen</i> | Foran frères. | <i>Lorient</i> | Baumal. M ^{me} Texier. |
| <i>Alger</i> | Chaix. Jourdan. Ruif. | | Bernoux et Cumin. Georg. |
| <i>Amiens</i> | Courtin-Hecquet. | <i>Lyon</i> | Côte. Savy. Vitte. |
| <i>Angers</i> | Germain et Grassin. Lachèse. | <i>Marseille</i> | Ruat. |
| <i>Bayonne</i> | Jérôme. | <i>Montpellier</i> | Calas. Coulet. |
| <i>Besançon</i> | Jacquard. Feret. | <i>Moulins</i> | Martial Place. Jacques. |
| <i>Bordeaux</i> | Laurens. Muller (G.). | <i>Nancy</i> | Grosjean-Maupin. Sidot frères. |
| <i>Bourges</i> | Renaud. | <i>Nantes</i> | Loisean. Veloppe. |
| <i>Brest</i> | Derrien. F. Robert. J. Robert. Uzel frères. | <i>Nice</i> | Barma. Visconti et C ^{ie} . |
| <i>Caen</i> | Jouan. | <i>Nîmes</i> | Thibaud. |
| <i>Chambery</i> | Perrin. | <i>Orléans</i> | Luzeray. |
| <i>Cherbourg</i> | Henry. Marguerie. | <i>Poitiers</i> | Blanchier. Marche. |
| <i>Clermont-Ferr...</i> | Juliot. Rihou-Collay. | <i>Rennes</i> | Plihon et Hervé. |
| <i>Dijon</i> | Lamarche. Ratel. Rey. | <i>Rochefort</i> | Girard (M ^{les}). |
| <i>Douai</i> | Lauverjat. Degez. | <i>Rouen</i> | Langlois. Lestringant. |
| <i>Grenoble</i> | Drevet. Gratier et C ^{ie} . | <i>St-Étienne</i> | Chevalier. |
| <i>La Rochelle</i> | Foncher. | <i>Toulon</i> | Bastide. Rumêbe. |
| <i>Le Havre</i> | Bourdignon. Dombre. | <i>Toulouse</i> | Gimet. Privat. Boisselier. |
| <i> Lille</i> | Thorez. Quarré. | <i>Tours</i> | Péricat. Suppligeon. |
| | | <i>Valenciennes</i> | Giard. Lemaitre. |

On souscrit, à l'Étranger,

| | chez Messieurs : | | chez Messieurs : |
|-----------------------------|--|-----------------------------|--|
| <i>Amsterdam</i> | Feikema Caarelsen et C ^{ie} . | <i>Londres</i> | Dulau. Hachette et C ^{ie} . Nutt. |
| <i>Athènes</i> | Beck. | <i>Luxembourg</i> | V. Bück. Libr. Gutenberg. Romo y Fussel. |
| <i>Barcelone</i> | Verdaguer. | <i>Madrid</i> | Gonzalès e hijos F. Fè. |
| <i>Berlin</i> | Asher et C ^{ie} . Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller. | <i>Milan</i> | Bocca frères. Hœpli. |
| <i>Berne</i> | Schmid et Francke. | <i>Moscou</i> | Tastevin. Prass. |
| <i>Bologne</i> | Zanichelli. | <i>Naples</i> | Marghieri di Gius. Pellerano. Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. |
| <i>Bruzelles</i> | Lamertin. Mayolez et Audarte. Lebègue et C ^{ie} . | <i>New-York</i> | Leucke et Buechner. |
| <i>Bucharest</i> | Sotcheck et C ^{ie} . Muller (Carol). | <i>Odessa</i> | Rousseau. |
| <i>Budapest</i> | Kilian. | <i>Oxford</i> | Parker et C ^{ie} . |
| <i>Cambridge</i> | Deighton, Bell et C ^{ie} . | <i>Palerme</i> | Clausen. |
| <i>Christiania</i> | Cammermeyer. | <i>Porto</i> | Magalhaès et Moniz. |
| <i>Constantinople</i> | Otto Keil. | <i>Prague</i> | Rivnac. Garnier. |
| <i>Copenhague</i> | Höst et fils. | <i>Rio-Janeiro</i> | Bocca frères. Loescher et C ^{ie} . |
| <i>Florence</i> | Seeber. | <i>Rome</i> | Kramers et fils. Samson et Wallin. Zinserling. Wolff. |
| <i>Gand</i> | Hoste. | <i>Rotterdam</i> | Bocca freres. Brero. Clausen. Rosenberg et Seller. |
| <i>Gènes</i> | Beuf. Cherbuliez. Georg. Stapelmoehr. | <i>Stockholm</i> | Gebethner et Wolff. Drucker. |
| <i>Genève</i> | Belinfante frères. | <i>St-Petersbourg</i> | Frick. Gerold et C ^{ie} . Meyer et Zeller. |
| <i>La Haye</i> | Benda. Payot. | <i>Turin</i> | |
| <i>Lausanne</i> | Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rübe. Twietmeyer. | <i>Varsovie</i> | |
| <i>Leipzig</i> | Desoer. Gnuse. | <i>Verone</i> | |
| <i>Liège</i> | | <i>Vienne</i> | |

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

- Tomes 1^{er} 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix..... 15 fr.
- Tomes 32 à 61. — (1^{er} Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix..... 15 fr.
- Tomes 62 à 91. — (1^{er} Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix..... 15 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

- Tome I :** Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. DERBES et A.-J.-J. SOLIER. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. HANSEN. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. CLAUDE BERNARD. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856..... 15 fr.
- Tome II :** Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. VAN BENEDEN. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur BRONN. In-4°, avec 27 planches; 1861... 15 fr.

À la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences**.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 5 janvier 1898.)

État de l'Académie au 1^{er} janvier 1898..... Pages. 5

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

| | Pages. | | | |
|---|--------|---|---|----|
| M. VAN TIEGHEM est élu Vice-Président pour l'année 1898..... | 13 | } | naître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie, et les changements survenus parmi les Membres et Correspondants pendant le cours de l'année 1897..... | |
| MM. DARBOUT et BORNET sont élus membres de la Commission centrale administrative pour l'année 1898..... | 14 | | | 14 |
| M. AD. CHATIN, Président sortant, fait con- | | | | |

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

| | | | | |
|--|----|---|---|----|
| M. LEWY. — Méthode générale pour la détermination des étoiles fondamentales et de la latitude..... | 16 | } | M. L. RANVIER. — Influence histogénétique d'une forme antérieure, à propos de la régénération de la membrane de Descemet..... | 13 |
| | | | | |

NOMINATIONS.

| | | | | |
|--|--|---|---|----|
| Liste de candidats présentés par l'Académie pour la chaire de Chimie minérale, va- | | } | cante au Collège de France : 1 ^o M. <i>Le Chatelier</i> , 2 ^o M. <i>Joannis</i> | 26 |
| | | | | |

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

| | | | | |
|--|----|---|--|----|
| M. TIL-L. MATTEI adresse une « Démonstration du postulat d'Euclide »..... | 26 | } | M. L. PESCE prie l'Académie de renvoyer son Ouvrage sur la « Navigation sous-marine » à l'examen de l'une des Commissions de prix..... | 27 |
| M. S. LEROUX adresse un Mémoire « Sur l'influence de la hauteur d'une colonne de liquide sucré, pendant sa fermentation ». | 27 | | | |

CORRESPONDANCE.

| | | | | |
|---|----|---|--|----|
| MM. W. EBERT et J. PERCIOT. — Sur la détermination des premiers termes de flexion d'un instrument méridien. Application au cercle du jardin de l'Observatoire de Paris. | 27 | } | M. PAUL LEMOULT. — Sur les éthers isocyaniques et la chaleur de formation de l'acide cyanique liquide..... | 13 |
| M. G. SOUSLOV. — Sur la représentation conforme d'une surface sur une autre.... | 30 | | | 46 |
| M. P. VIEILLE. — Sur la vitesse de propagation d'un mouvement dans un milieu en repos..... | 31 | } | M. HUOT. — Préliminaire sur l'origine des capsules surrénales des Poissons lophobranches..... | 19 |
| M. A. PEROT et CH. FABRY. — Sur une nouvelle méthode de spectroscopie interférentielle..... | 34 | | | 50 |
| M. G. SAGNAC. — Sur le mécanisme de la décharge des conducteurs frappés par les rayons X..... | 36 | } | M. AUGUSTE MICHEL. — Sur l'origine des bulbes sétigères et des néphridies chez les Annelides..... | 50 |
| M. ADRIEN GUÉBARD. — Sur un procédé simple de transformation directe en clichés photographiques des clichés typographiques et autres objets de faible relief plan. | 40 | | | 52 |
| ERRATA..... | | | | 51 |

FEB 2 1898

1898

PREMIER SEMESTRE.

3029

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

=====
TOME CXXVI.
=====

N° 2 (10 Janvier 1898).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Quai des Grands-Augustins, 55.

—
1898

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1^{er}. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé, mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation de l'Académie et l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution de ce Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5^h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 10 JANVIER 1898.

PRÉSIDIÉE PAR M. A. CHATIN.

M. A. CHATIN prononce l'allocution suivante :

« MESSIEURS,

« La gradation ou perfection des espèces végétales, donnée par la variété et la localisation des organes, par la non-multiplicité des parties homologues, et aussi par l'hermaphrodisme, tel est le sujet que je vais esquisser.

» La *racine* établit une distinction très nette entre les deux grands embranchements des Phanérogames.

» Bien localisée dans les Dicotylédones (Chou, OEillet, Rosier, Poirier), où elle se compose d'un seul corps central, duquel partent des ramifications, qui vont, s'éloignant de la souche, comme les branches s'éloignent du tronc de l'arbre, de telle sorte que le système racinaire forme comme un arbre souterrain, parallèle à l'arbre aérien.

» Au contraire, dans les Monocotylédones (Blé, Tulipe, Palmier), pas de localisation en une souche unique, mais de multiples radicelles homologues.

» La *tige* est à considérer en morphologie et en anatomie.

» En morphologie, elle se présente ramifiée chez les Dicotylédones (Chêne, Cerisier); mais ses ramifications, véritable répétition de l'axe primitif, n'impliquent pas manque de localisation.

» Quant aux Monocotylédones (Palmier, Dracéna), si elles ont souvent la tige simple, ce n'est aucunement par fait de localisation, mais par arrêt de développement, comme le prouvent les petits bourgeons existant à l'aisselle de leurs feuilles, bourgeons latents, qui parfois se développent en branches quand la tête est abattue, ce qui est d'observation commune chez les Dracénas et se voit parfois chez les Dattiers. C'est ainsi qu'il existe encore à Sidi-Ferruch, dans la cour du bel établissement agricole des Religieux, toute une cépée qui a remplacé un Dattier coupé par les boulets dans la décisive bataille qui donna Alger à la France.

» Du reste, dans bon nombre de Monocotylédones herbacées (Blé, Pâturin), les tiges sont multiples et homologues.

» Donc, ici abaissement morphologique, soit par arrêt de développement, soit par multiplication des organes.

» L'anatomie de la tige, plus encore que sa morphologie, élève les Dicotylédones. La localisation y est complète : corps fibro-vasculaire composé d'un nombre limité de faisceaux disposés symétriquement en cercle, systèmes cortical et médullaire distincts.

» Chez les Monocotylédones, au contraire, faisceaux multiples, pas de symétrie, nulle localisation.

» La *feuille*, troisième et important organe de l'appareil de nutrition, est à considérer surtout dans son pétiole, qui recèle de remarquables faits de localisation.

» Trois états sont à considérer :

» Tantôt les faisceaux libéroligneux, vraie charpente de la feuille, sont très nombreux : c'est le cas de la plupart des Monocotylédones.

» Tantôt, comme dans beaucoup de Dicotylédones (Fraisier, Tilleul), et quelques Monocotylédones (*Tamus*, *Smilax*), les faisceaux existent en nombre limité, 3, 5, 7, 9.

» Ailleurs enfin, les faisceaux se conjuguent en un seul. Attribut général des Corolliflores (Jasmin, Laurier-rose), cet état se retrouve partiellement chez les autres classes de Dicotylédones, jamais parmi les Monocotylédones.

» La forme des feuilles est le plus souvent subordonnée à la disposition des faisceaux dans leur pétiole.

» Au faisceau unique correspond toujours la nervation dite *pennée* (Olivier, Frêne).

» Aux faisceaux très nombreux, la nervation parallèle des feuilles de Monocotylédones, la partition de celles des Ombellifères.

» Enfin, à des faisceaux en nombre limité, la nervation palmée (Érable, Vigne, Platane).

» Or le signe de relèvement que j'attribue, en Botanique, à la variété, à la localisation et à la limitation de nombre des parties homologues se retrouve en Zoologie.

» Que l'on compare entre elles diverses classes, comme les Myriapodes et les Insectes hexapodes, ou le même animal aux divers stades de sa vie, la larve aux nombreux anneaux homologues, aux papillons à trois paires de pattes, au corselet et à l'abdomen localisés, en même temps que le système nerveux s'est concentré, et l'on reconnaîtra que, sur les questions ici visées, les deux règnes, appuyés l'un sur l'autre, sont en plein accord.

» Généralement étagées en spirales qui semblent ne devoir finir qu'avec l'élongation même des rameaux, les feuilles, à un moment et sur des points donnés, cessent tout à coup de se produire.

» C'est qu'un appareil nouveau, d'ordre supérieur, l'appareil de la reproduction, apparaît.

» Des verticilles ou cercles, attribut de la fleur, se substituent aux spires des feuilles.

» La symétrie foliaire fait place à la symétrie florale.

» Mais, encore ici, la nature ne fait pas de sauts, et la Rose, reine des fleurs, est la première à le proclamer, dans un distique, attribué (on ne prête qu'aux riches) à Castel :

» Son calyce, qui n'a pas rompu toutes attaches avec les feuilles dont il garde la couleur verte, en même temps que ses cinq sépales apparaissent en cinq fois, formant comme une courte spire en quinconce dont les folioles portent, dans le bouton, sur leurs bords recouvrants des barbules qui manquent aux bords reconverts, ce qu'exprime le distique, mis dans la bouche de l'un des cinq sépales, recouvrant d'un côté, recouvert d'autre côté, et le troisième né :

*Quinque sumus fratres, unus barbatus et alter ;
Imberbes alii ; Sum semiberbis ego.*

» Avec la corolle, formant le second verticille floral, avec les étamines

et les pistils, qui viennent ensuite, complétant l'appareil de reproduction, s'affirme, par la naissance simultanée, de toutes les parties, quel qu'en soit le nombre, de chaque cercle, le type floral.

» Mais l'apparition en une seule fois des parties d'un verticille corollin, staminal ou pistillaire reste, toutefois, subordonnée à ce fait que, quel que soit d'ailleurs leur nombre sur chaque cercle, le nombre des cercles sera, pour chaque sorte d'organes, limité à un, à deux au plus.

» Mais si, ce qui n'est pas rare pour les étamines et les pistils, leurs parties viennent à se multiplier, comme cela a lieu pour les Magnolias et les Renoncules, il y a rétrogradation vers le type foliaire spiralé; cette rétrogradation est inconnue dans les Corolliflores.

» Par la réunion, dans une même fleur, des appareils mâle et femelle, étamines et pistils, ce qui constitue l'hermaphrodisme, le règne végétal rompt, vis-à-vis du règne animal, la solidarité qui l'unissait à lui par les organes de nutrition (aux points de vue de la localisation, de la variété et de la limitation du nombre de ces organes).

» C'est qu'un nouveau facteur, propre aux animaux, l'appareil nerveux, qui préside à la volonté, à la locomotilité, et généralement à toute la vie de relation, est apparu : comme conséquence l'animal pouvant librement rechercher sa compagne sera dioïque.

» Quelques attaches, du reste, resteront encore ici par leurs représentants les plus dégradés, hermaphrodites chez quelques animaux privés de locomotilité (huitres, etc.), unisexués en d'assez nombreuses plantes.

» C'est dans les Dicotylédones supérieures, les Corolliflores surtout, que règne sans partage l'hermaphrodisme.

» Là, les pétales sont unis en une enveloppe continue (Bruyère, Liséron, Nicotiane), comme pour mieux assurer la fécondation autonome et empêcher que le léger pollen ne s'échappe pour aller, chez les fleurs du voisinage, se livrer à ces fécondations adultères dites, par quelques-uns, nécessaires pour assurer la perpétuité de l'espèce : assertion beaucoup trop absolue contre laquelle protestent les faits et qui déjà a rejoint l'hypothèse des plantes carnivores, attribuant un rôle de carnassiers à nos bien innocents *Rosolis* (*Drosera*), qui émaillent, de leurs frères épis blancs, les mousses qui tapissent les prés humides ou sont flottantes sur les marécages.

» Que si, en effet, le *Rosolis* emprisonne, en rapprochant sur lui les bords de sa feuille et l'entourant de nombreux cils qui la recouvrent, l'insecte gourmand venu boire le nectar qu'elle produit, il ne fait pas autre-

ment pour la sèche bûchette ou le petit caillou accidentellement projetés sur elle.

» Le *Rossolis* ne dévore pas plus l'insecte que le caillou :

» L'occlusion de la feuille du *Rossolis* a d'ailleurs pour cause la faculté d'irritabilité, irritabilité bien connue et si brusquement mise en jeu dans la *Sensitive* dès qu'on la touche, ou simplement par le passage d'un nuage agitant l'air, irritabilité qui, par phénomène spontané ou que provoque une faible piqûre, fait que les étamines, sortant vivement du capuchon où elles s'abritaient dans le *Kalmia*, l'*Épine-Vinette*, la *Pariétaire* et l'*Ortie*, la *Rue*, les *Mahonias*, etc., viennent se jeter sur le pistil, qu'elles recouvrent du pollen fécondateur.

» Dans le *Sparmannia*, les étamines redressées autour du pistil, successivement jettent sur lui leur poussière fécondante, puis retombent inertes.

» Dans les *Passiflores*, *Nigelles* et *Onagres*, ce sont les stigmates qui vont au-devant des étamines.

» Certaines fleurs de *Lamium*, de *Viola* et d'*Oxalis*, toujours closes, ont cependant des graines fertiles.

» Ces fleurs, dites *clandestines*, se retrouvent dans trente familles.

» Il en est de même des fleurs dites à huis clos (*Campanulées*, *Riz*, etc.).

» Pourquoi, se demandera-t-on encore, ces intéressants phénomènes, s'il ne doit, s'il ne peut y avoir de fécondation autonome?

» L'hermaphrodisme, forme de localisation appropriée à la vie de la plante, est, lui aussi, comme la variété des organes, etc., un signe de perfection du végétal, mais il est des exceptions.

» Ici se présentent toute une série de faits trop instructifs pour que quelques-uns d'entre eux ne soient pas rappelés.

» Chez les plantes monoïques (*Noyer*, *Châtaignier*), les fleurs mâles sont en général assez nombreuses et rapprochées des fleurs femelles sur le même pied.

» Souvent même les fleurs mâles, placées au-dessus des fleurs femelles, n'ont qu'à s'ouvrir pour que le pollen tombe sur les stigmates.

» Dans les plantes dioïques (*Dattier*, *Pistachier*, *Épinard*), les individus mâles sont fréquemment entremêlés aux pieds femelles; mais les sexes peuvent, par circonstances diverses, être fort distants l'un de l'autre; c'est ainsi qu'il n'existe en France que des pieds femelles du *Saule pleureur* et des mâles de *Stratiotes*.

» En cette classe de végétaux, le pollen toujours sec et très fin, jamais gros comme en bon nombre d'espèces hermaphrodites, peut être porté par

les vents à de grandes distances : les prétendues pluies de soufre ne sont autre chose que des pluies de pollen venant de lointaines forêts de Pins.

» Il est cependant quelques exemples historiques de plantes dioïques, restées stériles par suite de l'éloignement de tout pied mâle.

» Un Palmier femelle (*Chamærops*) vécut stérile à Berlin, jusqu'au jour où le savant Gleditsh, imitant une pratique des Babyloniens et des Arabes pour féconder le Dattier, secoua sur ses fleurs du pollen rapporté de Carlsruhe, où il y avait un *Chamærops* mâle.

» C'est aussi à Berlin qu'un pied femelle du *Rhodiola*, jolie Crassulacée de nos Alpes cultivée au Jardin botanique depuis 1802, ne fructifia qu'en 1850, époque où une plante mâle fut mise près de la femelle.

» Sur le golfe de Venise, à Otrante, végétait un Dattier femelle, qui ne devenait fécond que les rares années où des vents favorables lui apportaient le pollen d'un Dattier mâle placé à trente milles de là, à Brindisi.

» Étant donné que le pollen perd toute qualité prolifique au contact de l'eau, la fécondation des plantes vivant submergées semblait devoir être impossible, même pour les espèces hermaphrodites; mais il n'en est rien, grâce à des conditions providentielles.

» Ou, comme dans les Potamots et l'*Utriculaire*, qui vivent entre deux eaux, le moment fixé pour la fécondation étant arrivé, les pédicelles, se redressant, élèveront les fleurs au-dessus de l'eau.

» Ou, comme pour l'*Alisma natans*, la *Callitriche* d'automne, partie des fleurs de l'*Euryale* et certaines Renoncules aquatiques, les fleurs, restant submergées, garderont bien closes leurs corolles, sous lesquelles, à la faveur d'une bulle d'air retenue captive, le pollen pourra arriver, sans altération, aux stigmates.

» Ou encore, l'*Aldrovanda*, hôte des eaux dormantes du midi de la France, sous lesquelles elle reste attachée au sol jusqu'au jour où, le moment de l'anthèse approchant, elle s'élèvera, légère, à la surface de l'eau, portée par mille bulles d'air qui ont rempli les lobules de ses feuilles, changés en autant de petites vésicules.

» Plus merveilleux encore sont les phénomènes qui assurent la fécondation de la *Vallisnérie*, espèce dioïque qui vit fixée au fond du Rhône et des canaux du Midi, où elle semblait condamnée à une stérilité éternelle à laquelle elle n'échappera que par une série d'actes qui, signalés pour la première fois par Micheli il y a près de deux cents ans, sont toujours sujet d'étonnement et d'admiration.

» Portées chacune sur un pédicelle indéfiniment extensible, les fleurs

femelles s'élèvent, par l'allongement de celui-ci, jusqu'à la surface des eaux, où elles resteront longtemps, attendant la visite des fleurs mâles, qui, surmontant tous les obstacles, ne manqueront pas au rendez-vous.

» Réunies en grand nombre sur de courts pédicelles inextensibles, les fleurs mâles, au moment voulu, briseront leurs attaches et, allégées par une bulle d'air renfermée sous leur calyce, s'élèveront comme autant de petits ballons, à la surface de l'eau, où elles se mêleront aux fleurs femelles.

» Alors leurs calyces (¹) s'ouvrent, et le pollen se porte librement sur les pistils.

» Après ce temps, le long pédicelle de la fleur femelle s'enroule en une courte spirale et la ramène au fond des eaux (²).

» On comprend que cet ensemble harmonique de phénomènes ait inspiré les poètes, au premier rang desquels Castel et l'abbé Delille.

» Castel les expose ainsi dans son poème, *Les Plantes* :

Le Rhône impétueux (³), dans son onde écumante,
Pendant neuf mois entiers nous dérobe une plante,
Dont la tige s'allonge en la saison d'amour,
Monte au-dessus des flots et brille aux yeux du jour.
Les mâles, jusqu'alors dans le fond immobiles,
De leurs liens trop courts brisent les nœuds débiles,
Voguent vers leur amante et, libres dans leurs feux,
Lui forment sur le fleuve un cortège amoureux.
On dirait d'une fête où le dieu d'Hyménée
Promène sur les flots sa troupe fortunée.
Mais les temps de Vénus une fois accomplis,
La tige se retire en rapprochant ses plis
Et va mûrir sous l'eau sa semence féconde.

» Je rappelle que j'ai donné (⁴) une raison anatomique de l'enroulement du pédicelle de la Vallisnérie, où un petit cordon libérien asymétrique qui manque aux pédicelles mâles et aux tiges, remplit, par rapport à un faisceau central, le rôle du métal le moins dilatable dans le thermomètre de Bréguet ; explication qui, sans rien ôter au merveilleux du phénomène,

(¹) La corolle avorte.

(²) Contrairement à la croyance ancienne, l'enroulement et le retrait sont fatals, même pour les fleurs non fécondées.

(³) A noter que la Vallisnérie se trouve vers les bords du fleuve, où l'eau est le moins agitée.

(⁴) A. CHATIN, Mémoire sur le *Vallisneria spiralis*, avec cinq planches, in-4°. Paris, Mallet-Bachelier; 1855.

montre qu'il est voulu, rien n'étant laissé au hasard dans la providentielle ordonnance des corps organisés, pas plus que dans l'harmonie générale des mondes qui circulent, sans jamais se heurter, dans les espaces célestes.

» D'Abbadie (Antoine-Thompson), né en 1810 à Dublin, est mort à Paris le 20 mars 1897. Sa famille, originaire des Basses-Pyrénées, y avait de grands domaines, ancienne seigneurie, dans lesquels elle vint se réinstaller en 1820.

» D'humeur aventureuse et d'une intrépidité bien béarnaises, d'Abbadie, que poussaient d'ailleurs des aspirations vers les choses de la Science, voulut servir celle-ci dans de lointains voyages, où au travers de populations toujours défiantes, parfois hostiles, il sut honorer et faire aimer le nom de la France.

» Après avoir rempli au Brésil une mission que lui avait confiée notre Académie, d'Abbadie partit avec son jeune frère Armand, pour explorer l'Éthiopie où il séjourna de 1837 à 1845, s'avancant jusqu'aux sources du Nil Blanc et se livrant à de savantes études d'Astronomie, de Géodésie, de Physique, de Géographie, d'Histoire, de Numismatique et d'Ethnographie.

» De sérieuses notions de Médecine qu'il avait acquises en prévision de ses futurs voyages, où elles pouvaient lui servir de passeport, le firent consulter souvent par les indigènes; ses succès lui valurent même le nom de *grand médecin français*, honneur qui, m'a-t-il dit, le rendit plus d'une fois perplexe, car il fallait toujours guérir, sous peine, peut-être, de mort.

» En 1882, malgré son âge déjà avancé, A. d'Abbadie accepta de l'Académie des Sciences une troisième mission et partit pour observer le passage de Vénus à Saint-Domingue.

» Il fut le seul, je crois, à qui sa visite à la brillante déesse ne rapportât rien, ni places, ni honneurs. Le gentilhomme béarnais ne recherchait que la pure gloire, en servant la Science et son pays.

» M. d'Abbadie a beaucoup observé et beaucoup écrit.

» Ses principales publications sont les suivantes :

» *Observations relatives à la Physique du globe*, faites au Brésil et en Éthiopie, 1873.

» *Géodésie d'une partie de la Haute Éthiopie*, Ouvrage revu par M. Radau, 1875.

» *Dictionnaire de la langue Amaviriz*, 1881.

» Quelque temps après son retour d'Éthiopie, où il avait servi grandement la France, en préparant, auprès du Négus, de bonnes et amicales relations entre les deux pays, A. d'Abbadie était nommé chevalier de la Légion d'honneur, en même temps que son frère Armand.

» On peut croire que notre digne Confrère était, à sa mort, le plus ancien chevalier de France — et de Navarre.

» D'autres honneurs lui étaient réservés.

» D'Abbadie, qui en 1892 avait été élu Président de l'Académie des Sciences, recevait de celle-ci, en 1896, la médaille Arago, haute et rare récompense attribuée aux auteurs d'importants services rendus à l'Astronomie.

» Comme le duc d'Aumale, d'Abbadie a voulu que son œuvre lui survécût en donnant généreusement à l'Académie des Sciences, pour qu'elle y assurât la continuation de cette œuvre, son bel observatoire d'Abbadia, avec le château, ses dépendances territoriales et revenus. Ainsi que l'en assura, dans une éloquente allocution, notre éminent Confrère le Président Cornu, en lui remettant solennellement la médaille Arago dans la séance du 26 janvier 1896, l'Académie veillera jalousement à ce que les recherches commencées à l'observatoire d'Abbadia y soient continuées à la fois dans l'intérêt de la Science et pour l'honneur de la mémoire du généreux donateur, à qui chacun de ses Confrères garde un souvenir reconnaissant.

» Des Cloizeaux (Legrand-Alfred-Louis-Ollivier) naquit à Beauvais le 17 octobre 1817; il est mort le 6 mai 1897.

» Ses études classiques terminées, Des Cloizeaux ne tarda pas, dans un but d'études minéralogiques et géologiques, à entreprendre de longs voyages en Allemagne, en Russie, dans la Scandinavie et l'Islande, où il eut, raconte-t-il, le rare bonheur d'assister à une éruption de l'Hécla, au cours de l'année 1845.

» Bientôt après, il marquait par d'intéressantes recherches sa place au premier rang des minéralogistes cristallographes.

» Sa carrière scientifique, désormais assurée, marchera à grands pas.

» Répétiteur à l'École Normale en 1858, Membre de l'Académie des Sciences où il occupa, en 1869, le fauteuil de l'infortuné Vicomte d'Archiac, il était nommé, l'année suivante, professeur au Muséum.

» L'Université de Leyde lui décernait, en 1895, un diplôme d'honneur de Philosophie.

» En même temps qu'il se livrait à de brillantes recherches originales, M. Des Cloizeaux écrivait des Ouvrages de vulgarisation, parmi lesquels :

» *De l'emploi des propriétés optiques biréfringentes en Minéralogie*, in-4°, 1857.

» *Leçons de Cristallographie*, in-4°, 1861.

» *Manuel de Minéralogie*, 2 vol. in-8°, 1862-1874.

» *Sur les propriétés optiques et cristallographiques des minéraux*, in-8°, 1875.

» M. Des Cloizeaux, qu'une longue et douloureuse maladie tenait depuis plusieurs années éloigné de son laboratoire et de nos séances, a tracé dans la Science, par ses belles études de Cristallographie optique, un fécond sillon.

» Nous garderons à l'éminent et bon Confrère, qui fut d'un commerce agréable et sûr, un durable souvenir.

» Fils de Frédéric Schützenberger, professeur à l'École de Droit et maire de Strasbourg, Paul Schützenberger, notre éminent et très regretté Confrère, naquit en cette ville le 23 décembre 1829; nous l'avons perdu le 26 juin dernier : enlevé par une courte, mais implacable maladie qui le terrassa comme il mettait la dernière main à ses belles recherches sur les corps de la complexe série des albuminoïdes.

» L'un de ses oncles, Charles Schützenberger, professeur à la Faculté de Médecine, frappé de ses heureuses dispositions, forma le projet de l'avoir pour successeur. C'est dans cette vue qu'il obtint de lui, non sans quelques difficultés, de suivre les cours de la Faculté.

» Mais, bien avant d'arriver au doctorat, le jeune Paul se donnait tout entier à la Chimie vers laquelle il était invinciblement attiré.

» Admis, dès 1849, dans le laboratoire du vénérable Caillot (père de l'un de nos plus brillants généraux de corps d'armée), il y remplaça Ad. Wurtz, cet élève de Caillot à qui il devait, plus tard après la triste guerre de 1870, donner l'hospitalité, à Paris, dans son propre laboratoire.

» En 1853, le savant Persoz, rude aux siens comme à lui-même, le prenait au titre de préparateur de son *Cours de Teinture et d'Impressions* au Conservatoire des Arts et Métiers.

» Mais un an à peine s'était écoulé qu'il acceptait successivement, de la ville de Mulhouse, la direction de ses Écoles, *Professionnelle et Supérieure de l'Enseignement des Sciences*.

» C'est là que vint le chercher le sagace et prévoyant Balard, pour qu'il le secondât dans cet enseignement du Collège de France, qui devait plus tard lui échoir, par droit de conquête.

» Les travaux de Schützenberger, publiés dans plus de cent Mémoires au milieu desquels émergent, comme des phares, ses longues et brillantes recherches sur les matières colorantes et sur les composés albuminoïdes, au milieu desquelles une mort prématurée est venue l'arrêter dans ses découvertes.

» Schützenberger mena de front, avec les recherches originales, la publication d'importants Ouvrages de vulgarisation, parmi lesquels nous citerons les suivants :

» *Chimie appliquée à la Physiologie animale et au diagnostic médical*, 1864.

» *Des matières colorantes*, 1866.

» *Les Fermentations*, 1875.

» *Traité de Chimie générale*, comprenant les applications de la Chimie aux Sciences biologiques et aux Arts industriels, six volumes in-8°, 1879-1890.

» Ses remarquables et incessants travaux avaient porté Schützenberger au premier rang des chimistes du temps présent ; aussi voyons-nous tous les Corps savants s'empressez de l'appeler à eux :

» En 1876, il succède, au Collège de France, à Balard.

» En 1877, il remplace Gobley au Conseil d'hygiène, où il fait, durant vingt ans, d'importants rapports sur des sujets de Chimie industrielle (acétylène, etc.).

» En 1882, la ville de Paris, qui vient de créer une École de Physique et de Chimie, lui en confie la direction.

» En 1884, il remplace J.-B. Dumas à l'Académie de Médecine.

» En 1888, il vient occuper, à l'Académie des Sciences, comme par acclamation, le fauteuil du savant Debray.

» Entre temps, Ch. Sainte-Claire Deville s'était déchargé, sur notre infatigable Confrère, de la Direction de l'École pratique des Hautes Études à la Sorbonne.

» Ardent au travail et heureux dans ses recherches comme son compatriote et ami Ad. Würtz, Schützenberger aimait encore, comme Würtz, à se distraire parfois de l'assiduité au laboratoire par le plaisir de la chasse.

» Retiré pendant les vacances dans son charmant cottage de Salnette Saint-Briac, non loin de Saint-Malo, où, depuis que sa chère Alsace est dé-

tenue par un État étranger, il avait renoncé, bien qu'à regret, à la revoir, il se reportait, en poursuivant la bécasse et la perdrix dans les jaunes Ajoncs et les grandes Bruyères roses d'Ille-et-Vilaine, aux chasses que, en des temps plus heureux, il avait faites au grand coq de bruyère, au délicieux alpin et à la silencieuse gelinotte, au milieu des Myrtilles noires et des rouges Airelles qui mûrissent leurs baies savoureuses à la demi-ombre des Pins à crochet et des Bouleaux des Hautes-Vosges.

» Mais travaux en plein cours, loisirs champêtres au milieu desquels se préparaient, comme de futures moissons sur une terre en jachère, de nouvelles découvertes, douces joies de la famille, elles aussi toujours mêlées au travail de la pensée, amitiés auxquelles il fut toujours fidèle, tout a été brisé par l'atteinte mortelle qui nous a brusquement enlevé l'éminent, bon et aimé Confrère dont chacun de nous gardera pieusement la mémoire.

» On le voit, nos pertes ont été cruelles. Trois de nos Confrères des plus aimés ont payé la dette que chacun de nous contracte en naissant.

» Mais l'Académie, rajennie par la mort même, a déjà rempli ses vides.

» A d'Abbadie, à Des Cloizeaux, à Schützenberger, éminents et regrettés Confrères, ont succédé MM. Hatt, de Lapparent et Ditte qui seront, comme leurs devanciers, l'honneur de notre Compagnie. »

PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1897.

GÉOMÉTRIE.

PRIX FRANCOEUR.

(Commissaires: MM. Hermite, J. Bertrand, Poincaré, Picard;
Darboux, rapporteur.)

A l'unanimité, la Commission décerne le prix à **M. G. ROBIX**, pour l'ensemble de ses Travaux mathématiques.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Hermite, J. Bertrand, Darboux, Sarrau;
Poincaré, rapporteur.)

La Commission, à l'unanimité, propose de décerner ce prix à **M. R. LIOUVILLE** pour l'ensemble de ses travaux mathématiques et mécaniques.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS.

(Commissaires : MM. de Bussy, Guyou, de Jonquières, Sarrau, Bouquet de la Grye.)

Rapport sur les travaux de MM. Gossot et Liouville; par M. SARRAU.

Les formules usuelles du frettage des bouches à feu sont fondées sur les conditions de l'équilibre élastique d'un tube cylindrique. On suppose, pour établir ces conditions, qu'une pression constante et uniforme s'exerce sur chaque surface cylindrique limite et que des tractions, égales et opposées, constantes et uniformes, s'exercent sur les sections planes extrêmes.

En fait, dans le cas des canons, le problème se présente autrement : la pression intérieure et la traction sur la tranche de culasse sont des fonctions du temps; la traction sur la tranche de la bouche se réduit à zéro. Rien ne permet donc de supposer *a priori* que les déformations ainsi produites aient quelque analogie avec les déformations d'équilibre.

Le général Virgile a déjà signalé cette difficulté : « Si la pression des gaz, dit-il, se développait assez lentement pour qu'il y ait, à chaque instant, équilibre entre cette pression et les résistances élastiques de toutes les tranches de métal, le travail moteur des gaz serait, également à chaque instant, détruit par le travail résistant de l'élasticité et les choses se passeraient comme dans le cas d'un équilibre statique (1). » Si, au contraire, la pression atteignait instantanément son maximum et s'y maintenait un certain temps, la déformation serait tout autre et, de l'analyse approchée du phénomène, le

(1) *Études sur la résistance des tubes métalliques simples ou composés, avec application à la construction des bouches à feu (Mémoires de l'Artillerie de la Marine, t. I).*

général avait conclu que « l'expansion de l'âme de la bouche à feu », pour la même pression maximum, était double de celle qui se produit dans le cas précédent.

En pratique, la pression des gaz est rapide, mais elle n'est pas instantanée et la déformation doit se placer entre celles qui correspondent à ces deux cas extrêmes.

L'emploi des poudres lentes s'étant aujourd'hui généralisé, il se peut que le développement de la pression soit assez ralenti pour que la déformation statique se produise sensiblement, de manière à rendre suffisamment exactes les formules de frettage.

Telle est la question que MM. Gossot et Lionville étudient dans leur *Mémoire sur les vibrations élastiques et la résistance des canons*. Ils considèrent un tube simple soumis, ainsi qu'il a été dit plus haut, à des efforts superficiels fonctions du temps et ils déterminent par une analyse rigoureuse, suivant la théorie de l'élasticité, les déformations qui en résultent.

Pour faire le calcul il faut d'abord connaître les fonctions qui expriment la pression et la traction sur les surfaces limites; les auteurs y parviennent en admettant, d'après de nombreuses expériences, que la pression développée en un point de l'âme par les gaz de la poudre peut être représentée d'une façon très approchée, jusqu'au maximum et même un peu au delà, par l'expression $A(1 - \cos \alpha t)$, A et α étant des constantes. La première, A , est la moitié de la pression maximum; la seconde, α , caractérise la vivacité de la poudre.

La solution se développe ensuite suivant les méthodes ordinaires de la Physique mathématique. Le déplacement d'un point quelconque de la masse élastique se compose d'un déplacement radial ϵ et d'un déplacement longitudinal ω ; les quantités (ϵ, ω) sont des fonctions de trois variables (r, z, t) désignant la distance de ce point à l'axe du tube, sa distance à la tranche de culasse et le temps. Ces fonctions satisfont à deux équations aux dérivées partielles, aux équations à la surface et aux conditions imposées par l'état initial du tube qui est le repos, avec des vitesses nulles de tous ses points; elles sont ainsi complètement déterminées.

Les auteurs évaluent successivement ϵ et ω , et les méthodes qu'ils emploient pour ces deux déplacements sont fort différentes, ces différences se justifiant par la nature même des questions traitées. De plus, pour simplifier les calculs, qui restent encore fort complexes, ils se sont limités à

l'étude des phénomènes qui se passent sur les surfaces limites. Les résultats qu'ils obtiennent ainsi sont les suivants :

En chacune des sections normales extrêmes, le déplacement ε peut être regardé comme résultant de plusieurs autres. Le premier est indépendant du temps; c'est un déplacement statique, celui qui correspondrait à une pression intérieure égale à A et à deux tractions opposées, constantes et uniformes, agissant aux extrémités du tube, ces tractions se réduisant à zéro sur la section qui est du côté de la bouche. A ce déplacement il faut ensuite superposer un mouvement périodique, de période $\frac{2\pi}{\alpha}$ et d'amplitude connue, que les Auteurs appellent *mouvement principal*; enfin une infinité de mouvements périodiques qui sont les vibrations propres du canon.

Pour avoir les périodes de ces derniers, on est conduit à calculer les racines d'une équation transcendante dépendant des fonctions de Bessel d'indice zéro et de leurs premières dérivées. Leurs amplitudes sont les coefficients du développement d'une fonction simple $ar^2 + b$ suivant les produits de r par des fonctions de Bessel portant sur certains multiples de la variable r .

Les valeurs numériques de ces éléments dépendent d'une variable caractéristique $\frac{\tau_0}{\tau}$, τ_0 désignant le temps que le son met à parcourir l'épaisseur du tube et τ désignant le temps que la pression intérieure met à atteindre son maximum. La valeur de cette variable est telle, dans les conditions normales des bouches à feu, que l'amplitude des vibrations est absolument négligeable; il ne reste donc que le déplacement statique et le mouvement principal dont l'élongation maxima est à très peu près égale à ce déplacement.

Il en résulte comme conclusion que le maximum du déplacement radial équivaut, sauf une différence inappréciable, au déplacement qui assurerait l'équilibre sous une pression constante égale à $2A$, c'est-à-dire la pression maximum.

Quant au déplacement longitudinal w , il satisfait à une équation aux dérivées partielles dont on a immédiatement l'intégrale générale avec deux fonctions arbitraires explicites, et c'est dans la recherche de la solution satisfaisant aux conditions aux limites, que se trouvent les seules difficultés du problème. La solution définitive est donnée, non par une expression unique, fonction analytique de z et de t , mais par une série d'expres-

sions de cette espèce qui se succèdent et se raccordent les unes aux autres. Le mouvement qu'elle représente peut être regardé comme formé par une série d'ondes se propageant dans le tube et se réfléchissant à ses extrémités.

Le calcul montre que, dans les conditions ordinaires de la construction et du chargement des bouches à feu, c'est à l'une des extrémités du tube, celle qui est du côté de la culasse, que se produit le maximum de la déformation et, de plus, que cette déformation ne diffère pas sensiblement de celle que réaliserait l'équilibre sous une pression constante égale au maximum de la pression effectivement appliquée et deux tractions opposées, constantes aussi, et égales au maximum de la traction effective.

En résumé, pour le déplacement longitudinal comme pour le déplacement radial, le tube constitue un système élastique résistant aux efforts qu'on lui fait subir suivant un mode dont les différences avec le fonctionnement statique sont numériquement négligeables, en sorte que le résultat définitif de ces recherches implique la justification des calculs de résistance tels qu'ils sont faits aujourd'hui par l'Artillerie de la Marine.

Ce résultat est d'une haute importance et, pour l'obtenir, les Auteurs ont déployé un grand talent d'analystes et une extrême habileté dans les calculs pénibles et compliqués que les vérifications rendaient nécessaires ; la Commission propose de leur décerner un prix sur les fonds mis à la disposition de l'Académie par le Département de la Marine.

Rapport sur les travaux de M. Decante, par M. GUYOU.

La détermination de l'azimut d'un astre est le problème astronomique que les marins ont le plus fréquemment à résoudre à la mer. Cet élément est, en effet, nécessaire soit pour vérifier les compas, soit pour tracer les droites de hauteur.

Les marins, qui connaissent toujours leur latitude avec une approximation suffisante pour ce problème, peuvent obtenir l'azimut d'un astre dont la déclinaison est connue soit en mesurant sa hauteur, soit en utilisant l'angle horaire déduit du temps local et de l'ascension droite.

La première méthode est peu en usage, elle exige une observation au sextant ; elle n'est pas toujours applicable, la nuit par exemple ou par temps de brume.

Par la seconde, au contraire, l'Officier de Marine peut, à l'aide d'une

montre et de la *Connaissance des Temps*, déterminer à toute heure, de sa chambre, l'azimut cherché. Aussi cette dernière méthode est-elle presque exclusivement adoptée.

Divers systèmes de Tables ont été publiés pour faciliter aux marins la recherche de l'azimut. Les plus répandues sont celles de M. Labrosse, qui donnent le résultat à vue pour les lieux situés par des latitudes inférieures à 61° et les astres dont la déclinaison ne dépasse pas 30° , et celles du Capitaine de frégate Perrin. Ces dernières exigent un petit calcul, mais leurs limites sont plus étendues; elles offrent, en outre, l'avantage de donner une solution rapide de divers autres problèmes usuels. Enfin, elles sont très peu volumineuses.

Les Tables d'azimut que M. DECANTE soumet au jugement de l'Académie présentent, avec celles de M. Labrosse, une grande analogie; elles donnent, en effet, comme ces dernières, le résultat à vue; la limite en latitude est peu différente, mais la limite en déclinaison y est reculée jusqu'à 48° . De plus, au lieu de s'arrêter à la limite d'une heure pour la valeur de l'angle horaire, elles donnent l'azimut jusqu'à l'instant du passage au méridien. Il en résulte qu'elles peuvent être utilisées pour le tracé des droites de hauteur, même pour les observations circumméridiennes, dont l'usage est fréquent à la mer.

Pour éviter l'inconvénient qu'offrent, dans la pratique, des Tables trop volumineuses, M. Decante a adopté une disposition ingénieuse. Ses Tables sont réparties en sept fascicules convenant chacun à une zone suffisamment étendue de la Terre; par suite, dans la pratique, les marins n'ont besoin de conserver sous la main que le fascicule de la région où ils se trouvent, de sorte que, malgré leur étendue considérable, les Tables de M. Decante sont aussi maniables que de petites Tables.

En résumé, les Tables d'azimut de M. DECANTE présentent, sur les Tables d'origine antérieure, des avantages importants; elles rendront assurément service à la Navigation.

Pour ces raisons, votre Commission vous propose d'attribuer un prix à leur Auteur sur les fonds alloués par le Département de la Marine.

M. le Lieutenant de vaisseau CHERON a envoyé un Travail sur différentes questions intéressant les navires sous-marins.

La Commission, après l'avoir examiné, propose de lui attribuer un prix

sur les fonds alloués par le Ministre de la Marine pour récompenser les progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Sarrau, Léauté, Boussinesq, Sebert ;
Maurice Lévy, rapporteur.)

Il y a quelques années, l'un de nous a rendu compte à l'Académie d'expériences qu'il poursuivait dans le but d'arriver à substituer la traction mécanique des bateaux, au halage par chevaux. Le système expérimenté consistait dans l'emploi d'un câble sans fin, mis en mouvement par une machine à vapeur, les deux brins longitudinaux du câble étant placés à une certaine hauteur au-dessus des deux rives du canal. Par suite du mouvement imprimé au câble, ces deux brins marchent en sens contraire, de sorte que les bateaux allant dans un sens n'ont qu'à s'atteler à l'un des brins et ceux allant en sens contraire au brin de la rive opposée pour être entraînés, les croisements se faisant ainsi sans danger.

On ne reviendra pas sur les difficultés d'exécution que présentait la réalisation de ce mécanisme, qui avait déjà été tentée de diverses manières et qui est désignée aujourd'hui sous le nom de *halage funiculaire*. Après deux années d'expériences faites sur les canaux de Saint-Maur et Saint-Maurice, entre Charenton et Joinville, où l'on rencontrait réunies, sur un parcours de 5^{km}, les principales difficultés pratiques que l'on pouvait prévoir, l'Administration, ayant jugé que ces difficultés avaient été suffisamment résolues, a prescrit qu'une première application du système serait faite au souterrain du mont de Billy, sur le canal de l'Aisne à la Marne, et que le matériel employé aux expériences y serait autant que possible utilisé.

Le canal de l'Aisne à la Marne qui sert de trait d'union entre nos deux principaux réseaux de canaux : ceux du Nord et de l'Est, est bien plus fréquenté que les canaux sur lesquels les expériences avaient été faites et, pour cette raison, une application définitive du système expérimenté y était bien mieux à sa place. Son tonnage en pleine croissance est passé, en dix ans, de 700 000 à 1 400 000^{tonnes} par an. Le souterrain du mont de Billy, de 2300^m de longueur, est à voie unique. Malgré l'emploi de chevaux de renfort, payés très cher, il fallait près de six heures pour le traverser, de sorte

qu'en marchant de jour et de nuit on ne pouvait faire que quatre passages de convois par vingt-quatre heures, deux dans chaque sens.

Aujourd'hui, grâce à l'emploi du halage mécanique, on fait ces passages en douze heures, c'est-à-dire sans obliger les mariniers à marcher de nuit. Ils gagnent deux heures de temps sur le passage, peuvent profiter de la nuit employée autrefois à attendre leur tour de passage, pour continuer leur route et payent à l'État un droit moyen de traction d'environ 3^{fr} au lieu qu'ils payaient précédemment 5^{fr} les chevaux de renfort qui leur étaient nécessaires.

Le projet a été dressé, sous la direction de l'un de nous, par M. PAVIE, Ingénieur des Ponts et Chaussées, qui avait collaboré aux expériences de Charenton.

Il a été réalisé et mis en exploitation par MM. les Ingénieurs du canal de l'Aisne à la Marne, à savoir : M. l'Ingénieur en chef **BOURGUIN** et M. l'Ingénieur **PIGACHE**.

Comme il arrive toujours quand un système nouveau est mis à l'épreuve de la pratique, diverses difficultés nouvelles, que les expériences n'avaient pas révélées, se sont présentées. MM. Bourguin et Pigache les ont surmontées avec autant d'habileté que de dévouement.

M. Bourguin en a rendu compte, ainsi que des résultats très satisfaisants de l'exploitation pendant l'année 1896, dans un Mémoire très intéressant publié aux *Annales des Ponts et Chaussées*.

La Commission a l'honneur de proposer à l'Académie, de partager le prix de Mécanique entre les trois principaux collaborateurs de cette œuvre d'utilité publique :

MM. **BOURGUIN**, Ingénieur en chef, **PAVIE** et **PIGACHE**, Ingénieurs ordinaires des Ponts et Chaussées.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. de Bussy, Sarrau, Maurice Lévy, Deprez ;
Guyou, rapporteur.)

Deux Ouvrages ont été soumis à l'examen de la Commission, l'un par M. **BRILLÉ**, l'autre par M. **J.-B. GIRARD**.

L'Ouvrage de M. **BRILLÉ** comprend deux Mémoires manuscrits sur la

vaporisation de l'eau dans les chaudières, et sur la circulation dans les chaudières multitubulaires.

L'Ouvrage de **M. J.-B. GIRARD** est un Volume d'environ 600 pages, intitulé *Traité pratique des chaudières marines*.

Ces deux Ouvrages pourront être consultés avec fruit : le premier par les Ingénieurs, le second par les Mécaniciens. Cependant, la Commission ne pense pas qu'il y ait lieu de leur décerner le prix. Elle propose d'attribuer à chacun des deux auteurs un encouragement.

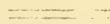
PRIX FOURNEYRON.

(Commissaires : MM. Sarrau, Boussinesq, Léauté, général Sebert ;
Maurice Lévy, rapporteur.)

Le sujet du prix Fourneyron pour 1897 était celui-ci :

Donner la théorie du mouvement et discuter plus particulièrement les conditions de stabilité des appareils vélocipédiques (bicycles, bicyclettes, etc.) en mouvement rectiligne ou curviligne sur un plan, soit horizontal, soit incliné.

Dix Mémoires ont été présentés, les uns d'ordre purement théorique, les autres s'étendant plus particulièrement sur le domaine de la pratique. Plusieurs présentent un sérieux intérêt ; mais diverses vérifications étant nécessaires pour pouvoir les apprécier et les classer, la Commission a l'honneur de proposer de proroger le concours d'une année.



ASTRONOMIE.



PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Faye, Wolf, Lœwy, Callandreau ;
Janssen, rapporteur.)

Rapport sur les travaux de M. Perrine.

M. PERRINE, de l'observatoire du Mont-Hamilton, s'est signalé par la découverte de cinq comètes, dont une est périodique et présente dans son orbite des particularités intéressantes.

La première comète découverte par M. Perrine est l'avant-dernière de 1895. Elle fut découverte dans la matinée du 17 novembre. Sa distance périhélie n'était que le cinquième de la moyenne de la Terre au Soleil, Elle fut très brillante au périhélie.

La deuxième comète découverte par M. Perrine fut la première de 1896, découverte le 14 février 1896. Elle est parabolique.

La troisième comète fut découverte le 2 novembre 1896. Elle est également parabolique.

La quatrième a été découverte le 8 décembre 1896. C'est la dernière de l'année 1896. Elle est elliptique et elle se meut dans l'orbite de la comète de Biela, ce qui a fait supposer qu'elle pouvait provenir d'une explosion qui l'aurait très anciennement détachée de celle-ci. Mais les calculs auxquels on s'est livré à cet égard n'ont conduit à aucune conclusion certaine.

Cette circonstance n'en est pas moins remarquable.

La cinquième comète, dont la découverte est due à M. Perrine, l'a été tout récemment. Elle n'est pas elliptique.

M. Perrine a retrouvé la comète périodique de d'Arrest, le 28 juin 1897, quatre-vingts jours avant son passage au périhélie. Elle était très difficilement visible et il y a un véritable mérite à avoir fait cette importante observation dans ces conditions.

En raison de ces intéressantes découvertes réalisées en deux années et des circonstances qui ont démontré une grande habileté d'observation, votre Commission attribue le prix Lalande pour 1897 à M. **PERRINE**.

PRIX DAMOISEAU.

(Commissaires : MM. Callandreau, Faye, Wolf, Radan :
Lœwy, rapporteur.)

Aucun Mémoire n'ayant été adressé à l'Académie relativement à la Théorie de la comète de Halley, sujet du Concours de 1897, la Commission a été unanime à attribuer ce prix à l'auteur d'un ensemble de travaux d'une haute valeur accomplis dans ces dernières années.

M. **HERMANN STRUVE** marche dignement sur les traces de son grand-père et de son père. Depuis vingt ans, il poursuit avec persévérance et bonheur un double but : déterminer, à l'aide de méthodes perfectionnées, les coordonnées des satellites de Saturne, de Neptune et de Mars, et conclure ensuite de ces données la meilleure théorie de ces astres. A Poulkovo, dispo-

saut d'abord de l'instrument avec lequel Otto Struve fit ses classiques recherches sur les étoiles doubles et utilisant le grand équatorial de 76^{cm}, M. Hermann Struve est parvenu à effectuer de précieuses séries d'observations qui lui ont déjà fourni le sujet de nombreux et importants Mémoires publiés dans les *Annales* de l'observatoire de Poulkovo et dans le *Bulletin* de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg.

Les principales études qu'il a publiées pendant dix années jusqu'en 1895 sont les suivantes : 1^o détermination des éléments et des inégalités les plus sensibles de l'anneau de Saturne et de ses satellites ; 2^o calcul des éléments et des principales inégalités du satellite de Neptune ; 3^o calcul des éléments des principales inégalités des satellites de Mars et les constantes qui fixent le plan de l'équateur de ce corps céleste.

Depuis lors M. H. Struve a continué, comme nous avons pu le constater, avec le plus grand succès ses études dans cette branche importante de l'Astronomie planétaire ; il a eu, en effet, l'obligeance de mettre à notre disposition, afin de nous permettre d'en tirer profit pour la *Connaissance des Temps* de 1899, les Mémoires inédits sur les deux compagnons de Mars et sur les satellites de Saturne. Tout récemment encore il vient de nous adresser, pour nos éphémérides de 1900, en manuscrit, le résultat de ses recherches sur Hypérior, recherches d'un grand mérite, car la théorie de ce corps céleste renfermait des difficultés toutes particulières à cause des perturbations considérables que lui fait éprouver son voisin Titan. M. H. Struve a ainsi résolu en partie la question difficile mise au Concours pour l'année 1898 : la Théorie d'Hypérior.

L'ensemble de ces travaux, aussi délicats au point de vue de l'observation qu'élevés dans le domaine de la théorie, constitue un progrès très important pour la Science astronomique. La Commission propose, pour rendre hommage au mérite de ces brillantes recherches, de décerner à M. H. STRUVE le prix Damoiseau.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Lœwy, Faye, Wolf, Janssen ;
Callandreau, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix Valz à M. **LOUIS FABRY**, Astronome adjoint à l'observatoire de Marseille.

On doit à M. Fabry la découverte d'une comète intéressante, de nombreuses observations et plusieurs travaux qui témoignent d'un esprit in-

ventif. Une étude *Sur la probabilité des comètes hyperboliques et sur l'origine des comètes* a surtout fixé l'attention de la Commission.

Pour Newton les comètes appartenait au système solaire. Je me trompe beaucoup, dit-il à la fin de la proposition XXXIX du Livre III, si les comètes ne sont pas des corps du même genre que les planètes. Cette manière de voir fut rejetée par Laplace parce qu' « on aperçoit une séparation bien marquée entre les planètes et les comètes (1) ». Plus tard, à la suite de la publication d'un Mémoire de W. Herschel, dans les *Transactions philosophiques* de 1812, sur la comète 1811 I, où il était dit que le passage des comètes près d'autres soleils que le nôtre paraissait probable parce que toutes les orbites à l'exception d'une seule étaient paraboliques, et qu'il n'y avait rien d'impossible à attribuer une origine commune aux comètes et aux nébuleuses, Laplace esquaissa les idées que l'*Exposition du Système du monde* a rendues familières aux astronomes (2).

Depuis lors cependant les découvertes de nombreuses petites planètes et d'un assez grand nombre de comètes, le zèle déployé par les observateurs pour suivre les astres le plus loin possible et partant l'étude plus précise des orbites, nous ont mis en possession de documents nouveaux qui ne justifient ni une distinction absolue entre les comètes et les planètes fondée sur la dissemblance des orbites, comme l'admettait Laplace, ni peut-être les idées de Herschel.

Enfin, un élément qui joue un rôle essentiel dans la question, le mouvement de translation du système solaire, incertain au temps de Laplace, est mieux connu aujourd'hui.

Il paraît donc que malgré les travaux de Laplace, de Gauss, de M. Schiaparelli et d'autres savants, la question de l'origine des comètes ne pouvait être regardée comme épuisée.

M. FABRY se demande d'abord quelles doivent être les lois régissant les divers éléments des orbites des comètes si ces astres viennent des espaces interstellaires. Il trouve en particulier que, dans cette hypothèse, toutes les comètes devraient être hyperboliques, ce qui est contraire aux faits observés : l'hypothèse admise est donc à rejeter.

L'étude des éléments autres que le grand axe nous entraînerait trop loin. Mais nous devons signaler la dernière partie du travail, consacrée à la sta-

(1) *Œuvres complètes*, t. VIII, p. 279.

(2) Voir aussi l'article *Sur les comètes*, dans la *Connaissance des Temps* pour 1816.

tistique des comètes, dans laquelle l'auteur discute les relations entre les époques des découvertes et les saisons de l'année; entre la longitude du périhélie et l'époque du passage; la condensation apparente des périhélies vers les solstices.... En résumé, dans la disposition des éléments des comètes que nous connaissons il ne se manifeste aucune influence du mouvement de translation du Soleil. Cette conclusion vient à l'appui des premiers chapitres du travail.

Nous devons donc regarder les comètes comme faisant partie du système solaire.

PHYSIQUE.

PRIX LA CAZE (PHYSIQUE).

(Commissaires: MM. Cornu, Lippmann, Becquerel, Potier, Violle, Bertrand, Berthelot, Cailletet; Mascart, rapporteur.)

En 1889, l'Académie des Sciences décernait le prix La Caze (Physique) à M. H. Hertz, dont les expériences désormais célèbres ont été malheureusement interrompues par un deuil prématuré. C'est aussi dans le laboratoire de Hertz et sous son inspiration qu'a pris naissance une autre découverte, qui reste encore une énigme au point de vue théorique et qui s'est montrée féconde en applications de toute nature. L'Académie est heureuse de pouvoir consacrer à ces travaux une double récompense, attribuée à deux savants dont les mérites sont inséparables. La Commission de Physique décerne le prix La Caze à M. **PIL. LÉNARD.**

Les propriétés que présente l'étincelle électrique dans les gaz raréfiés ont déjà une longue histoire; nous avons surtout à rappeler les belles et patientes recherches de Sir William Crookes. Aux très faibles pressions, l'électrode négative, ou cathode, paraît être le siège d'un rayonnement particulier, par lui-même invisible, mais capable de provoquer l'illumination ou la phosphorescence des obstacles qu'il rencontre. Suivant les vues de l'auteur, ces rayons cathodiques seraient formés par un ensemble de projectiles, une averse de molécules emportant des charges électriques et dont

les trajectoires sont modifiées par les aimants, à la manière des courants transmis par les conducteurs.

Une curieuse expérience de Hertz a montré que de minces lames métalliques n'interceptent pas complètement l'action de ces rayons et laissent produire la phosphorescence dans leur ombre : observation importante qui soulève bien quelques difficultés sur l'hypothèse du transport des molécules.

M. Lénard a cherché si cette propriété des lames métalliques ne permettait pas de faire sortir les rayons cathodiques des ampoules de verre où ils semblent prisonniers. La moisson fut beaucoup plus riche qu'il ne pouvait l'espérer.

En munissant le tube à décharges d'une fenêtre fermée par une feuille d'aluminium, dans la paroi opposée à la cathode, il put en effet retrouver les propriétés des rayons cathodiques derrière la fenêtre, soit dans un gaz raréfié, soit dans l'air à la pression ordinaire. En même temps, cette fenêtre métallique devenait la source d'une autre espèce de rayons, insensibles aux forces magnétiques, mais capables à leur tour d'exciter les corps phosphorents, d'illuminer les gaz, de traverser à des degrés différents les corps opaques à la lumière, tandis qu'ils sont mieux arrêtés par des milieux transparents, tels que l'eau, le verre et le quartz; d'agir rapidement sur les plaques photographiques; de décharger les corps électrisés, etc. Le verre lui-même n'était pas un obstacle absolu à leur propagation et l'on pouvait remplacer la fenêtre d'aluminium par une lamelle de verre, c'est-à-dire utiliser la paroi même de l'ampoule.

Ce beau travail ne fut pas apprécié d'abord comme il le méritait. Sans doute, la distinction n'était peut-être pas complète entre les rayons proprement cathodiques et ceux que M. Röntgen a désignés sous le nom de *rayons X*, et il restait encore beaucoup à faire pour dégager les propriétés spéciales du rayonnement nouveau; mais les titres de M. LÉNARD sont de premier ordre dans le grand événement scientifique qui a excité l'admiration générale et produit tant de merveilleux résultats; ces titres justifient pleinement la haute distinction que leur attribue aujourd'hui la Commission de Physique.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Haton de la Goupillière, de Jonquières,
J. Bertrand, de Freycinet, Rouché, Brouardel.)

L'Académie a reçu, en 1897, six travaux destinés au concours ouvert pour le prix Montyon de Statistique. Deux d'entre eux sont arrivés sous le couvert de l'anonyme. Ils ont d'ailleurs été écartés après lecture, comme ne rentrant pas dans les conditions posées par le programme du prix. Les quatre autres Mémoires ont été jugés dignes des récompenses énoncées ci-après.

Le prix a été partagé entre les deux travaux suivants :

- 1^o *Le coût de la vie à Paris à diverses époques*, par M. **GUSTAVE BIENAYMÉ**;
- 2^o *Statistique médicale de la flotte*, par MM. les D^{rs} **VINCENT** et **BUROT**.

La Commission exprime, à l'adresse de MM. les D^{rs} Vincent et Burot, le désir que l'étude très utile dont ils ont pris l'initiative soit continuée dans l'avenir, de manière à reposer sur des bases, de plus en plus larges, d'observations.

Une *mention très honorable* est accordée à M. le D^r **LEPAGE** pour son Ouvrage en sept fascicules qui a pour titre : *Fonctionnement de la maison d'accouchements Baudelocque, 1890-1896*.

Un *rappel de mention honorable* est décerné à M. le D^r **BAUDRAN** pour son nouveau travail intitulé : *De l'habitation dans le département de l'Oise*.

Les Rapports suivants font connaître les titres qui ont motivé, pour ces auteurs, ces diverses distinctions.

*Rapport de M. E. ROUCHÉ sur le Mémoire de M. Gustave Bienaymé intitulé :
« Le coût de la vie à Paris à diverses époques. »*

Les premières recherches vraiment scientifiques sur ce sujet remontent à Lavoisier qui, dans un travail remarquable, extrait d'un grand Ouvrage inachevé et intitulé : *Richesse territoriale du royaume de France*, a donné, sous forme de Tableau, l'indication des prix du pain, de la viande et de divers autres objets, à l'appui de calculs sur la dépense moyenne de l'habitant de Paris en 1788. Les travaux de Lavoisier ont été continués, dans la première partie de ce siècle par Benoiston de Châteauneuf et Millot, et dans la seconde partie par Husson, dont l'Ouvrage a eu deux éditions, l'une en 1854, l'autre en 1873, et constitue sans contredit le meilleur ensemble d'éléments pour le coût de la vie à Paris en ce qui concerne la nourriture.

Avant d'exposer ses travaux personnels, M. BIENAYMÉ analyse sommairement les recherches de ses devanciers et les résume en deux Tableaux graphiques où la dépense moyenne annuelle du Parisien jusqu'en 1873 est indiquée clairement pour chacun des objets de consommation usuelle.

Mais, comme l'observe judicieusement M. Bienaymé, ces divers travaux n'ont fait, en réalité, que jalonner la route à suivre; il faudrait les contrôler, combler de nombreuses lacunes et, enfin, les poursuivre jusqu'à l'époque actuelle. Une pareille tâche présenterait des difficultés insurmontables, attendu que la plupart des sources où ont puisé les savants statisticiens dont nous venons de parler sont restées inconnues ou ont disparu au moins en partie. Il a donc fallu chercher d'autres éléments d'appréciation, tels que ceux que recèlent les comptes conservés dans les dépôts publics d'archives, ou les registres de dépense d'établissements scolaires ou hospitaliers. C'est ce qu'a fait M. Bienaymé en examinant et rapprochant les prix de l'Hôtel-Dieu et ceux de l'établissement scolaire qui porte aujourd'hui le nom de Lycée Louis-le-Grand. Pour l'Hôtel-Dieu, on possède une série de prix, à peu près continue, de 1732 à 1803; pour Louis-le-Grand, les livres de dépense remontent jusqu'à 1688. En s'arrêtant à 1893, dernière année dont les documents soient en état d'être consultés, on a donc des renseignements précis pour deux siècles sur les principaux objets de consommation (nourriture, chauffage, éclairage, etc.)

Nous ne saurions suivre M. Bienaymé dans l'examen comparatif de tous ces documents et dans les discussions et les calculs qui s'y réfèrent. Nous

signalerons particulièrement les Tableaux graphiques si bien ordonnés où les prix des divers objets sont marqués d'année en année par des points dont la succession permet de saisir aisément les variations de prix subies, depuis deux siècles, pour le pain, la viande et l'huile, et bien plus anciennement pour les œufs, le beurre, le vin, le bois, etc. Ces courbes individuelles, c'est-à-dire relatives aux denrées de diverses sortes, sont complétées par une courbe relative à l'ensemble et qui révèle les fluctuations du coût de la vie à Paris. Un coup d'œil jeté sur cette courbe montre que du commencement à la fin du XIX^e siècle les cotes ont presque doublé, que leurs maxima ont eu lieu en 1855 et en 1880, et enfin que dans les quinze dernières années une baisse s'est produite qui paraît devoir continuer. Le maximum de 1855 s'explique par la production des mines d'or de la Californie et de l'Australie; celui de 1880 coïncide avec un mouvement général de reprise dans les affaires à la suite de la crise de 1873; enfin, la baisse qui se manifeste depuis une quinzaine d'années paraît résulter des facilités de transport et du nombre toujours croissant des importations.

Outre le Mémoire que nous venons d'analyser brièvement, M. Bienaymé a envoyé à l'Académie, pour le concours de Statistique (prix Montyon), plusieurs brochures publiées antérieurement. La première est intitulée : *Prix des principaux objets de consommation à Paris depuis deux siècles*; c'est l'ensemble des pièces justificatives du Mémoire de 1897. Les autres ont pour titres : *La fiscalité alimentaire et gastronomique à Paris*; *La fiscalité sur le combustible*; *La fiscalité sur l'éclairage*; elles se rattachent pleinement au sujet, l'imposition des denrées constituant sans contredit un élément essentiel pour l'estimation de leur valeur.

On serait peut-être, à première vue, tenté de regretter que les études de M. Bienaymé concernent exclusivement la ville de Paris. Mais, si le champ de ces recherches eût été moins restreint, les résultats obtenus seraient-ils aussi précis? Il est au moins permis d'en douter. Toujours est-il que nous sommes en présence d'un travail considérable. Ces tableaux graphiques si clairs, et qu'on aurait peut-être rendus plus expressifs encore si l'on eût adopté une échelle des hauteurs plus grande que celle des largeurs, sont fort estimés par les statisticiens de profession; on les consultera souvent avec fruit.

Rapport de M. DE JONQUIÈRES sur l'Ouvrage intitulé : « Statistique médicale de la Flotte », par les D^{rs} Vincent, médecin en chef de la Marine, et Burot, médecin principal de la Marine.

Pour répondre à un vœu souvent exprimé à l'Académie de Médecine et devant le Conseil supérieur de Statistique, MM. VINCENT et BUROT, ainsi qu'ils le disent au début de leur Mémoire, « ont cherché à connaître exactement les pertes qui frappent, chaque année, les marins liés au service de l'État ».

Un travail analogue de statistique a déjà été dressé pour l'armée de terre. Celui qui concerne le personnel naval, plus mouvant et disséminé sur tous les points du globe, n'a point encore été fait, sans doute parce qu'il présente de bien plus grandes difficultés dans les recherches. Néanmoins, en puisant dans les archives des *Dépôts* pour les « engagés volontaires », et dans les matricules des *questions maritimes* pour les « inscrits », nos deux officiers supérieurs du Corps médical de la Marine sont parvenus à se procurer des résultats aussi précis que ceux fournis par la statistique médicale de l'armée.

Ces résultats sont exposés dans une brochure de 24 pages, présentée par les auteurs à l'Académie des Sciences, pour concourir au prix Montyon de Statistique de l'année 1897. Ils se rapportent aux cinq années 1891 à 1896, et signalent :

Pour les engagés volontaires, dont le nombre s'est élevé à 55 000 durant cette période, une moyenne annuelle de 10,3 pour 1000, dans les décès;

Pour les inscrits maritimes, dont le nombre a été de 143316 pendant le même temps, une moyenne annuelle de 11,72.

Deux Tableaux (p. 4 et 9) établissent la répartition, par *dépôts* et *zones de provenance*, de la mortalité dans ces deux catégories respectives.

Nos auteurs font suivre ces chiffres d'une comparaison entre les marines française, anglaise, italienne et allemande.

Les proportions des décès causés, dans la marine française, par les différentes maladies, sont établies dans les pages 11 à 15. Le chiffre le plus élevé, 258 pour 1000, est dû à la tuberculose; puis, dans l'ordre décroissant : aux endémies des pays chauds, à la fièvre typhoïde, aux noyades et disparitions à la mer, aux accidents et morts violentes, aux suicides; enfin

l'ensemble des autres maladies, internes et externes, fournit un contingent de 251 pour 1000 décès.

Un Tableau (p. 15) fait connaître, par groupes généraux, les lieux où les décès sont survenus, et un autre Tableau (p. 16 et 17) la répartition de ceux-ci selon les âges. On y voit notamment que la mortalité la plus forte pour les marins a lieu de 20 à 22 ans; c'est ce qui se présente aussi dans l'armée de terre.

Classés par professions (p. 18), les décès fournissent les intéressantes indications qui suivent : les hommes sans spécialité, apprentis marins et hommes de pont, en comptent plus que les autres. Parmi ceux pourvus d'une spécialité, les plus éprouvés, surtout par la tuberculose, sont les mécaniciens. Les fusiliers, les canonniers et les gabiers le sont moins, et à peu près également entre eux. Les fourriers, les agents des vivres (qui vont plus souvent à terre), les chauffeurs et les infirmiers payent à la mer un tribut plus élevé que les fusiliers, les canonniers et les gabiers.

Les décès n'ont pas occupé exclusivement les recherches des auteurs du Mémoire. Les causes des *réformes* font l'objet d'un paragraphe (p. 19 et 20).

Enfin des Tables (p. 21 à 24) font connaître quelle est la mortalité parmi les officiers des divers corps de la Marine. Si l'on ne considère que la moyenne générale, elle est de 11 pour 1000, c'est-à-dire à peu près la même que celle des équipages proprement dits (matelots, quartier-maitres et sous-officiers); si l'on entre dans le détail, cette moyenne est comparativement plus forte dans le corps des médecins et des pharmaciens, sans doute à cause du séjour qu'ils font parfois, à terre, dans les colonies.

Comme on le voit par ce rapide exposé, l'étude consciencieuse et très laborieuse de MM. Vincent et Burot embrasse tous les points qui intéressent la statistique des décès et de leurs causes dans l'armée navale, et si le travail qu'ils présentent à l'Académie se trouve condensé dans un assez petit nombre de pages, c'est parce qu'ils n'y ont consigné que des résultats, à l'exclusion des pièces justificatives, extrêmement nombreuses, qui eussent rempli des volumes, sans en accroître le profit.

La Commission, pénétrée de l'importance de ces recherches, souvent difficiles, et de l'utilité des renseignements qu'elles fournissent pour les progrès de l'hygiène navale, souhaitant d'ailleurs qu'elles soient continuées dans le même esprit et avec une méthode aussi sûre, décerne à ses auteurs : MM. **VINCENT**, médecin en chef de la Marine, et **BUROT**, médecin principal de la Marine, un prix Montyon de Statistique pour l'année 1897.

Rapport de M. **BROUARDEL** sur le travail de M. le D^r Lepage, intitulé :
« Fonctionnement de la maison d'accouchements Baudelocque ».

M. le D^r **LEPAGE** a soumis à l'Académie sept fascicules présentant l'histoire du fonctionnement de la maison d'accouchements Baudelocque (*Clinique de la Faculté*), dirigée par M. le Professeur Adolphe Pinard (années 1889-1890, 1891, 1892, 1893, 1894, 1895, 1896).

Chacun de ces sept comptes rendus analytiques et synthétiques forme un Volume de cent pages environ. Il comprend le résumé de toutes les observations de l'année : les plus importantes sont rapportées *in extenso*.

Voici comment sont cataloguées les différentes observations :

PREMIÈRE PARTIE. — Femmes qui ont avorté.

DEUXIÈME PARTIE. — Femmes qui ont accouché spontanément d'enfants se présentant par *le sommet*, avec la subdivision en :

a. Femmes ayant le bassin normal.

b. Femmes ayant le bassin rétréci.

TROISIÈME PARTIE. — Elle comprend les femmes chez lesquelles le fœtus s'est présenté autrement que par le sommet, c'est-à-dire les présentations du siège, de la face et de l'épaule.

QUATRIÈME PARTIE. — Elle contient toutes les opérations, c'est-à-dire forceps, versions, accouchements provoqués, symphyséotomies, basiotripsies, délivrances artificielles, etc. A la fin de cette partie un Tableau récapitulatif fait connaître le nombre et la nature de toutes les opérations qui ont été pratiquées dans l'année.

CINQUIÈME PARTIE. — Dans la cinquième partie se trouvent résumées les observations :

1° Des femmes ayant une grossesse gémellaire ;

2° Des femmes dont les fœtus sont morts pendant la grossesse ;

3° De celles dont les fœtus présentent des malformations plus ou moins marquées.

SIXIÈME PARTIE. — Dans cette partie sont réunies les observations des femmes ayant eu des accès éclamptiques ou ayant présenté des hémorragies liées à l'insertion du placenta sur le segment inférieur de l'utérus.

SEPTIÈME PARTIE. — Toutes les observations des femmes ayant succombé dans l'année y sont relatées *in extenso* avec le tracé thermométrique et les résultats de l'autopsie. Il est ainsi facile au lecteur de contrôler la manière

dont sont interprétées ces observations au point de vue de la statistique de mortalité maternelle.

A la fin de chaque fascicule se trouvent deux Tableaux récapitulatifs : l'un pour les femmes, sur lequel on peut constater la mortalité intégrale et la morbidité ; l'autre pour les fœtus, dans lequel sont indiqués le nombre d'enfants nés et sortis vivants, le nombre d'enfants morts pendant la grossesse, le nombre d'enfants morts pendant le travail ou après la naissance.

Cette statistique détaillée porte sur un total de 11 131 accouchements observés dans le service de M. le Professeur Pinard, à la Clinique Baude-locque.

Il est facile de comprendre qu'une statistique ainsi détaillée, reposant sur des faits aussi nombreux, observés dans les mêmes conditions par une même personne, fournit une base d'appréciation solide pour la plupart des questions qui intéressent l'accoucheur.

Ce travail comble une lacune de la littérature obstétricale. Les statistiques antérieures, faites en additionnant les résultats consignés par des observateurs divers, réunissaient des faits disparates, les conclusions en étaient donc très contestables.

Rapport de M. DE FREYCINET sur le travail de M. le D^r Baudran, intitulé :
« *De l'habitation dans le département de l'Oise* ».

M. BAUDRAN, à qui l'Académie a déjà accordé, l'année dernière, une Mention honorable à raison de son travail sur l'assainissement dans le département de l'Oise, a adressé, cette année, pour le concours du prix Montyon (Statistique), un nouveau Mémoire qui mérite également de retenir l'attention de l'Académie.

Ce nouveau Mémoire a pour objet essentiel l'étude de l'influence que l'habitation exerce sur la santé. M. Baudran s'est attaché à décrire avec une grande précision, pour un certain nombre de cantons du département, les conditions dans lesquelles sont établies les habitations de la population rurale. Il fait ressortir ce que ces conditions ont trop souvent de contraire aux règles d'une hygiène bien entendue. On peut regretter qu'il n'en déduise pas des conclusions plus générales et que ses observations restent contenues dans un cadre un peu étroit. On est également conduit à formuler quelques réserves sur sa manière de grouper les faits et sur le sens donné par lui à certaines définitions. Néanmoins le travail de M. BAUDRAN con-

serve une réelle valeur et dénote chez son auteur un goût de recherches qui mérite d'être encouragé. A ce titre nous croyons devoir proposer à l'Académie un rappel de la Mention honorable déjà accordée.

CHIMIE.

PRIX LA CAZE.

(Commissaires : MM. Friedel, Troost, Gautier, Grimaux, Berthelot, Schlœsing, Hautefeuille ; Moissan, rapporteur.)

M. PAUL SABATIER, professeur à l'Université de Toulouse, a publié en Chimie minérale d'intéressantes recherches.

Dans une étude d'ensemble sur les sulfures alcalins et alcalino-terreux, il a su joindre, à d'élégantes méthodes de préparation, l'étude thermo-chimique des composés qu'il avait préparés. Il a étendu ensuite ses recherches aux sulfures de bore et de silicium. A côté du sulfure silicique de Fremy, il a constaté la formation, à haute température, d'un sous-sulfure jaune qui se détruit à une température plus basse, en produisant un transport de silicium cristallisé comparable à celui qui a été obtenu par nos Confrères, MM. Troost et Hautefeuille, dans leurs recherches sur les chlorures de silicium. A ce groupe de travaux se rattache l'étude d'un persulfure d'hydrogène, que M. Sabatier a obtenu par distillation sous pression réduite. La composition de ce liquide se rapproche de celle du bisulfure qui n'a pas été isolé jusqu'ici. Enfin, ces travaux ont été complétés par l'étude de la préparation des séléniures de bore et de silicium.

Dans un autre ordre d'idées, poursuivant les recherches de M. Berthelot puis celles de M. Ditte sur les chlorhydrates de chlorures, M. Sabatier a défini la loi thermique qui régit la stabilité relative des hydrates de chlorures métalliques. Il a isolé le chlorhydrate ferrique et un chlorhydrate cuprique rouge, bien cristallisé. Le bromure cuprique affecte, selon les conditions de sa dissolution, des colorations différentes qui varient du bleu au vert, puis au brun, et peuvent atteindre une couleur pourpre quand

la liqueur contient de l'acide bromhydrique. Par l'observation comparée de spectres d'absorption M. Sabatier a pu établir l'existence d'un bromhydrate pourpre dont il a étudié la préparation.

En étendant ces recherches, M. Sabatier a repris l'étude de l'acide nitrosulfonique bleu; il a établi que cet acide pouvait être préparé en solution sulfurique ainsi que son sel cuprique bleu et son sel ferrique rose. C'est ce dernier composé qui se produit dans la réaction, bien connue, par laquelle on caractérise les nitrates au moyen du sulfate ferreux en solution sulfurique.

Nous ne rappellerons que pour mémoire les recherches de M. Sabatier sur les solutions d'acide métaphosphorique. Dans cette étude, il a pu démontrer que la vitesse de réaction est, à chaque instant, proportionnelle à la dose de matières transformables; qu'elle est fonction exponentielle de la température et qu'elle varie proportionnellement à la concentration. Nous ne dirons qu'un mot aussi de ses recherches sur l'action de l'acétylène sur l'oxyde de nickel, qui l'on conduit à une ingénieuse préparation de l'éthane.

Nous tenons cependant à citer encore l'étude physique des spectres d'absorption des chromates alcalins, qui ont conduit M. Sabatier à établir la loi du partage d'une base entre deux acides, dans le cas particulier de la seconde basicité de l'acide chromique, ainsi que ses recherches importantes sur l'étude générale de l'action des oxydes insolubles sur les dissolutions salines.

Mais nous croyons devoir nous arrêter plus longuement sur les recherches de M. Sabatier (publiées en collaboration avec M. Senderens) sur les métaux nitrés. Les combinaisons oxygénées de l'azote, telles que l'oxyde azoteux, l'oxyde azotique et le peroxyde d'azote, ont été l'objet de nombreuses recherches de la part de ces deux savants. Ils ont établi quelle était l'action de ces différents corps gazeux sur les oxydes et sur les métaux. Ils ont montré que la réduction lente par le fer et le zinc humides, bien connue pour l'acide azotique, s'exerce aussi sur l'oxyde azoteux. Le peroxyde d'azote en particulier leur a donné des résultats très intéressants; le cuivre, le nickel et le cobalt récemment réduits peuvent fixer la vapeur nitreuse pour produire de nouveaux et curieux composés d'addition, décomposables par l'eau, auxquels ils ont donné le nom de *métaux nitrés*.

Ces recherches ont été publiées dans l'espace de dix-sept années et d'une façon ininterrompue; elles présentent une importance telle que votre Commission a été heureuse de les récompenser, en accordant à M. **PAUL SABATIER** le prix La Caze (Chimie) pour l'année 1897.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Friedel, Troost, Gautier, Moissan, Ditte; Grimaux, rapporteur.)

La Section de Chimie a décerné, à l'unanimité et sans discussion, le prix Jecker à M. HALLER, Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

Ce savant, qui depuis plus de vingt années s'est fait connaître par des recherches aussi remarquables par la précision que par l'originalité, est justement apprécié de l'Académie; il y a six ans en effet qu'elle a décerné à M. Haller le titre de Correspondant; aussi votre Rapporteur n'aura-t-il qu'à rappeler brièvement l'œuvre de notre Confrère.

M. Haller a commencé par porter son attention sur un sujet difficile, qui avait occupé déjà un grand nombre de chimistes, et dans lequel il a apporté des lumières nouvelles : l'étude du camphre et de ses dérivés. Il a d'abord fait voir, dans un travail considérable, que les camphres de diverses origines, naturels ou artificiels, sont identiques au point de vue chimique, et ne diffèrent que par leur pouvoir rotatoire, le nombre des isomères optiques correspondant au nombre prévu par les conceptions de la théorie stéréochimique de MM. Le Bel et Van t' Hoff; la même constatation a été faite pour les bornéols.

M. Haller a abordé ensuite l'étude de la constitution du camphre, qui n'est pas encore établie d'une façon certaine, et, dans cette série d'expériences, a décrit un grand nombre d'espèces chimiques nouvelles. Entre autres dérivés, il a fait connaître le camphre iodé et le camphre cyané; il a montré l'importance de ce dernier, qui lui a fourni de nombreux dérivés, comme l'acide homocamphorique, dont le sel de plomb peut se dédoubler par la chaleur en régénérant le camphre lui-même. Un examen attentif des dédoublements de cet acide a amené M. Haller à établir la constitution de l'acide camphorique, à en faire connaître des transformations nouvelles, qui permettent de le ramener à l'état du camphre, d'où il provient par oxydation.

De cet ensemble de recherches, il ressort que l'acide camphorique est un acide dicarboxylé, que, dans sa production, le noyau caractéristique du camphre n'est pas modifié, et enfin que la synthèse de celui-ci est ramenée à la synthèse de l'acide camphorique lui-même. Tout cet ensemble de recherches sur le camphre est considérable, et ce que j'en viens de dire

ne peut donner qu'une faible idée du labeur et de l'ingéniosité qu'il a exigés.

Une autre série importante d'expériences a trait à l'étude des dérivés cyanés de la série grasse. M. Haller a montré, d'une façon indubitable, que, par l'accumulation des radicaux négatifs dans le groupe méthane, la molécule prend les caractères d'un véritable acide, décomposant les carbonates, et donnant des dérivés métalliques, bien qu'elle ne renferme pas le groupe carboxyle, regardé jusqu'alors comme caractéristique des acides. Non seulement M. Haller a préparé toute une série de corps d'une fonction nouvelle, se dédoublant en acide carbonique et acétones cyanées, mais encore, et dans son laboratoire sous sa direction, ses élèves ont étendu cet ordre de recherches.

M. Haller s'est aussi occupé des matières colorantes du goudron de houille, qui sont l'objet d'industries importantes et dont la base se trouve dans les données de la Science pure; il a jugé, avec raison, que l'étude de ces corps était trop négligée en France, où les hommes de Science pure avaient dédaigné ces questions parce qu'elles touchaient à l'industrie; c'est justement dans les pays étrangers que les savants, depuis Hofmann, ont uni leurs efforts à ceux des industriels, et il en est résulté que la fabrication des couleurs d'aniline y a pris un développement immense aux dépens des intérêts de notre pays.

Dans cet ordre d'idées, M. Haller s'est occupé des corps du groupe des phtaléines, des dérivés colorés du chlorure de phtalyle; ces recherches sont encore en cours d'exécution.

Bien d'autres travaux importants sont dus à M. Haller, entre autres la découverte des anhydrides-éthers, corps de fonctions nouvelles, obtenus dans l'action des acides carboxylés sur l'isocyanate de phényle, la synthèse de l'acide citrique, le procédé de purification de la benzine par le chlorure d'aluminium, etc.

En dehors des découvertes de laboratoire, M. Haller a rendu à la Science chimique des services de premier ordre, par ses efforts heureux pour en développer l'enseignement en France; c'est à lui qu'appartient la création de l'Institut de Chimie de Nancy, Institut qui compte aujourd'hui plus de soixante-dix élèves se destinant à l'industrie, et dont l'instruction technique permettra de maintenir notre situation industrielle à la hauteur de celle de l'étranger, par qui notre pays était en voie d'être distancé. En attirant en même temps l'attention de nos fabricants sur les progrès réalisés dans d'autres pays, il leur a indiqué les moyens de mettre notre fabrication en

état de lutter avec avantage avec la production étrangère. C'est là une œuvre de patriotisme digne de toutes les sympathies, et que M. Haller poursuit avec persévérance en s'efforçant de doter l'Institut de Nancy d'un laboratoire d'Électrochimie, science dont l'enseignement n'existe pas chez nous, et d'un laboratoire de teinture et d'impression.

M. HALLER est un maître qui a formé des élèves; il a donné à l'Université de Nancy une personnalité au point de vue chimique et a montré comment la décentralisation scientifique peut être féconde.

Tant de titres sont plus que suffisants pour expliquer le vote de la Section de Chimie.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Commissaires : MM. de Lacaze-Duthiers, Milne-Edwards, Fouqué, Gaudry; Gaston Bonnier, rapporteur.)

M. JOSEPH VALLOT a entrepris depuis 1885 plusieurs séries de recherches sur la météorologie et la géologie des plus hauts sommets des Alpes et des Pyrénées, ainsi que sur les conditions de la vie animale et végétale dans les hautes altitudes.

En 1890, M. J. Vallot a construit, à ses frais, un observatoire près du sommet du mont Blanc; de nombreuses expériences et observations y ont été faites par lui et par divers savants.

Dans une première série d'observations, M. J. Vallot s'occupe de la météorologie des montagnes. Signalons parmi ces travaux :

Une étude comparée du baromètre de Fortin et des baromètres métalliques, d'où il résulte qu'on peut exécuter avec ces derniers instruments les corrections nécessaires pour obtenir des observations utiles;

Des recherches sur la variation de la température, de la pression et de la vapeur d'eau, montrant que l'oscillation diurne de température diminue à mesure qu'on s'élève, que le maximum et le minimum de l'état hygrométrique de l'air se produisent d'autant plus tôt qu'on est à une plus grande

altitude, enfin qu'au mont Blanc il n'y a plus qu'un maximum et un minimum de pression barométrique par jour, au lieu de deux ;

Une étude des tempêtes au mont Blanc, où l'auteur fait voir que les courbes barométriques aux grandes altitudes ne présentent pas les crochets d'orages bien connus, mais des séries d'oscillations verticales ;

Enfin diverses expériences d'actinométrie qui ont permis de déterminer avec plus d'exactitude la constante solaire.

Une autre série des recherches de M. J. Vallot est relative à l'étude des glaciers. Plusieurs de ces recherches ont trait aux variations d'étendue qu'ont présentées les glaciers des Pyrénées depuis un siècle, à d'anciennes forêts envahies par les glaciers, aux causes de la catastrophe de Saint-Gervais, mais les résultats les plus importants acquis par M. J. Vallot se rapportent à la marche des glaciers. L'auteur montre qu'aux grandes altitudes l'accroissement du grain du glacier ne peut s'effectuer que par pression mécanique et sans fusion de la neige. Des études expérimentales faites méthodiquement par l'auteur depuis 1891, sur le mouvement de la Mer de Glace, il résulte que la vitesse du glacier n'est pas d'autant plus rapide qu'on s'approche de l'extrémité inférieure, comme l'avait cru Tyndall; cette vitesse n'est pas plus rapide en été qu'en hiver. L'auteur conclut de ses observations que la théorie de la progression des glaciers par regel n'est pas exacte; la marche des glaciers est causée par la pesanteur et non par les influences calorifiques.

Tout en poursuivant les études précédentes l'auteur a entrepris l'exploration géologique complète du massif du mont Blanc. Le travail a exigé un très grand nombre d'excursions pénibles et dangereuses. Ces excursions ne pouvaient être exécutées que par un alpiniste consommé comme M. J. Vallot qui est allé observer les roches et récolter des échantillons sur les points les plus différents de la chaîne, même en bien des endroits qui étaient en apparence inabordables. Le résultat de ces courses alpines a une importance considérable. En effet, par ses études précises et méthodiquement conduites, M. J. Vallot a démontré que le système en éventail n'existe pas. Le mont Blanc est constitué par une série de plis parallèles dont les synclinaux sont formés de schistes et les anticlinaux de protogine.

En terminant ce Rapport il est impossible de passer sous silence les publications de l'auteur sur les végétaux des hauts sommets et surtout ses expériences relatives à la physiologie de l'homme dans les hautes altitudes. Il résulte de ces dernières études que la température du corps ne subit

aucun abaissement, même au sommet du mont Blanc, que les poumons s'adaptent à la raréfaction de l'air et que les battements du cœur ne diminuent pas d'intensité.

L'ensemble des belles recherches de M. **JOSEPH VALLOT**, ayant donné des résultats de premier ordre dans diverses branches de la Science, constitue une œuvre à laquelle la Commission décerne à l'unanimité le grand prix des Sciences physiques.

PRIX BORDIN.

(Commissaires: MM. Grandidier, Van Tieghem, Fouqué, Cornu; Milne-Edwards, rapporteur.)

Le prix Bordin est donné à M. **G. PRUVOT**, professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble et sous-directeur du laboratoire Arago, pour ses travaux sur les fonds et la faune du golfe du Lion et de l'entrée de la Manche.

Depuis plusieurs années M. Pruvot a été chargé, par notre savant Confrère M. de Lacaze-Duthiers, d'explorer méthodiquement les eaux qui s'étendent au large de Banyuls; de déterminer les principales stations animales, les profondeurs qu'elles atteignent et les conditions d'existence des espèces qui y vivent.

Deux campagnes, d'août à octobre 1893 et de mars à avril 1894, ont été consacrées à ce travail; elles ont permis d'établir la carte des fonds, qui fut publiée dans les *Annales hydrographiques* du Ministère de la Marine; de faire connaître l'origine, la succession et la nature des dépôts qui ont constitué la portion occidentale du golfe du Lion et du golfe de Rosas en Espagne, et de relever les stations biologiques les mieux caractérisées, avec l'énumération des formes animales les plus abondantes et les plus remarquables qui s'y rencontrent.

Enfin, en dehors des recherches de Zoologie pure, M. Pruvot s'est préoccupé de l'étude des agents physiques: température, densité, transparence des eaux, courants, et de leur action sur la vie marine. Son but n'est pas seulement de réunir des observations éparses plus ou moins nombreuses mais des séries d'observations régulières et continues, en des points toujours les mêmes, poursuivies pendant un temps assez long pour établir les variations périodiques, saisonnières ou autres, et pour en dégager les conclusions générales.

On comprend qu'il faut pour cela un matériel spécial et coûteux d'instruments de précision qui n'a pu encore être installé au complet au labo-

ratoire; M. Pruvot a cependant commencé à prendre des séries de températures depuis la surface jusqu'au fond, d'une part dans les points le plus spécialement fréquentés pour les dragages, et d'autre part journellement à l'entrée de la baie de Banyuls; mais elles ne portent pas encore sur une durée assez longue et elles seront ultérieurement publiées.

Ces recherches, commencées il y a plus de quatre ans, ont été poursuivies avec une grande persévérance, et elles ont déjà donné des résultats considérables. Aussi la Commission n'a-t-elle pas hésité à attribuer le prix Bordin à M. **PRUVOT**.

PRIX DELESSE.

(Commissaires : MM. Fouqué, Gaudry, Hautefeuille, Michel Lévy; Marcel Bertrand, rapporteur.)

M. **OEULERT** est en France le meilleur connaisseur de nos faunes paléozoïques. Ses Mémoires paléontologiques ont rendu classique le Dévonien de la Mayenne. Ses recherches stratigraphiques, toujours longuement mûries et soumises à une critique sévère, ont fixé d'une manière définitive la solution de la plupart des questions abordées; il suffit de rappeler ses Notes sur les failles de Montsurs, sur la série des Coëvrons, sur l'âge du calcaire d'Erbray, et sur l'histoire des mouvements de la mer dans le bassin de Laval. Ces travaux, quoique presque exclusivement consacrés au département de la Mayenne, dépassent la portée d'une étude locale; ils forment, avec ceux de M. Barrois, la base la plus solide de nos connaissances sur le massif armoricain. La Commission propose de décerner le prix Delesse à M. **OEULERT**.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Chatin, Van Tieghem, Bornet, Guignard; Gaston Bonnier, rapporteur.)

M. **JACOB ERIKSSON**, Professeur de Botanique à l'Académie royale d'Agriculture de Suède, déjà connu dans la Science par ses beaux travaux d'Anato-

mie, a envoyé à l'Académie une série de Mémoires importants sur la rouille des Céréales. M. Eriksson a réussi à cultiver les diverses espèces de Céréales à l'abri de toute contamination extérieure, depuis la germination jusqu'à la maturité des grains, et a perfectionné, d'autre part, les procédés d'inoculation. Il a institué dans ce but des expériences méthodiques, établies dans un laboratoire spécial et où toutes les garanties ont été prises pour assurer l'exactitude des résultats. D'autre part, le savant suédois a fait une étude approfondie des différentes espèces et variétés de rouille. Avant ses recherches on n'avait décrit que trois espèces attaquant les Céréales; M. Eriksson est arrivé à distinguer dix formes différentes de rouille pouvant se développer sur ces plantes, sans compter vingt autres formes qui attaquent les Graminées fourragères ou sauvages. Les formes distinguées par l'auteur sont déterminées par le nombre limité de Graminées sur lesquelles elles peuvent être inoculées expérimentalement. Ce sont, pour ainsi dire, des formes biologiques, peu différentes les unes des autres par la morphologie, mais très importantes à considérer au point de vue pratique. Ces diverses variétés de rouille passent rarement d'une sorte de Céréale à une autre, même par l'intermédiaire de l'écidiospore, et par des expériences nombreuses et bien conduites M. Eriksson s'est assuré que la propagation de la rouille d'une plante à l'autre, soit entre la plante à écidiospore et celle à urédospore, soit même entre les Graminées qui peuvent porter la même forme spéciale de rouille, est très peu importante.

Dans une autre série de recherches, M. Eriksson fait voir que la faculté germinative des urédospores et des écidiospores est souvent très faible, au moins très variable. Il a démontré qu'en beaucoup de cas cette faculté germinative était comme réveillée par le froid, après un séjour prolongé dans de la glace. La faculté germinative des téléospores dure pendant un temps relativement court; elle ne subsiste que jusqu'au printemps suivant. Il en résulte que les pailles qui ont plus d'un an n'ont aucun effet dans la propagation de la maladie.

Enfin, M. Eriksson aborde, dans d'autres Mémoires, une question d'un grand intérêt: c'est celle qui est relative à la persistance de la maladie par l'intermédiaire des grains des Céréales eux-mêmes. Certaines observations ayant fait soupçonner à l'auteur que les grains des Céréales pouvaient contenir le germe primordial de la maladie, il a établi des cultures stérilisées, complètes depuis la germination jusqu'à la production de nouveaux grains mûrs. M. Eriksson a ainsi constaté, par des expériences précises et maintes fois répétées, que la rouille peut se transmettre et se propager par les

grains des Céréales. Ces expériences permettent de comprendre la permanence de la rouille dans des régions où la forme écidiale est inconnue.

Quant à l'hypothèse proposée par l'auteur pour expliquer cette transmission, et relative à un état plasmodique du Champignon dans les grains, il y a lieu de faire quelques réserves puisque l'auteur en a démontré l'existence sans en déceler la forme; mais il faut dire que, même si cette hypothèse n'était pas fondée, cela n'infirmerait en rien les expériences démonstratives et très probantes du savant suédois.

En somme, l'ensemble des travaux de M. Eriksson met en évidence des faits de la plus haute importance, relatifs au mode de vie et à la propagation des nombreuses formes de rouille qui attaquent les Graminées cultivées, ainsi qu'aux applications pratiques qu'on peut en déduire pour l'Agriculture.

En conséquence, la Commission décide à l'unanimité d'accorder le prix Desmazières à M. **JACOB ERIKSSON**.

PRIX MONTAGNE.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Bornet, Chatin, Bonnier ;
Guignard, rapporteur.)

M. **BOURQUELOT**, Professeur à l'École supérieure de Pharmacie de Paris, a publié dans ces dernières années une longue série de travaux sur la physiologie des Champignons. Il s'est attaché d'abord à faire connaître les principes sucrés contenus dans ces végétaux et en a recherché la nature, l'origine, le siège et les transformations; il a fait ensuite une étude spéciale des ferments solubles ou diastases qu'on y rencontre.

I. Les sucres isolés et caractérisés par M. Bourquelot sont le tréhalose, la mannite, la volémité et le glucose.

Avant ses observations, on pensait généralement que le tréhalose, découvert par M. Berthelot dans le tréhala, et trouvé plus tard par M. Müntz dans les Champignons, n'existait qu'exceptionnellement chez ces végétaux. L'analyse de 212 espèces de Champignons, appartenant à 51 genres ou sous-genres différents, compris pour la plupart dans le groupe des Basidiomycètes, a permis à M. Bourquelot d'en démontrer l'existence dans 142 espèces, parmi lesquelles plusieurs avaient été auparavant l'objet de recherches infructueuses.

Ce résultat est dû en partie au perfectionnement des méthodes d'analyse, mais surtout aux remarques suivantes de l'auteur :

1° Le tréhalose disparaît rapidement dans les Champignons récoltés, qu'on les examine à l'état frais ou qu'on les dessèche préalablement à basse température; il est remplacé par de la mannite ou du glucose.

2° Il n'apparaît qu'au moment où les Champignons commencent à former leurs spores et il disparaît peu à peu pendant la maturation de ces dernières.

3° Il se forme et s'accumule, chez les grands Champignons, dans le tissu plus spécialement végétatif du pied et non dans l'hyménophore.

Au cours de ses recherches, M. Bourquelot a découvert dans l'une des espèces qu'il étudiait, le *Laetarius volemus*, un sucre nouveau, la volémité, qui est un homologue supérieur de la mannite et que M. Em. Fischer a classé parmi les heptites. On ne connaissait jusqu'alors qu'une seule heptite naturelle, la perséite; la volémité se trouve être la seconde.

II. L'étude des transformations des principes sucrés a conduit M. Bourquelot à découvrir chez les Champignons des ferments solubles ou diastases dont on n'avait pas auparavant soupçonné la présence dans ces végétaux. Telles sont d'abord la *tréhalase*, encore inconnue, qui dédouble le tréhalose en deux molécules de dextrose; puis la *maltase*, qui dédouble le maltose également en deux molécules de dextrose; l'*émulsine*, capable d'hydrolyser un grand nombre de glucosides; l'*inulase*, sécrétée par certaines moisissures et susceptible d'hydrolyser l'inuline et d'en faire un aliment assimilable.

Remarquons, à ce propos, qu'en recherchant si certaines plantes phanérogames, en apparence dépourvues de chlorophylle, telles que le *Monotropa Hypopitys*, ne renfermeraient pas aussi quelques-uns des principes immédiats observés chez les Champignons, M. Bourquelot a trouvé dans cette plante un autre ferment spécial, la *gaulthérase*, qui dédouble le glucoside de l'éther méthylsalicylique en mettant cet éther en liberté.

Portant ensuite ses investigations sur les matières oxydantes des Champignons, matières dont quelques-unes peuvent être, en raison de leur mode d'action, considérées comme des ferments solubles, il a montré, soit seul, soit en collaboration, que toutes les colorations spontanées qu'on observe quand on brise certains Champignons sont dues à l'action de ces matières en présence de l'air. Avec M. Bertrand, il a pu retirer, du *Russula nigricans*, un chromogène cristallisé, que ce chimiste a ultérieurement identifié avec la tyrosine. Plus tard, avec M. Harlay, il a montré que le chro-

mogène noircissant du *Russula adusta*, des *Boletus scaber*, *versipellis* et *aurantiacus*, est aussi de la tyrosine. Enfin, il a établi que les ferments oxydants des Champignons sont capables de déterminer l'oxydation d'un grand nombre de composés phénoliques : phénols, éthers de phénols, amines aromatiques. Quelques observations curieuses semblent également montrer que les colorations si diverses du chapeau des Champignons sont dues à l'action de ces mêmes ferments sur des chromogènes particuliers.

Tels sont les résultats les plus saillants obtenus par M. Bourquelot dans ses belles recherches. On pourrait signaler encore, dans les nombreux Mémoires qu'il a publiés depuis bientôt dix ans sur les Champignons, beaucoup d'autres faits d'un haut intérêt, non seulement pour la physiologie de ces végétaux, mais aussi pour la Biologie générale. Par la nature de ses travaux antérieurs, par ses connaissances en Chimie analytique et en Mycologie, il était bien préparé pour aborder ces questions délicates; on peut dire qu'il les a traitées avec une remarquable habileté.

Aussi la Section de Botanique est-elle unanime à décerner à M. **BOURQUELOT** le prix Montagne pour 1897.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Chatin, Guignard; Blanchard et Bornet, rapporteurs.)

La Commission du prix Thore partage le prix entre M. **LOUIS BORDAS** et M. **SAPPIN-THOUFFY**.

M. Bordas, auquel on doit de nombreuses recherches sur l'anatomie des Insectes, s'est occupé en ces derniers temps des glandes à venin des Insectes hyménoptères. Dans un travail fort intéressant : *Description anatomique et étude histologique des glandes à venin des Insectes hyménoptères*, il a constaté que ces organes existent, avec des variations morphologiques plus ou moins accentuées, dans toutes les familles de cet ordre.

Une étude histologique a été faite avec soin au sujet de chacune de ces glandes. M. Bordas a aussi décrit l'aiguillon venimeux chez quatre espèces d'Hyménoptères et il a montré que cet appareil, malgré certaines modifications apparentes, peut se ramener à un type unique. Il a également vérifié, à l'aide d'expériences chimiques fort bien faites, que le venin des Hyménoptères est un composé de deux liquides, l'un acide, l'autre alcalin,

sécétés par deux glandes différentes, et qu'il est d'autant plus venimeux que la glande alcaline est moins développée. Il résulte de l'étude de M. Bordas que tous les Hyménoptères (Porte-aiguillon et Térébrants) sont pourvus d'un appareil venimeux, plus ou moins développé, mais comprenant toujours deux et quelquefois trois sortes de glandes : la glande acide, la glande alcaline ou de Dufour et parfois une glande venimeuse accessoire.

Au point de vue histologique, les glandes à venin comprennent : 1° une membrane externe, très mince; 2° un épithélium glandulaire formé par une ou plusieurs assises de cellules; 3° une membrane chitineuse interne généralement plissée.

M. Bordas consacre une partie de son Mémoire à l'étude et à la description de l'aiguillon chez quatre espèces d'Hyménoptères (Abeille, Guêpe, Poliste et Psammophile). Cet organe, très compliqué, est formé de quatre pièces principales : le gorgeret, les stylets, le fourreau et une lamelle chitineuse disposée latéralement.

En accordant, en 1894, à M. Sappin-Trouffy un encouragement pour son Mémoire manuscrit sur le développement des Urédinées, la Commission du prix Desmazières avait exprimé le regret que l'auteur n'eût pas donné, sur un point particulièrement délicat et d'observation difficile, les renseignements qui, d'après des recherches toutes récentes, semblaient propres à distinguer, d'une manière nette et décisive, la fusion des noyaux reproducteurs et la fusion des noyaux végétatifs.

Cette lacune n'existe plus dans le travail définitif imprimé, soumis cette année au jugement de l'Académie. M. Sappin-Trouffy a repris ses observations, les a poursuivies pendant deux ans et a réussi à déterminer, d'une manière complète, le rôle du noyau dans le développement des Urédinées.

De même que dans les noyaux sexuels des animaux et des végétaux, il se produit chez ces plantes une réduction du nombre et de la masse des chromosomes, avec cette différence toutefois que le phénomène ne précède pas la fécondation, mais la suit.

En effet, le gros noyau formé dans les cellules de la téléospore, à la fin de la végétation par la fusion des deux noyaux copulateurs, et qui répond, pour l'auteur, au noyau fécondé de l'œuf, renferme une masse de substance chromatique représentant quatre chromosomes. Quand, à la germination, il passe dans le promycélium et s'y divise, la division n'amène pas quatre chromosomes, comme le ferait une division ordinaire, mais seule-

ment deux, ayant chacun un volume deux fois plus grand que les chromosomes des noyaux végétatifs. Une seconde bi-partition suivant immédiatement la première, les nouveaux chromosomes n'ont plus que la moitié du volume des chromosomes de la première génération. Ce sont ces noyaux ainsi réduits et redevenus semblables aux noyaux ordinaires de la plante qui passent dans les sporidies.

On voit par ce court exposé que M. BORDAS et M. SAPPIN-THOUFFY sont vraiment dignes de recevoir un prix de l'Académie; en conséquence, la Commission décerne à chacun des auteurs la moitié du prix Thore.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY.

La Commission du prix Savigny a décidé de ne pas décerner le prix cette année.

PRIX DA GAMA MACHADO.

(Commissaires : MM. Milne-Edwards, Blanchard, Ranvier, de Lacaze-Duthiers; Edmond Perrier, rapporteur.)

La généalogie des espèces de Papillons est-elle inscrite sur leurs ailes? Tel est l'intéressant problème que s'est posé M^{me} la comtesse DE LINDEN. Comment un pareil problème a-t-il pu surgir; par quelle voie peut-on espérer en obtenir la solution? C'est ce qu'il nous faut d'abord expliquer pour justifier la décision que la Commission du prix da Gama Machado soumet à la ratification de l'Académie.

Lorsqu'on se place sur le terrain de l'hypothèse de la descendance, trois ordres de phénomènes semblent, dans l'état actuel de nos connaissances, embrasser l'embryogénie tout entière : 1° les phénomènes de *patrogenie* ou de répétition des formes ancestrales dans leur ordre de succession gé-

néalogique; 2° les phénomènes de *tachygonie*, ou d'accélération dans le mode de formation des blastomères, des feuillettes, des mériques, des organes et des systèmes organiques de l'embryon; 3° les phénomènes d'*armozogonie* (1), ou d'adaptation de l'embryon à des conditions de développement qui lui sont propres, qui sont, par cela même, essentiellement transitoires et différentes des conditions définitives auxquelles sera liée l'existence de l'adulte. Les premiers sont des phénomènes d'*hérédité* pure et simple; les seconds sont dominés par cette faculté, que possède la substance vivante, de reproduire de plus en plus rapidement, quand les conditions sont favorables, les modifications qu'elle a subies, faculté que nous avons désignée sous le nom de *tachygénèse* (2); les troisièmes représentent la part de variabilité personnelle dont les embryons sont susceptibles au cours de leur développement, sans modifier le résultat définitif de leur évolution, variabilité qui est due en partie aux façons différentes dont l'embryon use de ses organes et qui rentre, par conséquent, pour cette partie, dans la *cinétogénèse* de Cope. Tout travail complet d'embryogénie doit tenir compte de ces trois ordres de phénomènes et les mettre respectivement en évidence. Mais il est nécessaire pour cela de s'adresser à un grand nombre de types et de les comparer entre eux; de nombreuses discussions se sont élevées entre les embryogénistes arrivés, sur le même sujet, à des résultats en apparence contradictoires pour n'avoir pas compris que ces résultats n'étaient que des termes plus ou moins éloignés d'une même série et que, loin de se contredire, ils fournissaient les moyens d'établir les lois de transformations des phénomènes embryogéniques. Une contradiction de ce genre paraît justement avoir été le point de départ du travail de M^{me} de Linden.

Contrairement à une opinion très répandue, les êtres vivants n'ont pas évolué en bloc; pas plus que, dans l'espèce humaine, la formation des nations policées n'a fait disparaître les formes sociales les plus rudimentaires la formation d'espèces nouvelles sur divers points du Globe n'a fait disparaître les espèces-souches de ces dernières. Il est donc permis, dans un ordre d'Insectes tel que celui des Lépidoptères, où les espèces d'un même genre et souvent d'une même famille présentent manifestement un même type d'ornementation et de coloration, de se demander quelles formes sont les plus voisines des formes originelles, et quelles sont, au contraire,

(1) *Rapport sur le pri.r Serres (Comptes rendus, 21 décembre 1896).*

(2) *Ibid.*

les formes les plus récentes et les plus modifiées. Il est clair, d'autre part, que si les phénomènes de patrogonie ont été conservés, on devra voir, sur l'aile des jeunes papillons encore enfermés dans l'étui de la chrysalide, les dessins et les couleurs des formes ancestrales apparaître tout d'abord et se modifier ensuite, de manière à reproduire chronologiquement les aspects présentés par les espèces appartenant à la même série généalogique. César Schæffer et Van Bemmelen obtinrent en effet, par l'étude du développement du dessin des ailes des Vanesses petite-tortue (*V. urticae*) et belle-dame (*V. cardui*), quelques résultats encourageants; le premier pensait toutefois que les modifications de dessin survenues au cours de la période de chrysalide ne portaient que sur des détails, tandis que le second considérait que le type même du dessin pouvait se modifier. Erich Haase a obtenu, pour les *Papilio*, des résultats analogues à ceux de Van Bemmelen.

Pour Urech, au contraire, le dessin apparaîtrait toujours d'emblée, mais les couleurs ne se montreraient que successivement dans l'ordre suivant : blanc, jaune, rouge, brun et noir. La couleur bleue, simplement due à la superposition d'écailles incolores à un fond noir devait, par cela même, apparaître la dernière. Urech attribue ce développement de ces couleurs à un réchauffement graduel du climat, il a dressé une généalogie des Vanesses, qui est à peu près l'inverse de celle à laquelle se sont arrêtés les précédents auteurs. Il résulterait de cette manière de voir que les influences extérieures et, avant tout, les influences calorifiques ne seraient pas sans action sur le mode de coloration des ailes des Lépidoptères. En outre, il n'y aurait pas de développement patrogonique du dessin; celui-ci serait essentiellement tachygonique, et le développement patrogonique des couleurs serait lui-même susceptible d'être modifié par les conditions extérieures.

On peut s'attendre d'ailleurs à ce que, par tachygénèse, dessin et couleurs prennent d'emblée leurs dispositions définitives.

M^{me} de Linden a courageusement entrepris de démêler ce qu'il y avait de vrai dans ces propositions contradictoires. Elle a étudié, au point de vue spécial qui nous occupe, les *Papilio podalirius* (Flambé) et *Machaon*, la *Thaïs polyxena*, les *Vanessa levana* (Carte géographique) et *urticae*. Ses observations donnent raison à Van Bemmelen et à Schæffer contre Urech, en ce qui concerne le développement progressif du dessin des ailes des espèces primitives; mais des phénomènes de tachygonie interviennent chez les

espèces les plus modifiées, et le dessin peut alors apparaitre d'emblée comme l'a vu Urech.

En ce qui concerne les *Papilio*, M^{me} de Linden se rallie complètement aux propositions énoncées par Eimer (1) :

1° La couleur du fond de l'aile et le dessin se développent successivement; ce dernier peut masquer presque totalement la couleur du fond (*V. urticae*).

2° Le dessin de l'aile postérieure devance généralement celui de l'aile antérieure; le dessin du dessus des ailes, celui du dessous.

3° Les modifications du dessin progressent du bord interne au bord externe (écailles noires des *Thaïs* et des *Vanessa*, coloration tardive du bord externe chez les *Papilio*).

4° Les bandes apparaissent généralement au point de ramification des nervures ou s'étendent le long de leur bord; leur position change avec la forme de l'aile.

5° Les *Papilio alebion* et *glycerion* représentent une forme primitive d'où le *P. podalirius* serait dérivé par la multiplication du nombre des écailles noires, la réunion de plusieurs bandes et la réduction de la bande de parade. Chez le *P. podalirius*, les bandes situées dans la cellule discoïdale devancent toutes les autres; chez le *P. Machaon*, les bandes sont réunies dès le commencement, réduites à des taches longitudinales et forment finalement, quand les nervures portent des écailles noires, un dessin transversal.

6° Le dessin de la *Vanessa levana* est plus primitif que celui des *V. urticae* et *polychloros* (grande tortue). Les bandes de la *V. urticae* sont plus courtes et le dessin primitif fait défaut.

Si intéressants que soient ces résultats, ils ne reposent encore que sur l'étude d'un bien petit nombre d'espèces; l'auteur n'indique pas pourquoi son choix s'est porté sur les genres qu'il a étudiés plutôt que sur d'autres. Même en se bornant, comme l'a fait M^{me} de Linden, aux Papillons de jour, il eût été nécessaire d'établir entre leurs genres, en se basant sur l'ensemble de leurs caractères, un ordre probable de succession généalogique; il était dès lors indiqué de commencer ces études par les genres les plus anciens et les plus simplement colorés, de chercher à déterminer, parmi les genres et parmi les espèces de chaque genre, les formes où la

(1) EIMER, *Die Artbildung und Verwandtschaft der Schmetterlingen*, Iéna, 1895 et 1896.

patrogonie domine dans l'évolution du dessin et de la couleur, de suivre pas à pas dans les autres les effets de la tachygénèse et de préciser ainsi l'ordre de succession des espèces. On pouvait se demander ensuite quelles causes externes ou internes avaient pu amener les modifications chronologiquement établies du dessin et de la couleur et aborder ainsi le problème de l'origine de l'ornementation des ailes des Lépidoptères; tout au moins par cette méthode les données du problème auraient été scientifiquement établies et la solution, par cela même, préparée. Il est vraisemblable que les résultats obtenus dans cette direction sur les *Hesperinæ*, les *Pierinæ*, les *Apaturinæ*, les *Melitæa*, les *Argynnis*, etc., n'auraient pas été sans intérêt et les Papillons hétérocènes soulèvent des questions autrement variées. La Commission du prix da Gama Machado a donc pensé qu'il convenait de mentionner honorablement les recherches de M^{me} la comtesse DE LINDEN, et de l'encourager à les poursuivre en espérant qu'il serait possible de leur accorder prochainement l'une des récompenses dont l'Académie dispose.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Marey, Bouchard, Guyon, Chauveau, Brouardel, Lannelongue, d'Arsonval, Duclaux ; Potain, rapporteur.)

M. le D^r GAUCHER a présenté, pour concourir à ce prix, deux Ouvrages également importants.

Le premier est un Travail sur la pathogénie des néphrites. Il y démontre expérimentalement l'origine toxique des néphrites épithéliales par l'injection sous-cutanée, à des animaux, de matières extractives, telles que la leucine, la tyrosine, la créatine, la créatinine, la xanthine, l'hypoxanthine. Il en déduit l'influence pathogène que les matériaux de désassimilation exercent sur le rein, dans toutes les maladies aiguës ou chroniques où la désassimilation s'exagère, et il met en lumière, mieux que cela n'avait jamais été fait, l'importance considérable que l'alimentation peut avoir dans le traitement des

maladies des reins, suivant qu'elle introduit dans l'économie ces extractifs de la viande dont l'influence sur ces organes peut être nuisible, ou que, au contraire, elle les en exclue tout à fait.

Le second des Ouvrages de M. Gaucher est un Traité des maladies de la peau, résumé des leçons professées par l'Auteur à la Faculté de Médecine. Dans ce Livre l'étude des affections cutanées est soigneusement et très étroitement rattachée aux notions, tous les jours plus précises, que la Pathologie générale fournit à la Pathogénie. L'Auteur ne s'est pas contenté de marcher résolument à cet égard sur les traces de l'illustre Bazin : il a apporté dans cette étude un contingent très important de faits basés sur des recherches personnelles. Il a montré que, comme les reins, la peau subit l'influence nocive des accumulations de matières extractives et que, notamment dans l'arthritisme, ces accumulations peuvent devenir un des éléments essentiels de l'action spéciale et pathogène que cette diathèse exerce sur les téguments.

Il a montré les rapports de certaines formes des maladies de la peau avec la tuberculose et décrit, sous le nom de tuberculose *pustulo-ulcéreuse*, une variété nouvelle de cette affection. Il a fait voir surtout comment la communauté d'origine n'implique en aucune façon l'égalité de virulence et un degré semblable de gravité; par où il a été conduit à des considérations très importantes relativement au pronostic et au traitement, comme à la prophylaxie de ces maladies.

Un second Volume du même Ouvrage contient des faits absolument nouveaux relatifs, par exemple, à la chromhydrose, à la pathogénie de l'éléphantiasis des Arabes, à l'hérédité et à la transmission de la lèpre, au clou de Biskra et à une affection tuberculo-ulcéreuse qu'il a observée à Pendja, dans la Russie méridionale.

En raison de ces titres, qui sont d'une haute valeur, votre Commission propose à l'Académie de décerner l'un des prix Montyon à M. le Dr GAUCHER.

Un prix est décerné à M. ZAMBACO pour l'ensemble de ses travaux sur la lèpre, à l'occasion de son nouveau Livre intitulé : *Les lépreux ambulants de Constantinople*.

L'œuvre de M. Zambaco est des plus importantes et des plus méritantes. Il a fait de la lèpre, dans ses diverses modalités, une description où bien des traits nouveaux s'ajoutent au tableau ancien; et la sûreté de ses descriptions cliniques l'autorisent à affirmer le diagnostic d'après les signes objectifs, même si l'examen bactériologique semble devoir être négatif. De

même que le lupus bien déterminé cliniquement peut être avec certitude déclaré tuberculeux même si le bacille de Koch ne se laisse pas découvrir, de même M. Zambaco se sent en droit, et avec raison, de déclarer lépreux certains érythèmes, certains cas de morphee, de sclérodermie, d'ainham, de syringomyélie, alors que le bacille de Hansen n'y aurait pas été mis en évidence. Il a découvert la lèpre infantile. Il a apporté des arguments décisifs en faveur de l'hérédité de cette maladie.

Comparant les signes d'une maladie mutilante observée en Bretagne avec ce qu'il voyait chez les lépreux de Constantinople, il conclut à l'identité de la lèpre et de la maladie de Morvan et, guidé par cette certitude déduite de la clinique, il vient chez nous et découvre en Bretagne une endémie lépreuse.

Ce sont là des titres qui placent l'œuvre de M. ZAMBACO à un rang très éminent parmi les travaux qui, dans ce dernier quart de siècle, ont le plus fait progresser la Médecine clinique.

MM. RÉMY et CONTREMOULINS présentent deux Atlas de Radiographie.

Ce Travail très important, très soigné, montre que les Auteurs ont été les véritables initiateurs pour un grand nombre d'applications de la Radiographie aux Sciences médicales. Si, depuis leurs travaux, des perfectionnements ont été réalisés sur certains points, c'est à eux qu'appartient l'honneur des premières applications. On peut s'en convaincre par la date de leurs diverses publications :

- 1° Radiographies stéréoscopiques (27 juillet 1896);
- 2° Recherches des projectiles dans le crâne (27 juillet 1896);
- 3° Première démonstration sur le vivant du siège d'un projectile (4 août 1896);
- 4° Injections cadavériques rendant les vaisseaux visibles dans les radiogrammes (2 novembre 1896);
- 5° Étude de l'évolution des dents (2 novembre 1896);
- 6° Applications à la Paléontologie, avec M. Lemoine (Communications diverses à l'Académie des Sciences);
- 7° Localisation précise de la position des projectiles dans le crâne et la tête (Académie de Médecine, 6 avril 1897).

L'album présenté par les Auteurs montre qu'ils ont soigneusement étudié et figuré les divers états physiques des tubes de Colardeau-Chabeaud et le degré de rapidité et de netteté des images correspondant à ces divers états.

La suite du Travail montre de nombreuses et très intéressantes applications de la Radiographie à la *Pathologie chirurgicale*, à la *Médecine légale*, à l'*Embryogénie*, à la *Zoologie comparée*, à la *Botanique*.

MM. **MARIE** et **RIBAUT** adressent également au concours une fort belle série d'épreuves radiographiques. Ce sont surtout les injections vasculaires qui sont représentées avec une admirable perfection sous forme d'épreuves stéréoscopiques. Les auteurs ont créé, pour la prise de ces images, un ingénieux dispositif qui assure l'exactitude du relief.

Votre Commission a pensé que ces Travaux d'une très grande valeur méritaient un prix Montyon, et elle a associé ces divers auteurs au partage de ce prix.

Des mentions sont attribuées à M. **FABRE-DOMERGUE**, à MM. **BOSC** et **VEDEL**, et une troisième mention à M. **LAPIQUE**.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Chatin, Guyon, Lannelongue, Potain, Bouchard.)

Le prix est décerné à M. **DE ROCHEBRUNE**, pour son Ouvrage intitulé : *Toxicologie africaine*; une mention est attribuée à M. **LUCET**, pour son Ouvrage intitulé : *De l'Aspergillus fumigatus chez les animaux domestiques et dans les œufs en incubation*.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Marey, Bouchard, Guyon, Chauveau, Brouardel, Lannelongue, d'Arsonval, Duclaux; Potain, rapporteur.)

MM. **BUROT** et **LEGRAND**, médecins de la Marine, ont présenté à l'Académie deux Ouvrages : l'un imprimé et traitant des *Maladies des marins et des Épidémies nautiques*, l'autre manuscrit et relatif à la *Mortalité dans l'armée coloniale*. Ces deux Ouvrages contiennent un très grand nombre de documents très soigneusement collectés, très attentivement analysés et sagement utilisés. Ils ont, le dernier surtout, une portée pratique très considérable et seront d'une haute utilité pour la Médecine coloniale. En conséquence, la Commission propose à l'Académie d'attribuer le prix à MM. **BUROT** et **LEGRAND**.

M. **ÉMILE LEGRAIN** a envoyé à l'Académie un Livre *Sur la pathologie saharienne*, accompagné de nombreuses photographies, pour lequel la Commission propose une récompense.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Bouchard, Potain, Lannelongue, d'Arsonval ;
Guyon, rapporteur.)

La Commission attribue le prix à MM. **BEAUREGARD** et **BOULART** pour leurs Recherches sur les organes génito-urinaires des Cétacés.

Ces organes n'avaient jusqu'à ce jour été l'objet que de descriptions succinctes, en raison même des difficultés que l'on éprouve à se procurer des pièces anatomiques propres à leur étude. Les auteurs ont pu réunir un nombre relativement grand d'organes génito-urinaires de Cétacés, à la fois chez les Baleinides et parmi les Cétodontes, ce qui leur a permis de donner une description assez complète de l'organisation de l'appareil génito-urinaire chez ces mammifères.

Ils ont étudié, dans un premier Mémoire, les organes génito-urinaires des Baleinides mâles et femelles. Ils ont démontré, chez ces dernières, l'existence de plexus vasculaires, non encore décrits, dans les ligaments larges et donné des descriptions, nouvelles pour la plupart, des organes internes dans les deux sexes.

Chez les Baleinoptères mâles, MM. Beauregard et Boulart ont fait connaître l'existence d'un réseau veineux excessivement riche à la surface du rein, réseau communiquant avec les veines de la partie postérieure du corps et avec la veine rénale, constituant ainsi une sorte de veine porte d'un très riche développement.

D'autres recherches les ont conduits à étudier la structure des membranes fœtales et à signaler l'existence de corps hippomanes sur le cordon, caractères anatomiques qui paraissent indiquer une certaine relation de parenté entre les Cétacés et les Equidés.

Ayant eu l'occasion d'étudier les organes génitaux d'un Baleinoptère (*B. musculus*) mâle, MM. Beauregard et Boulart ont démontré la présence d'un *protometra* (utérus mâle) et indiqué la curieuse particularité offerte par les canaux déférents qui sont pourvus, dans cette espèce, d'une valvule spirale qui s'étend à toute leur longueur et rappelle celle de l'intestin des Squales.

Les auteurs de cet intéressant ensemble de recherches donnent enfin une description complète des organes mâles du Cachalot. Cette description est la première qui ait été faite, elle comprend : une étude de la verge du mâle et, chez le fœtus de 1^m,30, celle des muscles de la région ainsi que des organes internes et externes.

PRIX PARKIN.

(Commissaires : MM. Bouchard, Potain, Guyon, d'Arsonval, Duclaux ; Marey, rapporteur.)

Le prix Parkin est décerné à M. **AUGUSTUS WALLER**, pour ses études relatives à l'action de l'acide carbonique et de certains gaz et vapeurs sur la variation négative des nerfs excités.

PRIX BELLION.

(Commissaires : MM. Bouchard, Potain, Brouardel, Lannelongue ; Guyon, rapporteur.)

La Commission a partagé le prix entre MM. **AUGUSTE PETTIT**, pour ses *Recherches sur les capsules surrénales*, et **PÉRON**, pour ses *Recherches anatomiques et expérimentales sur les tuberculoses de la plèvre*.

Une somme de *mille francs* est attribuée à M. Auguste Pettit et *quatre cents francs* à M. Péron.

M. Auguste Pettit a fait de nombreuses recherches sur les capsules surrénales et les a poursuivies pendant plusieurs années. Il s'est attaché à démontrer que ces organes sont bien réellement des glandes en les étudiant dans toute la série des Vertébrés et en en faisant l'Histologie physiologique. Après avoir reconnu que leur forme et leur position sont sujettes à de nombreuses variations et qu'un seul caractère semble constant, à savoir le voisinage des capsules surrénales avec les gros troncs vasculaires de l'abdomen, ainsi que leur très riche vascularisation, l'auteur choisit, pour ses études d'Histologie physiologique, la capsule surrénale des Téléostéens. Chez l'Anguille, en particulier, il établit que leur structure est glandulaire, et fait mieux encore, car il nous montre le mécanisme de leur sécrétion, ce que personne n'avait pu faire jusqu'ici. Un grand nombre de dessins et des

expériences physiologiques viennent appuyer ses démonstrations, et l'ensemble de ses recherches permettent à l'auteur de conclure :

- 1° Que la capsule surrénale est une glande au sens propre du mot ;
- 2° Qu'elle est le siège de phénomènes sécrétoires se traduisant par des processus histologiques ;
- 3° Qu'elle doit prendre place dans la série des glandes closes à côté du corps thyroïde.

Recherches anatomiques et expérimentales sur les tuberculoses de la plèvre ;
par M. PÉRON.

De ces recherches l'auteur conclut que le bacille tuberculeux peut, dans la plèvre, réaliser toutes les formes de pleurésie, en particulier la pleurésie séro-fibrineuse à allure de pleurésie franche aiguë.

Il a pu notamment reproduire, chez le chien, les différentes formes de pleurésie avec des cultures pures de tuberculose humaine, et sans intervention d'agents étrangers, en faisant varier les doses et la virulence.

PRIX MÈGE.

(Commissaires : MM. Bouchard, Potain, Guyon, Brouardel, Lannelongue ;
Marey, rapporteur.)

La fatigue et l'entraînement physique, par M. le D^r Ph. Tissié (à Bordeaux).

Sous ce titre, M. TISSIÉ a présenté au concours un très important travail sur l'éducation physique, sur les défauts de l'enseignement tel qu'on le donne aujourd'hui et sur la direction meilleure qu'on pourrait lui imprimer si l'on s'inspirait davantage des notions de la physiologie et de l'hygiène. Tout en faisant certaines réserves sur quelques-unes des théories physiologiques de l'auteur, votre Commission a été frappée de la riche accumulation de faits et d'observations personnelles apportée par l'auteur à l'appui de ses idées. Elle désire attirer sur cet Ouvrage l'attention des hommes chargés de l'éducation de la jeunesse et décerne à M. le D^r TISSIÉ le prix Mège pour 1897.

PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. Marey, Ranvier, Potain, Milne-Edwards ;
Bouchard, rapporteur.)

La Commission partage le prix entre M. **HENRI MEUNIER** pour son étude sur le « Rôle du système nerveux dans l'infection de l'appareil pulmonaire » et M. **GUSTAVE DURANTE** pour son étude sur les « Dégénérescences secondaires du système nerveux ».

L'appareil respiratoire est largement ouvert aux agents capables de produire une infection par les microbes vulgaires ou par les microbes virulents. Ces agents, ceux-là même dont l'expérimentation fait reconnaître l'active virulence, vivent et prospèrent dans les cavités voisines, dans la bouche, dans le pharynx, même dans les bronches; et cependant l'infection toujours imminente ne se produit pas. Certaines conditions suspendent l'action protectrice qui, dans l'état habituel, empêche la réalisation de cette infection. C'est tout un ordre de ces actions protectrices que M. Meunier a étudié, et son travail, à la fois expérimental, anatomo-pathologique et clinique, montre comment certaines perturbations nerveuses engendrent les infections pulmonaires.

Que la défense soit produite par un réflexe provocateur de toux, ou par les mouvements des cils vibratiles, ou par les changements vasculaires qui rendront plus active la diapédèse, ou enfin par des changements de la nutrition d'où naissent les matières bactéricides, on conçoit la multiplicité des moyens par lesquels le système nerveux protège le poumon contre l'infection et la multiplicité des perturbations ou des lésions qui rendront possible ou qui provoqueront cette infection.

L'auteur en a donné la preuve expérimentale en éclairant par l'étude bactériologique la question déjà traitée de la pneumonie par lésion du vague et en montrant que l'infection se limite aux régions énervées.

Chez l'homme il montre que si la lésion nerveuse est périphérique la lésion pulmonaire est unilatérale et limitée au même côté où le nerf est lésé; que si la lésion nerveuse est centrale, l'infection pulmonaire est croisée.

Il s'attache plus particulièrement à l'étude des névrites primitives, toxiques ou infectieuses du nerf vague, et aux névrites secondaires causées par les tumeurs du médiastin. A ne considérer que celles qui compliquent l'adénopathie trachéo-bronchique il apporte quatorze observations person-

nelles où l'infection pulmonaire surajoutée s'est trouvée limitée aux parties énervées du poumon.

Dans son étude sur les dégénération secondaires du système nerveux, M. DURANTE s'est attaché à établir, à côté de la dégénération wallésienne, la réalité d'une dégénération rétrograde dans les nerfs périphériques sensitifs et moteurs et dans les centres nerveux. Aux faits déjà connus il a ajouté des observations personnelles qui mettent hors de doute la réalité de la dégénération descendante dans les cordons postérieurs de la moelle épinière. On doit à M. DURANTE une étude très soignée des lésions histologiques de cette dégénération rétrograde qui ne saurait être confondue avec celle dont Waller nous a fait connaître l'existence.

Des mentions honorables sont accordées à M. VOISIN, pour son Travail *Sur l'épilepsie*; à MM. ONUF et COLLINS, pour leur Ouvrage portant pour épigraphe : *Impariamo ancora*; à M. A. MERCIER, auteur d'une brochure *Sur la diminution du poids du cerveau dans la paralysie générale*, et d'un autre Travail intitulé : *Les coupes du système nerveux central*.

PRIX DU BARON LARREY.

(Commissaires : MM. Guyon, Bouchard, Potain, Marey;
M. Lannelongue, rapporteur.)

La Commission chargée d'examiner le mérite des travaux envoyés à l'Académie vous propose de décerner le prix du Baron Larrey à M. le Dr AUFFRET, Directeur du Service de Santé de la Marine à Brest.

L'œuvre de M. Auffret est intéressante, utile à divers titres et originale en même temps. Elle comprend une série de six monographies relatives aux secours à donner aux blessés et aux naufragés des guerres maritimes. Les unes exposent l'historique de la question; elles montrent avec clarté que, jusqu'aux doctrines humanitaires de la fin du siècle dernier, on ne paraissait guère prendre grand souci du sort des malheureux blessés. On ne trouve aucune mention des soins qu'on pouvait leur donner dans les escadres de Duguay-Trouin, de Duquesne et de Jean-Bart. Mais il suffit de quelques années, durant les guerres navales de la seconde moitié du siècle dernier, de la République et du premier Empire, pour voir naître et grandir, de manière qu'ils s'élevassent vite à la hauteur de leurs fonctions, une série d'hommes vaillants et dévoués qui eurent la charge de secourir les victimes de ces guerres.

Ce ne fut cependant qu'une première et courte étape.

Dans la seconde, comprenant les temps rapprochés de nous, le problème s'élargit beaucoup. L'organisation des secours maritimes s'est inspirée des moyens de secours des guerres continentales ; après une longue période de tâtonnement les derniers présentent actuellement une chaîne ininterrompue dont les anneaux se tiennent de la manière la plus serrée.

M. le D^r **AUFFRET** a droit à une part du mérite de cette organisation en ce qui concerne la Marine, et je ne parle pas de l'invention faite par lui d'appareils ingénieux, d'une grande utilité, adoptés sans conteste par le Conseil de Santé.

Pour parvenir à donner les soins nécessaires aux blessés des guerres maritimes, près des côtes ou en haute mer, il fallait commencer par organiser un service spécial dans les ports militaires et de commerce, dans certains points du littoral ; il convenait ensuite d'établir des communications de ces divers points avec les escadres engagées.

De là la nécessité de créer des navires dits *de secours*, véritables unités techniques au même titre que les navires de combat. C'est à l'État que doit revenir le soin et le souci de ces bâtiments hôpitaux, qui doivent avoir le bénéfice absolu de la naturalisation et qui doivent offrir des qualités de marche et d'exercice leur permettant de suivre et d'accompagner les escadres. Ils devront être construits et aménagés de manière à présenter les conditions qui permettent de répondre à toutes les exigences que comportent aujourd'hui les malades ou les blessés des guerres.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE).

(Commissaires : MM. Marey, Bouchard, Duclaux, Potain ;
Chauveau, rapporteur.)

Le prix est décerné, par la Commission, à M. **DELZENNE** pour ses travaux sur la coagulation du sang.

L'ensemble des recherches de M. Delzenne, sur la coagulation du sang chez les Vertébrés, lui a permis de formuler cette conclusion : le sang des

Oiseaux, des Reptiles, des Batraciens et des Poissons offre une remarquable résistance à la coagulation spontanée.

Quand ce sang est recueilli en observant rigoureusement les règles que nécessite l'étude méthodique d'une coagulation spontanée, il reste généralement liquide pendant plusieurs jours.

M. Delzenne a montré que les propriétés coagulantes des tissus, déjà signalées par Wooldrige, d'une part, Schmidt et ses élèves d'autre part, suffisent à expliquer la rapidité avec laquelle se coagule le même sang lorsqu'il est recueilli au niveau d'une plaie. Rien de plus net que les expériences à l'aide desquelles l'auteur démontre l'influence de ces propriétés. La démonstration est surtout saisissante quand on opère sur le sang d'oiseau, qui a toujours passé pour le plus rapidement coagulable de tous les sangs et qui, soustrait au contact direct des plaies vasculaires par lesquelles il s'écoule, conserve pendant plusieurs jours toute sa fluidité, dans les récipients propres et stérilisés où on le recueille. Le sang se coagule au contraire presque instantanément, si ces récipients contiennent la plus faible parcelle d'un tissu quelconque.

L'étude de la coagulation du sang chez les Mammifères, soumise à l'observation rigoureuse des mêmes règles, permet de s'assurer que le sang de ces derniers, quelles que soient les précautions employées pour le recueillir à l'abri du contact des tissus, coagule toujours dans un délai qui n'excède guère quinze à vingt minutes.

Il y a donc lieu d'établir une distinction absolue entre la coagulabilité du sang chez les Mammifères et chez les autres Vertébrés. Quelles sont les causes de ces différences? Pour le moment, on ne peut guère répondre à la question qu'en signalant le rapport très étroit qui existe entre la structure histologique des globules rouges et la coagulabilité du sang dans les différentes classes des Vertébrés. Il est, en effet, frappant que la prise en caillot est très rapide chez les Mammifères, animaux dont les globules rouges sont dépourvus de noyau, tandis qu'elle se fait, au contraire, avec une extrême lenteur chez tous les Vertébrés à globules nucléés.

L'influence de la présence du noyau ne saurait être contestée, car chez les embryons de Mammifères au stade du développement qui correspond à l'existence exclusive d'hématies nucléées dans le sang, la coagulation s'effectue suivant le même processus que chez ceux des Vertébrés adultes dont les globules rouges sont pourvus de noyau d'une manière permanente.

Une mention honorable est accordée à M. **GOURFEIN**.

PRIX LA CAZE (PHYSIOLOGIE).

(Commissaires : MM. Marey, Bouchard, Guyon, Potain, Lannelongue, Chauveau, Duclaux, Ranvier; d'Arsonval, rapporteur.)

Par les belles recherches que récompense aujourd'hui même l'Académie, M. Lénard avait pensé établir que les phénomènes qu'il avait le premier observés hors de l'ampoule à vide et les phénomènes lumineux dont l'intérieur de l'ampoule est le siège sont inexplicables dans la théorie de Crookes. Malgré la grande perspicacité dont M. Lénard a fait preuve dans cette étude, il ne songea pas qu'il pouvait y avoir dans l'ampoule, et hors de l'ampoule, deux actions distinctes, dont l'une était la conséquence de l'autre.

Il était réservé à M. RÖNTGEN de réaliser l'expérience établissant la distinction entre les deux phénomènes.

M. Röntgen, en observant les phénomènes découverts par Lénard, se plaça dans des conditions telles qu'il lui était impossible d'admettre que les actions qu'il constatait fussent dues au rayon même échappé de la cathode et ayant traversé la paroi de l'ampoule.

Il reconnut, par des expériences aujourd'hui classiques, que la source des nouveaux rayons était le point même de la paroi de l'ampoule frappé par les rayons cathodiques, et n'hésita pas à attribuer les phénomènes qu'il observait à une nouvelle espèce de rayons.

Dans une étude rapidement conduite il établit les principales propriétés des nouveaux rayons, reconnut qu'ils se propagent en ligne droite ou tout au moins que leur réfraction et que leur absorption dans les corps est très différente de celle que subit la lumière. Il trouva, en particulier, ce fait capital qu'un grand nombre de corps, et notamment certains tissus vivants, opaques à toutes les lumières connues, sont traversés même sous de grandes épaisseurs par les nouveaux rayons.

Il réalisa entre autres cette expérience merveilleuse qui permet d'explorer et de voir toutes les parties du squelette à travers les tissus qui le recouvrent.

En présence d'une découverte qui apporte un agent nouveau à la Thérapeutique, qui permet à l'exploration médicale de créer une méthode nouvelle rendant accessible à la vue ce qui n'avait encore pu être exploré que par l'ouïe ou par une palpation lointaine; en présence enfin des modifica-

tions étranges que les nouveaux rayons font subir à la nutrition et aux actions élémentaires des tissus, la Commission du prix La Caze (Physiologie) a pensé être l'interprète de la gratitude et de l'admiration des physiologistes et des médecins en s'associant à la Commission du prix La Caze (Physique), pour qu'une égale récompense soit décernée aux deux principaux auteurs de cette brillante découverte. En conséquence, votre Commission vous propose d'attribuer le prix La Caze (Physiologie), pour l'année 1897, à **M. RÖNTGEN.**

PRIX POURAT.

(Commissaires : MM. Bouchard, Marey, d'Arsonval, Guyon ;
Chauveau, rapporteur.)

La question posée était ainsi libellée : *Produire des expériences nouvelles sur la détermination de la part qui revient aux oxydations dans l'énergie mise en jeu par les phénomènes physiologiques, chez les animaux.*

M. KAUFMANN a traité cette question dans l'exposé de plusieurs séries de recherches expérimentales originales, auxquelles la Commission a décerné le prix.

Voici le résumé de cet exposé :

L'auteur a cherché à déterminer les relations qui existent entre l'énergie émise sous forme de chaleur sensible par l'animal en repos et les processus chimiques intra-organiques. Ces processus chimiques amènent une simplification graduelle des molécules des principes immédiats qui entrent dans la constitution de l'organisme et des aliments, pour aboutir à la formation de l'urée et de l'acide carbonique éliminés par les animaux.

La comparaison de la quantité de chaleur émise dans les diverses conditions biologiques et des quantités d'oxygène absorbé, d'acide carbonique et d'urée ou mieux d'azote urinaire éliminés, permet d'arriver à la détermination de la part qui revient aux oxydations dans la mobilisation de l'énergie mise en jeu par les phénomènes physiologiques. Il est bien évident que, si, dans les diverses conditions de l'animal, il existe toujours une relation constante entre la chaleur émise et l'oxygène absorbé, on est en droit de conclure que l'énergie représentée par cette chaleur a pour origine certaine les processus d'oxydation et non les processus anaérobies.

La recherche de cette relation a été faite à l'aide d'un dispositif expérimental analogue à ceux qui ont déjà été utilisés pour d'autres études du

même ordre. Grâce à ce dispositif et à la méthode employée pour l'exploiter, il a été permis de mesurer avec rigueur et simultanément, sur le même sujet, l'oxygène absorbé, l'acide carbonique éliminé, l'azote urinaire expulsé et la chaleur sensible dégagée.

Ces déterminations ont été faites sur des chiens placés dans l'une des cinq conditions biologiques suivantes :

- 1° Pendant l'abstinence;
- 2° Pendant l'abstinence et la fièvre;
- 3° Pendant la digestion d'aliments sucrés;
- 4° Pendant la digestion d'aliments gras;
- 5° Pendant la digestion d'aliments albuminoïdes.

Dans toutes ces conditions, on a constaté qu'il existe une relation étroite entre l'émission de chaleur et l'absorption d'oxygène. Pour mettre en évidence cette relation, il est nécessaire de tenir compte de la destination immédiate et du mode d'utilisation de l'oxygène consommé dans les diverses conditions.

On sait, en effet, que l'unité de poids ou de volume d'oxygène produit une quantité de chaleur variable suivant que ce gaz sert à oxyder des matières hydrocarbonées, des corps gras ou des substances albuminoïdes.

La destination immédiate de l'oxygène consommé et l'origine immédiate de l'acide carbonique produit pouvant être déterminées avec certitude, d'après la valeur du quotient respiratoire et les quantités d'azote urinaire excrété et de chaleur éliminée.

De l'ensemble de ses recherches l'auteur dégage nettement le résultat suivant :

Les phénomènes chimiques de dédoublement purement anaérobie ne prennent qu'une part insignifiante et par conséquent négligeable dans la manifestation de l'énergie mise en jeu par les divers travaux physiologiques; *cette énergie est évidemment empruntée pour ainsi dire en totalité aux processus d'oxydation.*

Ce résultat, conforme à ceux obtenus par M. A. Chauveau dans des expériences d'un autre ordre et à la doctrine qu'il en a déduite, sur le rôle énergétique des combustions intra-organiques, est démontré dans les expériences de l'auteur par les deux faits fondamentaux suivants :

1° Si l'on tient compte de la destination et du mode d'utilisation de l'oxygène, en s'inspirant des données théoriques de M. A. Chauveau, on constate que, dans tous les cas, il existe un parallélisme partiel entre la production de chaleur et l'absorption ou la consommation d'oxygène.

2° Le dédoublement purement anaérobie de l'albumine, tel que l'admet M. A. Gautier, est sensiblement neutre au point de vue thermique. Donc ce mode de dédoublement ne peut pas contribuer notablement à la mise en jeu de l'énergie d'où procèdent les travaux physiologiques de l'organisme animal.

Cette conclusion s'accorde parfaitement avec celle que M. Laulanié a tirée de ses expériences propres.

Elle repose sur des expériences nombreuses, fort bien instituées et non moins bien exécutées. Il y a certainement à reprendre dans cet excellent travail de M. Kaufmann au sujet de l'utilisation attribuée à l'oxygène absorbé dans les diverses conditions physiologiques étudiées par l'auteur. Mais ceci n'enlève rien à la valeur de sa conclusion essentielle qui n'aurait nullement à souffrir de l'introduction d'éléments nouveaux dans une discussion consacrée à l'interprétation des faits expérimentaux si nettement mis en lumière par M. KAUFMANN.

PRIX MARTIN DAMOURETTE.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, Marey, Potain, d'Arsonval ;
A. Chauveau, rapporteur.)

Le prix est décerné par la Commission à M. L. GUINARD, pour l'ensemble de ses travaux sur les points suivants :

- 1° Étude physiologique de quelques-uns des alcaloïdes de l'opium ;
- 2° Recherches expérimentales sur certains accidents de l'anesthésie ;
- 3° Résistance de la peau saine à la pénétration des médicaments et des poisons.

A. L'apocodéine est un des alcaloïdes de l'opium qui ont fait l'objet des recherches expérimentales de M. L. Guinard. Dans un Mémoire très documenté, où se trouvent exposées avec le plus grand soin les modifications organiques et fonctionnelles produites par l'apocodéine dans l'économie animale l'auteur démontre que cet alcaloïde, contrairement à ce qui était admis, *n'est pas un vomitif*, mais qu'il exerce sur le système nerveux des actions qui en font un calmant précieux, supérieur à la codéine.

B. C'est la morphine qui a été surtout étudiée par M. L. Guinard. Il a publié sur ce sujet six Notes ou Mémoires.

Il complète les notions déjà acquises et surtout en apporte de nouvelles sur la résistance de certaines espèces animales à l'action hypnotisante de

la morphine. Les recherches très précises de M. L. Guinard établissent définitivement que, pour le cheval, le bœuf, le chat, le mouton, le porc, la chèvre, *la morphine n'est pas un hypnotique*. Chez ce dernier animal, la morphine joue plutôt le rôle d'un excitant énergique. Il en peut absorber, du reste, des doses énormes sans en être incommodé et présente ainsi *une résistance vraiment exceptionnelle à l'intoxication morphinique*.

Les autres points étudiés par l'auteur sont relatifs à l'action excito-sécrétoire, aux influences nauséuses et aux vomissements qui suivent l'administration de la morphine. Les expériences de M. L. Guinard rattachent définitivement *ces divers effets à des actions nerveuses centrales directes*.

M. L. Guinard s'est occupé aussi des effets cardio-vasculaires de la morphine. C'est lui qui, pour la première fois, les a étudiés sur les espèces animales rebelles à l'action narcotisante de la morphine. *L'action tonocardiaque générale de ce médicament est démontrée* par les résultats des expériences faites sur les sujets appartenant à ces espèces, aussi bien que sur ceux que la morphine endort. Mais une *différence fondamentale* sépare, au point de vue circulatoire, les espèces narcotisables de celles qui ne le sont pas: avec les premières on enregistre toujours *l'hypotension artérielle*; avec les secondes, c'est *l'hypertension* qui domine en atteignant parfois une valeur très élevée. Il n'y a pas à douter de l'exactitude de ces résultats, qui ont été obtenus à l'aide des explorateurs graphiques perfectionnés que M. L. Guinard avait à sa disposition pour l'étude du cœur, du pouls, de la pression et de la vitesse du sang dans les artères.

C. Les travaux qui viennent d'être analysés sommairement suffisent à justifier amplement le jugement de la Commission. Aussi, en ce qui concerne les autres travaux présentés par M. L. Guinard, nous nous bornerons à de très brèves indications:

1° Aux faits cliniques connus démontrant qu'il est dangereux de soumettre à l'anesthésie générale des sujets porteurs de lésions graves des viscéres abdominaux, quand ces sujets sont fortement déprimés et plus ou moins en état de collapsus, M. L. Guinard ajoute des faits expérimentaux confirmatif de cette notion et propres à donner la théorie des accidents. Il démontre, en effet, que toute irritation de l'intestin peut devenir dangereuse, en provoquant *l'arrêt réflexe* de la respiration.

2° M. L. GUINARD a apporté une bonne contribution à l'étude de la résistance de la peau saine à la pénétration des médicaments et des poisons. Cette étude consiste dans des recherches de laboratoire très consciencieuses qui l'ont induit à proposer de laisser de côté ce que l'on persiste à

appeler *l'absorption cutanée*. Il pense qu'on doit s'intéresser seulement à « *la résistance de la peau saine à la pénétration des médicaments et des poisons et aux circonstances dans lesquelles cette résistance peut être diminuée ou vaincue* ».

PRIX PHILIPEAUX.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Bouchard, Chauveau, Ranvier; Marey, rapporteur.)

MM. **COURTADE** et **GUYON** ont adressé à l'Académie un travail qu'ils ont fait en commun sur l'innervation de la vessie et de l'intestin. Le fait extrêmement important qui se dégage de leurs expériences, c'est que, dans la vessie comme dans l'intestin, les fibres circulaires sont animées par le système nerveux grand sympathique, les fibres longitudinales par des branches d'origine spinale. Pour arriver à cette détermination, il fallait, d'une part, faire des recherches anatomiques très délicates sur la détermination des deux sortes de nerfs et, d'autre part, créer pour les expériences physiologiques un dispositif capable de déceler séparément les contractions des deux ordres de fibres musculaires. MM. **COURTADE** et **GUYON** ont fort habilement surmonté toutes ces difficultés; les courbes par lesquelles ils traduisent les diverses réactions de la vessie et de l'intestin sous l'influence de l'excitation des deux sortes de nerfs sont nettement démonstratives.

C'est pourquoi la Commission a décerné à ces auteurs le prix Philipeaux de Physiologie expérimentale.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Bonnier, Guignard, Chatin; Bornet, rapporteur.)

La distribution des végétaux à la surface de la Terre est connue dans ses grands traits et il ne semble pas que la Géographie botanique appliquée à la

totalité du globe soit susceptible de faire des progrès beaucoup plus considérables, en raison des données insuffisamment précises dont les naturalistes doivent se contenter trop souvent. Aussi, le moment paraît-il venu d'étudier de préférence des régions relativement restreintes, dont la constitution physique, le climat et la flore soient connus d'une manière plus complète et qui puissent être visitées par un même observateur. Des monographies régionales dont tous les détails seraient vérifiés, toutes les singularités discutées, conduiraient plus sûrement que les études d'un vaste ensemble à la détermination des causes qui occasionnent la répartition des espèces actuelles. C'est dans cette pensée que l'Académie a proposé, comme sujet de concours pour le prix Gay à décerner en 1897, la question suivante :

Étudier la région méditerranéenne française au point de vue de la distribution géographique des végétaux. Examiner les relations qui existent entre la flore, le climat, la topographie et la géologie, l'influence directe et indirecte de l'homme sur la constitution de cette flore. Étudier l'origine variée des végétaux qui peuplent la région, leur migration, leurs adaptations.

En réponse à cette question l'Académie a reçu de M. CHARLES FLAHAULT, professeur à l'Université de Montpellier, un Mémoire manuscrit de 190 pages, accompagné de plusieurs Cartes coloriées illustrant quelques-unes des parties les plus intéressantes de la région. Nul n'était mieux préparé à traiter un tel sujet. Dès le début de sa carrière scientifique, il s'est attaché aux études de Géographie botanique. Il a visité une partie de la Scandinavie, de l'Algérie, s'est familiarisé avec la flore de France et, depuis seize ans, il poursuit l'exploration méthodique du Roussillon, du Languedoc et de la Provence. Déjà huit feuilles d'une Carte botanique et forestière de la France au 200000^e, teintées à la main, sont achevées. Une des plus difficiles, celle de Perpignan, est publiée. Et quoique sur son territoire accidenté, comprenant des plaines chaudes et des montagnes élevées, les variations de la végétation soient considérables sur de faibles étendues, la représentation de cette distribution compliquée est parfaitement claire. Les encouragements de l'Académie hâteront sans doute la publication des Cartes suivantes.

Quiconque, venant du nord de la France, parcourt les départements qui bordent la Méditerranée n'a pu manquer d'être frappé de l'aspect tout différent de la végétation. Partout il voit des Chênes à feuilles persistantes,

des Pins, une foule d'arbustes toujours verts dont plusieurs appartiennent à des familles non représentées dans la région tempérée ou qui ne le sont que par des espèces herbacées. Les plantes aromatiques et les plantes annuelles abondent. Quelques centaines d'espèces, répandues à profusion, donnent au pays cette physionomie particulière. Sous leur forme actuelle, les Flores ne mettent pas suffisamment ce caractère en relief. Elles énumèrent l'une après l'autre, à peine signalées à l'attention par les signes conventionnels indiquant leur degré de fréquence, et les espèces caractéristiques, et la masse bien plus considérable formée par les plantes ubiquistes, les plantes communes dans d'autres régions, ou qui sont localisées dans des stations limitées, telles que le bord des cours d'eau, les terrains salés, les cultures, ou même qui sont insignifiantes, comme les plantes adventices, et qui ne jouent, malgré leur nombre, qu'un rôle tout à fait subordonné dans le facies de la végétation spontanée du bassin français de la Méditerranée. Dans le Travail synthétique qu'il envoie à l'Académie, M. Flahault élimine toutes ces espèces, dont la plupart appartiennent à des circonscriptions florales plus étendues que celle dont il trace le tableau. Sur les 4000 espèces signalées dans les limites de sa flore, il en conserve seulement un millier, si bien appropriées aux conditions physico-chimiques de la région qu'elles y acquièrent leur maximum de développement, ne montrent pas ailleurs la même force d'expansion et méritent seules la qualification de *plantes méditerranéennes*.

Si uniformes que puissent être les conditions générales auxquelles est soumise la végétation d'une contrée, elles ne laissent pas de présenter des modifications secondaires, à chacune desquelles certaines espèces sont plus particulièrement adaptées. De là résultent des groupements d'espèces, des *associations*, dont il suffit de connaître quelques éléments pour que l'idée de l'ensemble se dégage avec netteté. Une des espèces, le plus souvent un arbre, sert à désigner l'association; mais celle-ci subsiste et n'est pas moins caractéristique lorsque la plante par laquelle on la désigne n'y est pas représentée, comme il arrive dans quelques circonstances. Grâce à cette notion de l'association, il est souvent possible de reconstituer la végétation primitive d'un pays dont les éléments les plus apparents ont disparu et telle que, parfois, on la retrouve, intacte, dans quelque coin abrité où elle n'a pas été troublée depuis longtemps.

Ces points établis, M. Flahault précise les limites de la région méditerranéenne française. Comprise entre la bande littorale des terrains salés et les crêtes montagneuses dont les eaux s'écoulent vers la Méditerranée,

elle n'atteint nulle part la limite supérieure des vallées. Son climat est caractérisé par des étés chauds et secs de longue durée, par des hivers courts et tempérés. Les pluies sont abondantes à l'automne et au printemps, peu fréquentes en hiver, rares durant l'été. La température moyenne est de 13° à 15° C. La flore correspondant rigoureusement au climat, elle cesse d'être méditerranéenne dès que le climat cesse d'être méditerranéen. Si, par exemple, elle n'atteint pas les limites orographiques du bassin, c'est que la température moyenne s'abaisse au-dessous de 13°, les autres conditions restant les mêmes.

Il est classique de citer l'Olivier comme caractéristique de la flore méditerranéenne française. L'auteur, qui a donné une bonne Carte de la distribution de cet arbre en France, adresse au choix qu'on en a fait une double critique. L'Olivier est d'origine étrangère; il est cultivé et limité, par conséquent, aux lieux assez fertiles pour qu'il fournisse un produit. Le Chêne vert lui paraît de beaucoup préférable. On le rencontre dans tous les sols, à toute hauteur, associé à des végétaux qui ne manquent jamais là où règne le climat méditerranéen. Sans doute il croît et prospère en dehors de la région méditerranéenne, mais, dès qu'il en sort, il cesse d'être accompagné des plantes qui vivent avec lui dans cette région.

M. Flahault passe ensuite en revue les essences forestières, peu nombreuses, de la région en indiquant, pour chacune d'elles, les conditions dans lesquelles elles se plaisent le mieux et les espèces qui leur sont associées. Il décrit les conditions physico-chimiques dont le concours détermine la répartition des associations; il ne saurait préciser la part de chacune d'elles, parce qu'on ne possède pas de données météorologiques utilisables. Un Chapitre est consacré à l'étude des zones de distribution suivant l'altitude, à l'examen des stations diverses, des adaptations variées que la sécheresse prolongée du climat a provoquées chez les végétaux de la région, à l'influence que l'homme a exercée sur la constitution de la flore. Un autre Chapitre enfin montre que la région méditerranéenne française se subdivise en trois secteurs.

Si l'on considère, en effet, la répartition des espèces propres à la zone inférieure, la plus chaude, on remarque des différences notables entre la partie centrale, qui s'étend du cours de l'Aude au golfe de Marseille, et les extrémités orientale et occidentale. Le secteur moyen est le moins riche en espèces méditerranéennes: 85 espèces du secteur oriental, 51 du secteur occidental n'y pénètrent pas. On constate d'autre part que, sur 254 espèces qui ne sortent pas de la zone inférieure, 103 seulement sont communes à la

Provence et au Roussillon, tandis que 151 sont partagées entre ces deux provinces et que, dans les deux cas, la plupart des espèces ont des affinités étroites d'un côté avec les espèces italiennes, de l'autre avec les espèces espagnoles.

Cet aperçu, quoique déjà long, ne donne qu'une idée bien imparfaite de l'abondance de faits intéressants, souvent de grande importance au point de vue de la Sylviculture et de l'Agronomie, que renferme le Mémoire de M. Flahault. L'auteur a su renouveler un sujet déjà souvent traité en y introduisant, avec un esprit de sage critique, une précision dans les moindres détails que l'étude prolongée et minutieuse de la nature permettait seule d'atteindre.

La Commission est unanime à décerner le prix Gay à M. CHARLES FLAHAULT pour son remarquable Travail.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

(Commissaires : MM. Troost, Schlœsing, Moissan ;
Arm. Gautier président, rapporteur.)

La Commission du prix Montyon (Arts insalubres) a décidé de ne pas accorder de prix cette année, les Mémoires et Ouvrages envoyés ne remplissant pas entièrement, quel que soit leur réel mérite, les conditions du prix à décerner.

M. F. MASURE emploie fort utilement les loisirs que lui crée sa position d'inspecteur honoraire d'Académie à étudier et définir les caractères des bons vins naturels. L'Ouvrage qu'il envoie au Concours a pour titre : *Recherches sur les bons vins naturels, leurs qualités hygiéniques et leurs falsifications.*

Ce Livre a pour but de préciser, d'après les recherches et observations de l'auteur, aussi bien qu'en se basant sur les données fournies par les

hygiénistes, chimistes et connaisseurs les plus autorisés, les caractères des bons vins, les limites dans lesquelles ils oscillent et les méthodes qui permettent de reconnaître et de classer les vins en *vins naturels* bons et hygiéniques, vins médiocres ou mauvais, et *vins artificiels* ou *falsifiés*. Les caractères qui définissent les bons vins naturels sont, d'après l'auteur, le rapport ⁽¹⁾ $\frac{\text{alcool}}{\text{acide}} < \frac{14}{11}$; le rapport $\frac{\text{alcool}}{\text{extrait}} > \frac{3}{4,5}$ pour les vins rouges et < 6 pour les blancs; la règle ⁽²⁾ $\text{somme alcool} + \text{acide} > \frac{13}{17}$; le rapport $\frac{\text{cendres}}{\text{extrait}} > 0,08$ avec ses deux corollaires $\frac{\text{cendres solubles}}{\text{cendres totales}} > 0,2$ et $\frac{\text{cendres insolubles}}{\text{cendres totales}} > 0,3$. Tous les vins bien équilibrés, dit l'auteur, outre leur goût de choix, leur parfum et leur résistance aux maladies, présentent l'ensemble des caractères ci-dessus.

M. Masure donne aussi dans son *Traité* une méthode personnelle, ingénieuse et rapide pour doser les acides œnoliques des vins rouges, distinguant avec raison cette acidité très particulière, qui tient aux tannins colorants et toniques, de l'acidité générale due aux acides incolores appartenant à d'autres familles chimiques et doués d'autres propriétés physiologiques.

On trouve enfin dans cet Ouvrage de bonnes règles générales pour guider l'expert ou l'acheteur dans le jugement qu'il doit porter sur chaque vin, aux divers points de vue de son état naturel ou falsifié, de son alcoolisation, de son mouillage, etc.

C'est un livre utile et consciencieux; mais il convient de dire que les résultats personnels sur lesquels s'appuie l'auteur sont en petit nombre, et que quelques imperfections de détail se sont glissées dans cet Ouvrage.

M. le D^r F. ARNAUD, professeur à l'École de Médecine de Marseille, médecin de la Manufacture d'allumettes de cette ville, envoie pour le même Concours un Ouvrage ayant pour titre : *Études sur le phosphore et le phosphorisme professionnel*. Nous ne saurions faire un éloge trop complet de ce Travail qui a demandé à son auteur onze années d'observations cliniques et de recherches de laboratoire. M. le D^r Arnaud étudie successivement dans cet Ouvrage l'action exercée par le phosphore sur la nutrition, sur les reins, sur le système nerveux, le cœur, le foie, les organes des sens et

(1) Rapports toujours pris en poids.

(2) *Alcool* en degrés centésimaux; *acide* en poids d'acide sulfurique équivalent.

de la génération. Il y fait l'urologie complète des ouvriers des Manufactures d'allumettes à phosphore blanc. Il démontre chez eux la fréquence des albuminuries, l'élimination par les urines et par la peau des composés volatils du phosphore et du phosphore lui-même, l'augmentation sensible de l'urée excrétée, et, au contraire, la normalité de l'acide phosphorique urinaire. Le tableau complet de la Pathologie du phosphorisme et de la Pathogénie de cette affection, enfin l'hygiène prophylactique de la profession d'allumettier complètent le Volume.

Cet Ouvrage important, précis, très précieux par ses données expérimentales et cliniques nombreuses, eût dû être envoyé, pensons-nous, à la Section de Médecine pour le prix Montyon qu'elle décerne. Nous regrettons beaucoup qu'il ne réponde pas entièrement aux conditions du prix Montyon (Arts insalubres), son auteur ayant étudié particulièrement les caractères pathologiques du phosphorisme plutôt que donné des moyens nouveaux d'y remédier.

Enfin, M. le D^r **MAGROR** avait envoyé à l'Académie, avant sa mort, huit brochures relatives aussi aux intoxications phosphorées. Elles ont pour titres : *Des moyens d'assainir les ateliers où se manipule le phosphore. — Pathogénie et prophylaxie de la nécrose phosphorée. — Pathogénie des accidents industriels du phosphore et de la nécrose phosphorée. — La fabrication des allumettes et les accidents phosphorés. — Les accidents industriels du phosphore et le phosphorisme. — Le phosphorisme, pathogénie et prophylaxie. — De l'assainissement de l'industrie des allumettes. — La fabrication des allumettes.* Quel que soit le mérite du savant auteur de ces Mémoires et la valeur de ses recherches personnelles sur le phosphorisme, et plus particulièrement sur la nécrose phosphorée, nous ne saurions accepter ses conclusions, à savoir que, pour l'assainissement de l'industrie de la fabrication des allumettes, on peut, sans inconvénients, tolérer et même conseiller l'emploi du phosphore blanc, pourvu qu'on oppose à l'empoisonnement chronique, qui résulte du maniement en grand de ce dangereux toxique, la sélection et le roulement des ouvriers, les soins de la bouche et la ventilation des ateliers. Ce sont là des moyens excellents, en effet; mais, avec l'Académie de Médecine, nous considérons cette solution comme insuffisante.

Votre Commission vous propose d'accorder, sous forme de mention, trois récompenses aux travaux consciencieux et importants, à divers degrés, que je viens d'analyser :

Une mention à M. **MASURE** pour ses *Recherches sur les bons vins naturels* ;

deux mentions à M. le D^r ARNAUD pour ses *Études sur le phosphore et le phosphorisme*, et à M. le D^r MAGITOT pour la suite de ses publications sur le même sujet.

PRIX CUVIER.

(Commissaires: MM. Milne-Edwards, Fouqué, de Lacaze-Duthiers, Blanchard, Marcel Bertrand; Albert Gaudry, rapporteur.)

L'Académie en 1891 a donné le prix Cuvier à l'œuvre collective du *Geological Survey* des États-Unis. Notre regretté Confrère, M. Daubrée, a fait alors ressortir les mérites de cette institution qui atteste à la fois la munificence du Gouvernement pour la Science et la force d'énergie des savants américains. Aujourd'hui nous vous proposons d'attribuer le prix Cuvier à l'un des paléontologistes des États-Unis, le professeur MARSH. A côté des travaux qui ont été faits sur les plantes des âges passés par Lesquereux, Fontaine, Lester Ward, sur les Invertébrés fossiles par Billings, Hall, Bigsby, Meek, Worthen, Whitfield, Hyatt, Walcott, Beecher, Wachsmuth, Springer et bien d'autres, de vastes recherches ont été entreprises sur les Vertébrés du monde ancien. Depuis le jour où les mémorables explorations d'Hayden dans les Montagnes Rocheuses ont fourni à Leidy les matériaux de ses grands Ouvrages, chaque semaine a vu surgir de nouvelles publications de Newberry, Marsh, Cope, Osborn, Scott, Wortmann, Earle, Hatcher, Matthew. Cope vient de mourir, laissant des Ouvrages qui attestent la fécondité de son esprit et son ingéniosité. Le professeur Marsh reste le seul chef incontesté de la pléiade d'hommes distingués qui s'occupe des Vertébrés fossiles.

Parmi tant d'Universités puissantes des États-Unis dont vous entretenait dernièrement notre Confrère M. Moissan, celle d'Yale College, à New Haven, est assurément une des plus intéressantes. Dans un parc charmant, au milieu de pelouses et de beaux arbres, s'élève le musée de Paléontologie du professeur Marsh. Aucun musée du monde ne présente un plus étonnant assemblage de fossiles; on a peine à concevoir qu'un seul homme les ait réunis. Il faut dire qu'il a consacré à leur recherche une grande fortune, qu'il n'a reculé ni devant les fatigues, ni devant les dangers dans ses nombreux voyages à travers les Montagnes Rocheuses. Des publications magnifiques, généreusement distribuées, permettent aux savants de tous les pays d'admirer son œuvre.

M. Marsh s'est beaucoup occupé de l'histoire des Reptiles secondaires

et particulièrement des Dinosauriens. Ces animaux sont difficiles à étudier parce qu'ils s'éloignent de tous les êtres actuels. Rien de si différent de nos jours que l'oiseau qui vole et le reptile qui rampe; les Dinosauriens ont diminué cet hiatus. Par leur diversité et leurs dimensions, ils ont joué sur les continents secondaires le rôle que les Mammifères jouent à partir des âges tertiaires; mais ils les surpassaient en grandeur; on croit rêver quand on voit les débris de ces animaux dans le musée d'Yale College et qu'on se les représente à l'état vivant. M. Marsh a montré au Rapporteur de votre Commission le *Brontosaurus* qui avait 15^m de long, l'*Atlantosaurus* encore plus gigantesque, le *Stegosaurus* dont le dos portait des plaques si étranges qu'il faut les voir pour y croire. Ces énormes bêtes du Jurassique avaient un cerveau exigü; un des plus importants résultats des recherches de M. Marsh a été de montrer que les animaux avaient eu au début de très petits cerveaux; ce devait être des créatures peu intelligentes, peu séduisantes. Le *Triceratops* de la Craie n'a pas été moins extraordinaire que ses prédécesseurs du Jurassique; comme son nom l'indique, il avait trois protubérances: une sur le nez, deux au-dessus des yeux; le derrière de la tête formait un vaste capuchon bordé d'épines. Tout récemment M. Marsh a donné un Tableau où il a fait des essais de restauration de douze types de Dinosauriens pour prouver combien ils étaient variés. Grâce surtout à ses recherches, on sait qu'il y avait deux groupes principaux de Dinosauriens: celui des Sauropodes, quadrupèdes s'appuyant sur leurs quatre pattes; celui des Ornithopodes, sorte de bipèdes s'appuyant, comme les oiseaux, sur leurs pattes de derrière. M. Marsh vient de signaler un Dinosaurien, l'*Ornithomimus*, dont les pattes de derrière ont une extrême ressemblance avec celles des oiseaux.

Le même paléontologiste a découvert d'énormes reptiles volants qui étaient dépourvus de dents; pour cette raison il les a nommés *Pteranodon*; leur omoplate était fixée à la colonne vertébrale, comme l'iliaque est fixé au sacrum: il y a là un curieux accord entre l'analogie et l'homologie.

C'est à M. Marsh que l'on doit la connaissance d'oiseaux créacés munis de dents; il les a trouvés dans les mêmes terrains du Kansas qui lui avaient fourni les reptiles volants privés de dents. On a ici une preuve qu'il ne faut pas toujours, en Paléontologie, se baser sur les analogies avec la nature actuelle; car, rencontrant ensemble des mâchoires avec des dents et des mâchoires sans dents, on pourrait, d'après ce que montrent les animaux vivants, supposer que les premières proviennent de reptiles, et les autres proviennent d'oiseaux: c'est le contraire de la réalité. M. Marsh a publié

un grand Ouvrage sur les oiseaux munis de dents qu'il a appelés les *Odonornithes*. Il y a donné les restaurations de deux types très différents: celui des *Hesperornis*, qui n'ont pas encore acquis des ailes, quoique leur évolution à d'autres égards soit très avancée; le type des *Ichthyornis* à ailes très développées, où se sont conservés des caractères archaïques, par exemple des dents qui, au lieu d'être fixées dans des alvéoles comme chez les *Hesperornis*, étaient simplement engagées dans une rainure, et des vertèbres qui avaient encore des corps biconcaves. Ces contrastes, joints à ceux que présente l'*Archæoptoryx* du Jurassique d'Europe, montrent que l'évolution des différents organes ne s'est pas produite d'une manière simultanée.

M. Marsh a fait aussi des travaux originaux sur les Mammifères fossiles. Il a recueilli, dans le Jurassique des États-Unis, de petits Mammifères si voisins de ceux de l'Angleterre qu'il faut supposer soit une communication entre les continents d'Europe et d'Amérique, soit une grande conformité dans l'évolution des êtres de ces régions éloignées. Le professeur d'Yale College a fait paraître un Livre somptueusement édité, intitulé: *Les Dinocerata*. Ces fossiles de l'époque éocène étaient d'énormes bêtes à pattes massives, dont la tête portait des protubérances sur le nez, au-dessus des yeux et derrière les tempes. Il devait avoir un aspect étrange ce pays entre les Montagnes Rocheuses et le grand lac Salé, où domine aujourd'hui Fort Bridger; il y avait là un lac élevé, sur les bords duquel se promenaient les *Uintatherium*, en compagnie des *Hyrachyus* et des *Paleosyops*. Malgré sa grosse tête, le *Dinoceras* avait un très petit cerveau: il était sans doute moins stupide que ses prédécesseurs les Dinosauriens, mais plus stupide que ses successeurs.

Les quadrupèdes de l'Oligocène ont été, aussi bien que ceux de l'Éocène, l'objet des recherches de M. Marsh; les dépôts de White River lui ont fourni des fossiles justement célèbres. On ne voit pas sans stupéfaction, dans le musée d'Yale College, une salle entière remplie des têtes du *Titanotherium* (ou *Brontotherium*), plus énormes encore que celles des Dinocératidés et presque aussi bizarres. Évidemment, des publications faites avec de si abondants matériaux donnent des garanties d'exactitude. M. Marsh a décrit, outre le *Titanotherium*, de nombreux quadrupèdes, notamment le singulier *Protoceras* qui, avec des pattes et des dents de Ruminants, avait une tête armée de protubérances comme les Pachydermes.

Il est impossible de rappeler ici toutes les créatures que le marteau de M. Marsh a tirées des rochers et que son génie a restaurées. Les découvertes

qui se font en ce moment, soit aux États-Unis, soit en Patagonie, ouvrent devant les paléontologistes des horizons immenses. Nous croyons honorer la mémoire de Cuvier en attribuant le prix qui porte son nom au professeur **MARSH**, un des plus habiles continuateurs de la Science dont il a jeté les fondements.

PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. Berthelot, Faye, Sarrau, Cornu ;
J. Bertrand, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **FRÉMONT**.

PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Berthelot, Hermite, Darboux, Mascart ;
J. Bertrand, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **PAUL SERRET**.

PRIX PETIT D'ORMOY (SCIENCES MATHÉMATIQUES).

(Commissaires : MM. Hermite, Darboux, Picard, Jordan ;
Poincaré, rapporteur.)

La Commission, à l'unanimité, propose de décerner ce prix à feu **TISSE-
RAND** pour l'ensemble de ses travaux et en particulier pour son *Traité de
Mécanique céleste*.

PRIX PETIT D'ORMOY (SCIENCES NATURELLES).

(Commissaires : MM. Milne-Edwards, Blanchard, Van Tieghem, Chatin,
Bornet ; Fouqué, rapporteur.)

M. **GOSSELET** est l'un des doyens de la Géologie française. Ses premiers travaux remontent au milieu du siècle qui va finir, et pourtant nous avons

la satisfaction de le voir encore souvent parmi vous, occupant le fauteuil de Correspondant que l'Académie lui a octroyé en 1885. Son activité et son ardeur scientifique sont les mêmes qu'aux jours de sa jeunesse, et les travaux de ces dernières années ne le cèdent en rien par le nombre et l'importance à ceux des plus belles années de sa vie. Il a débuté sous les auspices et sous la direction de Constant Prévost. A cette époque, la Géologie était l'objet de luttes ardentes; les savants qui la représentaient, partant de points de vue opposés, opérant suivant des méthodes absolument différentes, s'étaient divisés en deux camps bien tranchés dont l'un avait pour chef Élie de Beaumont, tandis que l'autre était dirigé par Lyell, en Angleterre, et par Constant Prévost, en France. M. Gosselet, témoin journalier des batailles scientifiques engagées, était bien vite arrivé à cette conclusion pratique que les théories en présence, précieuses comme stimulants scientifiques, devaient céder le pas aux observations minutieuses et précises. De là le cachet spécial qui marque toutes ses œuvres. Quel que soit le sujet qu'il traite, on le voit toujours partir d'observations de détail et ne s'élever aux conceptions d'ensemble qu'appuyé sur un faisceau solide de recherches positives. Ses travaux embrassent tout l'ensemble de la Géologie stratigraphique, depuis l'étude des terrains cristallins jusqu'à celle du terrain quaternaire; mais il s'est livré avec une sorte de prédilection à l'examen difficile de la série paléozoïque. Appelé en 1856 à la chaire de Géologie et Minéralogie de la Faculté des Sciences de Lille, il y a professé avec distinction ces deux sciences et créé dans sa ville d'adoption un centre d'études vivant et fertile. Il a été le fondateur principal de la Société géologique du Nord, société rivale et amie des sociétés similaires de Belgique. Son action scientifique bienfaisante et la sûreté de son enseignement lui ont assuré parmi les Belges une autorité incontestée. Personne ne connaît mieux que lui la région septentrionale de la France et les contrées qui l'avoisinent; aussi voit-on incessamment les agriculteurs et les industriels de ces pays recourir à ses lumières toutes les fois qu'une question surgit touchant à la constitution du sol. Dans une contrée qui repose en grande partie sur une succession de bancs de houille, un professeur de Géologie compétent comme M. Gosselet est considéré comme un voyant dont l'œil perspicace discerne tous les mystères de la substruction terrestre.

Il serait trop long d'énumérer, même en les groupant, les nombreux Mémoires qu'il a publiés; un seul de ses Ouvrages suffirait à sa gloire, c'est celui qu'il nous a donné sous ce titre: *l'Ardenne*, et qu'il a inséré dans

les *Mémoires* de la Carte géologique détaillée de la France. Cette étude consciencieuse d'une vaste et intéressante région est un modèle hautement apprécié de tous les géologues.

En raison de tous les mérites de M. GOSSELET et comme couronnement de sa vaillante carrière, nous proposons à l'Académie de lui accorder le prix Petit d'Ormoy.

PRIX TCHIATCHEFF.

(Commissaires : MM. Milne-Edwards, Grandidier, Bouquet de la Grye, Guyou ; Marcel Bertrand, rapporteur.)

Depuis 1871, l'Asie centrale a été parcourue dans tous les sens par les explorateurs russes. Une direction d'ensemble, celle de la Société de Géographie de Saint-Petersbourg, a assuré la convergence des efforts; la zone désertique a été traversée suivant plus de vingt lignes différentes, et le tracé des itinéraires couvre d'un réseau serré les hautes chaînes de bordure. Des botanistes, des naturalistes, des géologues ont pris part à ces glorieuses et pénibles excursions; parmi eux la Commission n'avait qu'à choisir : en s'arrêtant au nom de M. OBRUTSCHEW, elle désire en même temps rendre hommage à tous ceux dont les travaux ont préparé ou complété son œuvre.

M. Obrutschew, déjà connu par ses voyages dans la Transcaspienne et dans la Sibérie orientale, est parti de Kiachta (au sud d'Irkoutsk), le 27 septembre 1892. Il s'est rendu d'abord à Pékin, puis, à travers la Chine septentrionale, au pied du Nau-schan, le puissant massif qui se dresse en avant du Kuen-lun central. Prschewalski, MM. Potanin et Grum-Grjimaïlo en avaient déjà étudié la moitié orientale; M. Obrutschew l'a traversé à l'ouest et a reconnu huit chaînons principaux, s'élevant au-dessus de la limite des neiges éternelles (5500^m). Parvenu par un long détour au lac Kuku-nor, il franchit de nouveau la chaîne, s'enfonce au nord dans le désert, qu'il suit dans le sens de sa longueur sur 500^{km}; puis il revient au sud par le Golbyn-Gobi et l'Ordos, et visite le bassin du Yang-tse-kiang. Une dernière excursion dans le Nan-schan le ramène au bord du désert, qu'il traverse encore une fois en se dirigeant vers l'extrémité orientale du Tian-schan; il explore la curieuse dépression qui, près de Tokoun, entre les dernières ramifications des montagnes Célestes, descend à 70^m au-dessous du niveau de la mer; il en suit la prolongation vers l'est, en reconnaît la signification

géologique et revient enfin vers le lac Balkhach, après avoir, en deux ans, parcouru environ 15000^{km}.

Aucune partie de ce vaste itinéraire n'a été perdue pour la Géologie : dans la Chine centrale, M. Obrutschew a relié les observations fondamentales de MM. de Richthofen et Loczy; dans le Nan-schan il a établi l'existence de deux séries discordantes : l'une formée de gneiss et de schistes métamorphiques, l'autre de terrains paléozoïques, concordants depuis le Silurien fossilifère jusqu'aux grès qui couronnent le houiller marin, avec houille et fusulines. Mais ce sont surtout les formations et les phénomènes actuels des steppes désertiques que M. Obrutschew a étudiés avec prédilection; ses observations permettent d'esquisser l'histoire récente de l'Asie centrale.

Dans la première période des temps tertiaires, la mer, entrant sans doute par l'emplacement de la vallée du fleuve Jaune, a envahi les hauts plateaux actuels et pénétré jusque dans le Turkestan, déposant sur son fond nivelé les couches rouges et grossièrement détritiques qui couvrent une partie de la Mongolie. Il faut ajouter pourtant que, pour ces couches, comme pour l'Aquitainien de Constantine et des bords du Sahara oranais, on pourrait admettre une origine lacustre; les fossiles font défaut, et l'existence encore problématique de Phoques dans le Kuku-nor ne peut être acceptée comme une preuve de l'ancienne extension marine.

Lacustres ou marins, ces dépôts ont été suivis de mouvements d'une grande amplitude qui les ont portés, par places, jusqu'au-dessus de la limite des neiges éternelles; ce sont ces mouvements qui ont produit ou accentué la dépression de Tokoun; ce sont eux qui expliqueraient la contradiction apparente entre la grande hauteur et l'ancienneté des chaînes.

Puis le climat désertique a pris possession de la région; les agents atmosphériques ont commencé leur œuvre là où le rôle du vent est prédominant. Contrairement à ce qu'on croyait, le résultat de ces actions n'est pas la formation du lèss dans les bassins fermés. Le vent transporte en épais tourbillons tous les débris de roches émietées par la gelée; mais, s'il les laisse retomber dans le désert, ce n'est pas en accumulations permanentes. Ces poussières ne s'arrêtent définitivement que sur les bords du désert, là où les vents perdent leur violence; là seulement commence le dépôt de lèss, qui va s'épaississant dans les grandes vallées de la Chine, et il n'y a pas lieu, pour expliquer ce remplissage, de supposer, comme on le faisait, que ces vallées et les plaines voisines aient été autrefois des bassins fermés et désertiques.

Ce court exposé montre que, par ses remarquables explorations, M. OBRUTSCHEW a beaucoup augmenté nos connaissances sur l'Asie centrale et qu'il les a modifiées sur des points importants. Votre Commission propose de lui décerner le prix Tchiatcheff.

PRIX GASTON PLANTÉ.

(Commissaires : MM. Mascart, Lippmann, Becquerel, Potier, Violle ;
Cornu, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. ANDRÉ BLONDEL, Ingénieur des Ponts et Chaussées, dont les travaux se distinguent par la variété, l'étendue et la précision des connaissances mises en œuvre pour l'étude des phénomènes électriques : aussi les résultats obtenus s'étendent-ils depuis les régions délicates de la théorie jusqu'au domaine des applications à l'Industrie et aux Travaux publics.

L'extension croissante de l'emploi des courants dits *alternatifs* nécessitait des études beaucoup plus difficiles que celles auxquelles avaient donné lieu les courants continus des machines dynamo-électriques. On n'a pas tardé, en effet, à reconnaître, par l'apparition de particularités imprévues, que la loi sinusoïdale de l'intensité avec le temps, admise au début comme une approximation suffisante, représentait imparfaitement l'allure de certains phénomènes et qu'il fallait analyser de plus près le développement des forces électromotrices et la marche des courants. C'est à ce genre d'études que M. Blondel s'est consacré et, grâce à une habileté expérimentale digne d'être signalée, le succès a répondu à ses efforts.

Dès 1891, M. Blondel, perfectionnant la méthode de M. Joubert, déterminait automatiquement et d'une manière continue les courbes périodiques des tensions et des courants et indiquait, pour la première fois, le moyen de les inscrire photographiquement. C'était un grand progrès, car il obtenait ainsi, en quelques secondes, ces courbes qui demandaient des heures entières d'observations discontinues et indépendantes.

La méthode photographique lui permettait en même temps d'analyser les phénomènes dont l'arc à courant alternatif est le siège ; en particulier, il démontrait directement ce fait jusqu'alors discuté, à savoir qu'un courant de particules se dirige toujours du crayon positif au négatif, et parvenait même à mesurer la vitesse de ce transport.

Mais le résultat le plus important acquis dans cette étude des phéno-

mènes périodiques est la réalisation d'un type nouveau d'appareils, l'*oscillographe*, capable de transmettre à un système mécanique la loi exacte de variation des courants avec le temps, quelque complexe que puisse être cette loi.

La théorie de ces appareils (dont les applications sont nombreuses) est assez délicate ; l'empirisme seul ne pouvait pas conduire à leur construction correcte ; il fallait mettre en œuvre toutes les ressources de connaissances mathématiques et mécaniques puisées dans nos grandes Écoles, ressources qui deviennent de plus en plus indispensables à mesure que l'étude et l'utilisation des forces naturelles exigent une précision plus considérable.

C'est ce même esprit, à la fois analytique et expérimental, qui a permis à M. Blondel d'élucider un certain nombre de questions intéressantes à la fois la Science et l'Industrie, telles que le couplage des alternateurs, la théorie des moteurs synchrones, l'emploi des courants polyphasés, la discussion des méthodes de mesure relative au fonctionnement ou à la puissance des machines, etc.

L'arc électrique a été, à d'autres points de vue, l'objet des études de M. Blondel. L'absence ordinaire de différence de phase entre le courant et la tension aux bornes d'un arc alternatif l'a conduit à penser, contrairement à l'opinion répandue depuis Edlund, qu'il n'existe, dans l'arc en régime permanent, aucune force électromotrice inverse analogue aux forces électromotrices de polarisation. Une méthode ingénieuse, appliquée récemment à l'arc à courant continu, semble confirmer cette conclusion et démontrer que l'arc équivaut simplement à une résistance.

Ses fonctions d'Ingénieur attaché au Service des Phares l'ont amené à étudier les propriétés photométriques de l'arc électrique. Sous l'impulsion de l'éminent Directeur des Phares, M. Bourdelles (à qui l'on doit l'invention des feux-éclairs), M. Blondel a entrepris une longue série d'expériences, qui ont conduit à d'utiles perfectionnements dans le matériel des Phares électriques français.

A ces travaux se rattachent des recherches théoriques et pratiques sur la Photométrie ; on peut les résumer en disant que M. Blondel simplifie notablement la théorie des mesures photométriques par la considération du flux lumineux et rectifie un certain nombre d'idées fausses introduites par une application erronée des règles de l'Optique géométrique. De là un système de définitions et d'unités présenté au Congrès des Électriciens de Genève en 1896. Ce système, adopté par le Congrès et, depuis, par diverses

grandes Associations industrielles, est appelé (malgré le nombre un peu critiquable de dénominations nouvelles) à rendre de véritables services dans un domaine où régnait beaucoup de vague ou de confusion.

En résumé, les travaux de M. **BLONDEL** répondent d'une manière complète aux intentions du fondateur, et c'est à l'unanimité que la Commission lui décerne le prix pour 1897.

PRIX CAHOURS.

(Commissaires : MM. Moissan, Troost, Berthelot ;
Friedel, rapporteur.)

La Commission propose de partager le prix Cahours par portions égales entre MM. **LEBEAU**, **HÉBERT**, **TASSILLY**, **THOMAS**, qui ont, tous quatre, fait preuve de zèle dans les recherches qu'ils poursuivent et qui méritent d'être encouragés.

PRIX SAINTOUR.

(Commissaires : MM. J. Bertrand, Lœwy, Milne-Edwards, Friedel ;
Berthelot, rapporteur.)

La Commission a décidé d'attribuer ce prix à M. **G. ANDRÉ**, professeur agrégé à la Faculté de Médecine, en raison de ses travaux relatifs à la Physiologie végétale et aux applications de l'Analyse chimique à l'étude de la terre et des matières agricoles.

PRIX FONDÉ PAR M^{me} LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par M^{me} la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Le Président remet les cinq Volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition*

du système du monde et le *Traité des Probabilités* à M. **CRUSSARD** (**JULES-LOUIS**), né le 10 juin 1876 à Neufchateau (Vosges) et entré, en qualité d'Élève-Ingénieur, à l'École nationale des Mines.

PRIX FONDÉ PAR M. FÉLIX RIVOT.

Conformément aux termes de la donation, le prix Félix Rivot est décerné à MM. **CRUSSARD** et **GOURGUECHON**, entrés les deux premiers en qualité d'Élèves-Ingénieurs à l'École nationale des Mines; et MM. **BERTRAND** et **BRUNEAU**, entrés les deux premiers au même titre à l'École nationale des Ponts et Chaussées.

PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS

POUR LES ANNÉES 1898, 1899, 1900 ET 1901.

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget.)

(Question proposée pour l'année 1898.)

Des travaux récents ont montré l'importance que peut avoir, dans la théorie des équations différentielles et dans la théorie des fonctions, la considération de séries divergentes.

L'Académie met au concours, pour le grand prix des Sciences mathématiques de 1898, la question suivante :

Chercher à étendre le rôle que peuvent jouer en Analyse les séries divergentes.

Les Mémoires manuscrits destinés au concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut avant le 1^{er} octobre 1898; ils seront accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX BORDIN.

(Question proposée pour l'année 1898.)

L'Académie met au concours pour le prix Bordin, à décerner en 1898, la question suivante :

Étudier les questions relatives à la détermination, aux propriétés et aux applications des systèmes de coordonnées curvilignes orthogonales à n variables. Indiquer en particulier, d'une manière aussi précise que possible, le degré de généralité de ces systèmes.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1^{er} octobre 1898; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX FRANCOEUR.

Ce prix *annuel de mille francs*, sera décerné à l'auteur de découvertes ou de travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

PRIX PONCELET.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *deux mille francs*, est destiné à récompenser l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Le Général Poncelet, plein d'affection pour ses Confrères et de dévouement aux progrès de la Science, désirait que son nom fût associé d'une manière durable aux travaux de l'Académie et aux encouragements par lesquels elle excite l'émulation des savants. M^{me} Poncelet, en fondant ce prix, s'est rendue l'interprète fidèle des sentiments et des volontés de l'illustre Géomètre.

Une donation spéciale de M^{me} Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROITRE L'EFFICACITÉ
DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans la prochaine séance publique annuelle.

Les Mémoires, plans et devis, manuscrits ou imprimés, doivent être adressés au Secrétariat de l'Institut avant le 1^{er} juin de chaque année.

PRIX MONTYON.

Ce *prix annuel* d'une valeur de *sept cents francs*, est fondé en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie des Sciences, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques ou des Sciences.

PRIX PLUMEY.

Ce prix, de *deux mille cinq cents francs*, est destiné à récompenser « l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute » autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à « vapeur ». Il sera décerné au travail le plus important qui lui sera soumis sur ces matières.

PRIX FOURNEYRON.

(Questions proposées pour les années 1898 et 1899.)

Une somme de *cinq cents francs de rente* sur l'État français a été léguée à l'Académie, pour la fondation d'un prix de *Mécanique appliquée*, à décerner *tous les deux ans*, le fondateur laissant à l'Académie le soin d'en rédiger le programme.

La question suivante, mise au concours pour l'année 1897, est renvoyée au concours de 1898 :

Donner la théorie du mouvement et discuter plus particulièrement les conditions de stabilité des appareils vélocipédiques (bicycles, bicyclettes, etc.) en mouvement rectiligne ou curviligne sur un plan soit horizontal, soit incliné.

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour sujet du prix Fourneyron à décerner en 1899, la question suivante :

Perfectionner en quelque point la théorie des trompes. Confirmer les résultats obtenus par l'expérience.

Les pièces de concours, manuscrites ou imprimées, devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1^{er} juin 1899.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

Ce prix, d'une valeur de *cinq cent quarante francs*, doit être attribué *annuellement* à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le travail le plus utile aux progrès de l'Astronomie. Il sera décerné dans la prochaine séance publique, conformément à l'arrêté consulaire en date du 13 floréal an X.

PRIX DAMOISEAU.

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1898, la question suivante :

Exposer la théorie des perturbations d'Hypérion, le satellite de Saturne, découvert simultanément en 1848 par Bond et Lassell, en tenant compte principalement de l'action de Titan. Comparer les observations avec la théorie, et en déduire la valeur de la masse de Titan.

Le prix sera de *quinze cents francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1^{er} juin 1898.

L'Académie met au concours, pour l'année 1900, la question suivante :

Faire la théorie d'une des comètes périodiques dont plusieurs retours ont été observés.

Le prix sera de *quinze cents francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1^{er} juin 1900.

PRIX VALZ.

Ce prix, d'une valeur de *quatre cent soixante francs*, sera décerné *tous les ans* à des travaux sur l'Astronomie.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique, à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

PRIX JANSSEN.

Ce prix biennal, qui consiste en une médaille d'or, destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique, sera décerné en 1898.

M. Janssen, dont la carrière a été presque entièrement consacrée aux progrès de l'Astronomie physique, et considérant que cette science n'a pas à l'Académie de prix qui lui soit spécialement affecté, a voulu combler cette lacune.

Un généreux anonyme a offert à l'Académie une somme de *quinze cents francs*, destinée à encourager les calculateurs de petites planètes, spécialement de celles découvertes à l'observatoire de Nice. La Section d'Astronomie est chargée de trouver le meilleur emploi de cette somme.

PHYSIQUE.

PRIX L. LA CAZE.

M. Louis La Caze a légué à l'Académie des Sciences trois rentes de *cinq mille francs* chacune, dont il a réglé l'emploi de la manière suivante :

« Dans l'intime persuasion où je suis que la Médecine n'avancera réel-

» lement qu'autant qu'on saura la Physiologie, je laisse *cinq mille francs*
» de rente perpétuelle à l'Académie des Sciences, en priant ce corps savant
» de vouloir bien distribuer de deux ans en deux ans, à dater de mon
» décès, un prix de *dix mille francs* (10000 fr.) à l'auteur de l'Ouvrage
» qui aura le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*. Les étrangers
» pourront concourir.

» Je confirme toutes les dispositions qui précèdent; mais, outre la
» somme de *cinq mille francs* de rente perpétuelle que j'ai laissée à l'Académie des Sciences de Paris pour fonder un *prix de Physiologie*, que je
» maintiens ainsi qu'il est dit ci-dessus, je laisse encore à la même Académie des Sciences deux sommes de *cinq mille francs* de rente perpétuelle,
» libres de tous frais d'enregistrement ou autres, destinées à fonder deux
» autres prix, l'un pour le meilleur travail sur la *Physique*, l'autre pour
» le meilleur travail sur la *Chimie*. Ces deux prix seront, comme celui de
» *Physiologie*, distribués *tous les deux ans*, à perpétuité, à dater de mon
» décès, et seront aussi de *dix mille francs* chacun. *Les étrangers pourront*
» *concourir. Ces sommes ne seront pas partageables et seront données en*
» *totalité aux auteurs qui en auront été jugés dignes*. Je provoque ainsi,
» par la fondation assez importante de ces *trois prix*, en Europe et peut-être ailleurs, une série continue de recherches sur les Sciences naturelles,
» qui sont la base la moins équivoque de tout savoir humain; et, en
» même temps, je pense que le jugement et la distribution de ces récompenses par l'Académie des Sciences de Paris sera un titre de plus, pour
» ce corps illustre, au respect et à l'estime dont il jouit dans le monde
» entier. Si ces prix ne sont pas obtenus par des Français, au moins ils
» seront distribués par des Français, et par le premier corps savant de
» France. »

L'Académie décernera, dans sa séance publique de l'année 1899, trois prix de *dix mille francs* chacun aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*, de la *Physique* et de la *Chimie*. (Voir pages 144 et 154.)



STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

L'Académie annonce que, parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique de la France*, celui qui, à son jugement, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la prochaine séance publique. Elle considère comme admis à ce concours les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à sa connaissance.

Le prix est de *cinq cents francs*.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

Ce prix annuel, d'une valeur de *dix mille francs*, est destiné à *accélérer les progrès de la Chimie organique*.

L'Académie annonce qu'elle décernera *tous les ans* le prix Jecker aux travaux qu'elle jugera les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique*.

PRIX WILDE.

M. Henry Wilde a fait donation à l'Académie des Sciences d'une somme de *cent trente-sept mille cinq cents francs*, qui devra être convertie en rente 3 pour 100 sur l'État français. Les arrérages de ladite rente seront consa-

crés à la fondation à perpétuité d'un prix annuel de *quatre mille francs*, qui portera le nom de *Prix Wilde*.

Ce prix sera décerné chaque année, à partir de 1898, par l'Académie des Sciences, sans distinction de nationalité, à la personne dont la découverte ou l'Ouvrage sur l'*Astronomie*, la *Physique*, la *Chimie*, la *Minéralogie*, la *Géologie* ou la *Mécanique expérimentale* aura été jugé par l'Académie le plus digne de récompense, que cette découverte ou cet Ouvrage ait été fait dans l'année même, soit qu'ils remontent à une autre année antérieure ou postérieure à la donation.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1^{er} juin 1898.

PRIX L. LA CAZE.

Voir page 141.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget.)

(Question proposée pour l'année 1899.)

Étudier la biologie des Nématodes libres d'eau douce et humicoles et plus particulièrement les formes et conditions de leur reproduction.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1^{er} juin 1899.

PRIX BORDIN.

(Question proposée pour l'année 1899.)

Études des modifications des organes des sens chez les animaux cavernicoles.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires manuscrits destinés à ce concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1^{er} juin 1899; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX VAILLANT.

(Question proposée pour l'année 1898.)

L'Académie a décidé que le prix fondé par M. le Maréchal Vaillant serait décerné *tous les deux ans*. Elle rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1898, la question suivante :

Faire connaître et discuter les indications que fournit l'étude microscopique des roches sédimentaires (particulièrement des roches secondaires ou tertiaires) au point de vue de leur genèse et des modifications qu'elles ont subies depuis leur dépôt, dans leur structure et leur composition (les corps organisés compris).

Le prix est de *quatre mille francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1^{er} juin de l'année 1898.

La Commission du prix Vaillant propose pour l'année 1900 :

La détermination rigoureuse d'un ou de plusieurs poids atomiques,

ou

L'Étude des alliages.

PRIX DELESSE.

M^{me} V^e Delesse a fait don à l'Académie d'une somme de *vingt mille francs*, destinée par elle à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les deux ans*, s'il y a lieu, à l'auteur, *français ou étranger*, d'un travail concernant les Sciences géologiques, ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

Le prix Delesse, dont la valeur est de *quatorze cents francs*, sera décerné dans la séance publique de l'année 1899.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1^{er} juin de l'année 1899.

PRIX FONTANNES.

Ce prix sera décerné, *tous les trois ans*, à l'auteur de la *meilleure publication paléontologique*.

L'Académie décernera le prix Fontannes en 1899.

Le prix est de *deux mille francs*.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1^{er} juin 1899.

BOTANIQUE.

PRIX BARBIER.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *deux mille francs*, est destiné à récompenser « celui qui fera une découverte précieuse dans les *Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique*, et dans la Botanique ayant rapport à » l'art de guérir ».

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique.

Voir page 150.

PRIX DESMAZIÈRES.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *seize cents francs*, sera décerné « à » l'auteur, *français ou étranger*, du meilleur ou du plus utile écrit, publié » dans le courant de l'année précédente, sur tout ou partie de la Cryptogamie ».

Conformément aux stipulations ci-dessus, l'Académie annonce qu'elle décernera le prix Desmazières dans sa prochaine séance publique.

PRIX MONTAGNE.

Par testament en date du 11 octobre 1862, M. Jean-François-Camille Montagne, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences la totalité de ses biens, à charge par elle de distribuer *chaque année* un ou deux prix, au choix de la *Section de Botanique*.

L'Académie décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1898, les prix Montagne, qui seront ou pourront être, l'un de *mille francs*, l'autre de *cing cents francs*, aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures (Thallophytes et Muscinées).

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1^{er} juin; les concurrents devront être *Français* ou *naturalisés Français*.

PRIX DE LA FONS MELICOCQ.

Ce prix sera décerné « *tous les trois ans* au meilleur *Ouvrage de Botanique* » sur le nord de la France, c'est-à-dire sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne ».

Ce prix, dont la valeur est de *neuf cents francs*, sera décerné, s'il y a lieu

dans la séance annuelle de 1898, au meilleur Ouvrage, manuscrit ou imprimé, remplissant les conditions stipulées par le testateur.

PRIX THORE.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *deux cents francs*, sera décerné « à » l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe » (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), ou sur » les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe ».

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (Voir ci-dessous.)

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX THORE.

Voir ci-dessus.

PRIX SAVIGNY, FONDÉ PAR M^{lle} LETELLIER.

« Voulant, dit la testatrice, perpétuer, autant qu'il est en mon pouvoir » de le faire, le souvenir d'un martyr de la science et de l'honneur, je » lègue à l'Institut de France, Académie des Sciences, Section de Zoologie, » *vingt mille francs*, au nom de Marie-Jules-César Le Lorgne de Savigny, » ancien Membre de l'Institut d'Égypte et de l'Institut de France, pour » l'intérêt de cette somme de *vingt mille francs* être employé à aider les » jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du » Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans » vertèbres de l'Égypte et de la Syrie. »

Le prix est de *neuf cent soixante-quinze francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être envoyés au Secrétaire de l'Institut avant le 1^{er} juin 1898.

PRIX DA GAMA MACHADO.

L'Académie décernera, *tous les trois ans*, le prix da Gama Machado aux meilleurs Mémoires qu'elle aura reçus sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Le prix est de *douze cents francs*.

Il sera décerné, s'il y a lieu, en 1900.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

Conformément au testament de M. Auget de Montyon il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des Ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à *l'art de guérir*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des *découvertes* et *inventions* propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Conformément à l'Ordonnance du 23 août 1829, outre les prix annoncés ci-dessus, il sera aussi décerné, s'il y a lieu, des prix aux meilleurs résultats des recherches entreprises sur des questions proposées par l'Académie, conformément aux vues du fondateur.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1^{er} juin de chaque année.

PRIX BARBIER.

Ce prix, d'une valeur de *deux mille francs*, sera décerné à « celui qui » fera une découverte précieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, » pharmaceutique, et dans la *Botanique* ayant rapport à l'art de guérir ».

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1898.

Voir page 146.

PRIX BRÉANT.

M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé » le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes » de ce terrible fléau ».

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la Science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou ce qui les occasionne.

Les concurrents devront satisfaire aux conditions suivantes :

1^o Pour remporter le prix de *cent mille francs*, il faudra : « *Trouver une* » *médication qui guérisse le choléra asiatique dans l'immense majorité des cas* » ;

Ou : « *Indiquer d'une manière incontestable les causes du choléra asiatique, de* » *façon qu'en amenant la suppression de ces causes on fuisse cesser l'épidémie* » ;

Ou enfin : « *Découvrir une prophylaxie certaine, et aussi évidente que l'est,* » *par exemple, celle de la vaccine pour la variole* ».

2^o Pour obtenir le *prix annuel* représenté par l'intérêt du capital, il faudra, par des procédés rigoureux, avoir démontré dans l'atmosphère

l'existence de matières pouvant jouer un rôle dans la production ou la propagation des maladies épidémiques.

Dans le cas où les conditions précédentes n'auraient pas été remplies, le *prix annuel* pourra, aux termes du testament, être accordé à celui qui aura trouvé le moyen de guérir radicalement les dartres, ou qui aura éclairé leur étiologie.

PRIX GODARD.

M. le D^r Godard a légué à l'Académie des Sciences « le capital d'une rente de *mille francs, trois pour cent*. Ce prix annuel, d'une valeur de *mille francs*, sera donné au meilleur Mémoire sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires. Aucun sujet de prix ne sera proposé. « Dans le cas où, une année, le prix ne serait pas donné, il serait » ajouté au prix de l'année suivante. »

PRIX SERRES.

Ce *prix triennal* « sur l'*Embryologie générale appliquée autant que possible* » à la *Physiologie et à la Médecine* », sera décerné en 1899 au meilleur Ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

Le prix est de *sept mille cinq cents francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1^{er} juin 1899.

PRIX CHAUSSIER.

Ce prix sera décerné tous les quatre ans au meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant ce temps, et fait avancer la Médecine, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique.

L'Académie décernera ce prix, de la valeur de *dix mille francs*, dans la séance annuelle de 1899, au meilleur Ouvrage paru dans les quatre années qui auront précédé son jugement.

Les Ouvrages ou Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1^{er} juin 1899.

PRIX PARKIN.

Ce prix triennal est destiné à récompenser des recherches sur les sujets suivants :

- » 1° Sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique, dans le choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies;
- » 2° Sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies épidémiques dans le monde animal et le monde végétal, et dans celle des ouragans et des perturbations atmosphériques anormales. »

Le testateur stipule :

- » 1° Que les recherches devront être écrites en français, en allemand ou en italien ;
- » 2° Que l'auteur du meilleur travail publiera ses recherches à ses propres frais et en présentera un exemplaire à l'Académie dans les trois mois qui suivront l'attribution du prix ;
- » 3° Chaque troisième et sixième année le prix sera décerné à un travail relatif au premier desdits sujets, et chaque neuvième année à un travail sur le dernier desdits sujets. »

L'Académie ayant décerné pour la première fois ce prix dans sa séance publique de 1897, en continuera l'attribution, pour se conformer au vœu du testateur, en l'année 1900.

Le prix est de *trois mille quatre cents francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1^{er} juin 1900.

PRIX BELLION, FONDÉ PAR M^{lle} FOEHR.

Ce prix annuel sera décerné aux savants « *qui auront écrit des Ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine.* »

Le prix est de *quatorze cents francs*.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1^{er} juin de chaque année.

PRIX MÈGE.

Le D^r Jean-Baptiste Mège a légué à l'Académie « *dix mille francs à donner*
» *en prix à l'auteur qui aura continué et complété son essai sur les causes qui*
» *ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine, depuis la plus haute anti-*
» *quité jusqu'à nos jours.*

» L'Académie des Sciences pourra disposer en encouragement des inté-
» rêts de cette somme jusqu'à ce qu'elle pense devoir décerner le prix. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Mège, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle de 1898.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1^{er} juin.

PRIX DUSGATE.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1900, à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inflammations précipitées.

PRIX LALLEMAND.

Ce prix annuel, d'une valeur de *dix-huit cents francs*, est destiné à « récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots ».

Les travaux destinés au concours devront être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1^{er} juin de chaque année.

PRIX DU BARON LARREY.

Ce prix sera décerné annuellement à un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Aca-

démie et traitant un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.

Le prix est de *mille francs*.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1^{er} juin de chaque année.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON.

L'Académie décernera annuellement un prix de la valeur de *sept cent cinquante francs* à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra répondre le mieux aux vues du fondateur.

PRIX L. LA CAZE.

Voir page 141.

PRIX POURAT.

Question proposée pour l'année 1898.)

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1898, la question suivante :

Innervation motrice de l'estomac.

Le prix est de *quatorze cents francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1^{er} juin 1898.

PRIX POURAT.

(Question proposée pour l'année 1899.)

La question mise au concours pour le prix Pourat, en 1899, est la suivante :

Des caractères spécifiques de la contraction des différents muscles.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE.

Ce prix biennal, dont la valeur est de *quatorze cents francs*, sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique annuelle de 1900.

Les Ouvrages ou Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1^{er} juin 1900.

PRIX PHILIPEAUX.

Ce prix annuel de Physiologie expérimentale, de la valeur de *huit cent quatre-vingt-dix francs*, sera décerné dans la prochaine séance publique.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

(Question proposée pour l'année 1898.)

Par un testament, en date du 3 novembre 1873, M. Claude Gay, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une rente perpétuelle de *deux mille cinq cents francs*, pour un *prix annuel* de Géographie

physique, conformément au programme donné par une Commission nommée à cet effet.

L'Académie rappelle qu'elle a proposé pour sujet du prix, qu'elle doit décerner dans sa séance publique de l'année 1898, la question suivante :

Comparer la flore marine du golfe de Gascogne avec les flores des régions voisines et avec celle de la Méditerranée. — Examiner si la flore et la faune conduisent à des résultats semblables.

Ce prix est de *deux mille cinq cents francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1^{er} juin 1898.

PRIX GAY.

(Question proposée pour l'année 1899.)

La Commission chargée de proposer une question pour le prix Gay à décerner en 1899 a résolu de mettre au concours la suivante :

Étude des Mollusques nus de la Méditerranée ; les comparer à ceux des côtes océaniques françaises.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1^{er} juin 1899.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE ARAGO.

L'Académie, dans sa séance du 14 novembre 1887, a décidé la fondation d'une médaille d'or à l'effigie d'Arago.

Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

Il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre.*

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée.*

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1^{er} juin de chaque année.

PRIX CUVIER.

Ce prix est décerné *tous les trois ans* à l'Ouvrage le plus remarquable, soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

L'Académie annonce qu'elle décernera, s'il y a lieu, le prix *Cuvier*, dans sa séance publique annuelle de 1900, à l'Ouvrage qui remplira les conditions du concours, et qui aura paru depuis le 1^{er} janvier 1891 jusqu'au 1^{er} juin 1900.

Le prix est de *quinze cents francs.*

PRIX TRÉMONT.

Ce prix, d'une valeur *annuelle de onze cents francs*, est destiné « à aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

L'Académie, dans sa séance publique annuelle, accordera la somme provenant du legs Trémont, à titre d'encouragement, à tout *savant, ingénieur, artiste ou mécanicien* qui, se trouvant dans les conditions indiquées, aura présenté, dans le courant de l'année, une découverte ou un perfectionnement paraissant répondre le mieux aux intentions du fondateur.

PRIX GEGNER.

Ce prix *annuel* de *quatre mille francs* est destiné « à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des Sciences positives ».

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

Ce prix biennal, d'une valeur de *mille francs*, sera décerné en 1898 « au voyageur français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France ou à la Science ».

Les pièces de concours devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1^{er} juin 1898.

PRIX JEAN REYNAUD.

M^{me} Veuve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a fait donation à l'Institut de France d'une rente sur l'État français, de la somme de *dix mille francs*, destinée à fonder un prix annuel qui sera successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre originale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.

» Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du concours.

» Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun Ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire ou artistique. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Jean Reynaud dans sa séance publique de l'année 1901.

PRIX JÉRÔME PONTI.

Ce prix biennal, de la valeur de *trois mille cinq cents francs*, sera accordé à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1898.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1^{er} juin 1898.

PRIX PETIT D'ORMOY.

L'Académie a décidé que, sur les fonds produits par le legs Petit d'Ormoy, elle décernera *tous les deux ans* un prix de *dix mille francs* pour les Sciences mathématiques pures ou appliquées, et un prix de *dix mille francs* pour les Sciences naturelles.

Les reliquats disponibles de la fondation pourront être employés par l'Académie en prix ou récompenses, suivant les décisions qui seront prises à ce sujet.

L'Académie décernera le prix Petit d'Ormoy, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle de 1899.

PRIX LECONTE.

Ce prix, d'une valeur de *cinquante mille francs*, doit être donné, *en un seul prix, tous les trois ans, sans préférence de nationalité* :

1^o Aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales ;

2^o Aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

L'Académie décernera le prix Leconte, s'il y a lieu, dans sa séance annuelle de 1898.

PRIX TCHIATCHEFF.

M. Pierre de Tchiatcheff a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Dans son testament, M. de Tchiatcheff stipule ce qui suit :

« Les intérêts de cette somme sont destinés à offrir *annuellement aux*
» *naturalistes de toute nationalité* qui se seront le plus distingués dans l'ex-
» ploration du continent asiatique (ou îles limitrophes), notamment des
» régions les moins connues et, en conséquence, à l'exclusion des con-
» trées suivantes : Indes britanniques, Sibérie proprement dite, Asie Mi-
» neure et Syrie, contrées déjà plus ou moins explorées.

» Les explorations devront avoir pour objet une branche quelconque
» des *Sciences naturelles, physiques ou mathématiques*.

» Seront exclus les travaux ayant rapport aux autres sciences, telles
» que : Archéologie, Histoire, Ethnographie, Philologie, etc.

» Lorsque l'Académie ne croira pas être dans le cas d'accorder une ré-
» compense ou un encouragement, soit partiellement, soit intégralement
» le montant ou le restant des intérêts annuels de la susdite somme seront
» ajoutés à ceux de l'année ou des années subséquentes jusqu'à l'époque
» où l'Académie jugera convenable de disposer de ces intérêts, soit *à titre*
» *de récompense* pour des travaux accomplis, soit pour en faciliter l'entre-
» prise ou la continuation.

» Il est bien entendu que les travaux récompensés ou encouragés
» devront être le fruit d'observations faites sur les lieux mêmes et non des
» œuvres de simple érudition. »

L'Académie décernera le prix Tchiatcheff, s'il y a lieu, dans la séance publique de l'année 1898.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1^{er} juin de l'année 1898.

PRIX GASTON PLANTÉ.

Ce prix biennal sera attribué, d'après le jugement de l'Académie, à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'électricité.

L'Académie décernera, s'il y a lieu, le prix Gaston Planté dans sa séance annuelle de 1899.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1^{er} juin 1899.

PRIX HOULLEVIGUE.

M. Stanislas Houllévigüe a légué à l'Institut *cinq mille francs* de rentes 3 pour 100, à l'effet de fonder un prix annuel qui portera son nom et sera décerné à tour de rôle par l'Académie des Sciences et par l'Académie des Beaux-Arts.

L'Académie des Sciences décernera le prix Houllévigüe dans la séance publique annuelle de 1898.

PRIX CAHOURS.

M. Auguste Cahours a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Conformément aux vœux du testateur, les intérêts de cette somme seront distribués chaque année, à titre d'encouragement, à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

Le prix est de *trois mille francs*.

L'Académie des Sciences décernera le prix Cahours, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle de 1898.

PRIX SAINTOUR.

L'Académie décernera ce prix, de la valeur de *trois mille francs*, dans sa séance annuelle de 1898.

PRIX KASTNER-BOURSAULT.

Le prix, d'une valeur de *deux mille francs*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1898, à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

PRIX ESTRADE-DELCROS.

M. Estrade-Delcros, par son testament en date du 8 février 1876, a légué toute sa fortune à l'Institut. Le montant de ce legs devra être partagé, par portions égales, entre les cinq classes de l'Institut, pour servir à décerner, tous les cinq ans, un prix sur le sujet que choisira chaque Académie.

Ce prix, de la valeur de *huit mille francs*, sera décerné par l'Académie des Sciences, pour la première fois, dans sa séance publique de 1898.

PRIX JEAN-JACQUES BERGER.

Le prix Jean-Jacques Berger, de la valeur de *douze mille francs*, à décerner successivement par les cinq Académies à l'Œuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris, sera attribué, par l'Académie des Sciences, pour la première fois, en 1899.

PRIX FONDÉ PAR M^{me} LA MARQUISE DE LAPLACE.

Ce prix, qui consiste dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, est décerné, *chaque année*, au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

PRIX FONDÉ PAR M. FÉLIX RIVOT.

Ce prix, qui est annuel et dont la valeur est de *deux mille cinq cents francs*, sera partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les n^{os} 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

CONDITIONS COMMUNES A TOUS LES CONCOURS.

Les concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages envoyés aux concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Par une mesure générale prise en 1865, l'Académie a décidé que la clôture des concours pour les prix qu'elle propose aurait lieu à la même époque de l'année, et le terme a été fixé au **PREMIER JUIN**.

Les concurrents doivent indiquer, par une analyse succincte, la partie de leur travail où se trouve exprimée la découverte sur laquelle ils appellent le jugement de l'Académie.

Nul n'est autorisé à prendre le titre de LAURÉAT DE L'ACADÉMIE, s'il n'a été jugé digne de recevoir un PRIX. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses*, des *encouragements* ou des *mentions*, n'ont pas droit à ce titre.

LECTURES.

M. J. BERTRAND, Secrétaire perpétuel, lit une Notice historique sur **AUGUSTIN-LOUIS CAUCHY**, Membre de l'Institut.

M. C. BROUARDEL, Membre de l'Académie, lit : Le logement insalubre.

J. B. et M. B.

TABLEAUX

DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 10 JANVIER 1898.

TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1897.

| GÉOMÉTRIE. | | STATISTIQUE. | |
|--|----|---|----|
| PRIX FRANCOEUR. — Le prix est décerné à M. <i>G. Robin</i> | 65 | PRIX MONTYON. — Le prix est partagé entre MM. <i>Gustave Bichaymé</i> et les D ^{rs} <i>Vincent</i> et <i>Burot</i> ; une mention très honorable est attribuée à M. le D ^r <i>Lepage</i> ; rappel de mention honorable à M. le D ^r <i>Baudran</i> . | 79 |
| PRIX PONCELET. — Le prix est décerné à M. <i>B. Liouville</i> | 65 | | |
| MÉCANIQUE. | | CHIMIE. | |
| PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS. — Un prix de <i>trois mille cinq cents francs</i> est décerné à MM. <i>Gossot</i> et <i>Liouville</i> . Un prix de <i>quinze cents francs</i> à M. <i>Chéron</i> . Un prix de <i>mille francs</i> à M. <i>Decante</i> ... | 66 | PRIX L. LA CAZE. — Le prix est décerné à M. <i>Paul Sabatier</i> | 86 |
| PRIX MONTYON. — Le prix est partagé entre MM. <i>Bourguin</i> , <i>Pavie</i> et <i>Pigache</i> | 71 | PRIX JECKER. — Le prix est décerné à M. <i>Haller</i> | 88 |
| PRIX PLUMEY. — Des encouragements sont attribués à MM. <i>Brillé</i> et <i>J.-B. Girard</i> .. | 72 | MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE. | |
| PRIX FOURNEYRON. — Le prix est renvoyé à l'année prochaine..... | 73 | GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES. — Le prix est décerné à M. <i>Joseph Vallot</i> | 91 |
| ASTRONOMIE. | | PRIX BORDIN. — Le prix est décerné à M. <i>G. Pruvot</i> | 92 |
| PRIX LALANDE. — Le prix est décerné à M. <i>Perrine</i> | 73 | PRIX DELESSE. — Le prix est décerné à M. <i>Œhler</i> | 93 |
| PRIX DAMOISEAU. — Le prix est décerné à M. <i>Hermann Struve</i> | 74 | BOTANIQUE. | |
| PRIX VALZ. — Le prix est décerné à M. <i>Louis Fabry</i> | 75 | PRIX DESMAZIÈRES. — Le prix est décerné à M. <i>Jacob Eriksson</i> | 93 |
| PHYSIQUE. | | PRIX MONTAGNE. — Le prix est décerné à M. <i>Bourquelot</i> | 95 |
| PRIX L. LA CAZE. — Le prix est décerné à M. <i>Lénard</i> | 77 | PRIX THORE. — Le prix est partagé entre MM. <i>Louis Bordas</i> et <i>Sappin-Trouffy</i> ... | 97 |

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

- PRIX SAVIGNY. — La Commission a décidé qu'il n'y avait pas lieu cette année de décerner le prix..... 99
- PRIX DA GAMA MACHADO. — Une mention honorable est attribuée à M^{me} la comtesse de Linden..... 99

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

- PRIX MONTYON. — Un prix est décerné à M. *Gaucher*. Un prix à M. *Zambaco*. Un autre prix est partagé entre MM. *Rémy* et *Contremoulins*, MM. *Marie* et *Ribaut*. Des mentions sont attribuées à MM. *Fabre-Domergue* et à MM. *Bosc* et *Vedel*. Une troisième mention est attribuée à M. *Lapique*..... 103
- PRIX BARBIER. — Le prix est décerné à M. *de Rochebrune*. Une mention est attribuée à M. *Lucet*..... 106
- PRIX BREANT. — Un prix est décerné à MM. *Burot* et *Legrand*. Une récompense est attribuée à M. *Émile Legrain*..... 106
- PRIX GODARD. — Le prix est décerné à MM. *Beauregard* et *Boulart*..... 107
- PRIX PARKIN. — Le prix est décerné à M. *Augustus Waller*..... 108
- PRIX BELLION. — Le prix est partagé entre MM. *Peron* et *Auguste Pettit*..... 108
- PRIX MÈGE. — Le prix est décerné à M. le D^r *Tissié*..... 109
- PRIX LALLEMAND. — Le prix est partagé entre MM. *Henri Meunier* et *Gustave Durante*. Des mentions honorables sont attribuées à MM. *Foisin*, *Onuf* et *Collins* et *Mercier*..... 110
- PRIX DU BARON LARREY. — Le prix est décerné à M. le D^r *Auffret*..... 111

PHYSIOLOGIE.

- PRIX MONTYON (Physiologie expérimentale). — Le prix est décerné à M. *Delzenne*. Une mention est attribuée à M. *Gourfin*..... 112
- PRIX LA CAZE. — Le prix est décerné à M. *Röntgen*..... 114

- PRIX POURAT. — Le prix est décerné à M. *Kaufmann*..... 115
- PRIX MARTIN-DAMOURETTE. — Le prix est décerné à M. *Guinard*..... 117
- PRIX PHILIPPEAUX (Physiologie expérimentale). — Le prix est décerné à MM. *Courtaud* et *Guyon*..... 119

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

- PRIX GAY. — Le prix est décerné à M. *Charles Flahault*..... 119

PRIX GÉNÉRAUX.

- PRIX MONTYON (Arts insalubres). — La Commission ne décerne pas de prix cette année. Une mention de mille francs est attribuée à M. *Masure*. Une mention de cinq cents francs à M. le D^r *Arnaud*. Une mention de cinq cents francs à feu M. le D^r *Magitot*..... 123
- PRIX CUVIER. — Le prix est décerné au professeur *Marsh*..... 126
- PRIX TRÉMONT. — Le prix est décerné à M. *Frémont*..... 129
- PRIX GEGNER. — Le prix est décerné à M. *Paul Serret*..... 129
- PRIX PETIT D'ORMOY (Sciences mathématiques). — Le prix est décerné à feu *Tisserand*, pour l'ensemble de ses travaux... 129
- PRIX PETIT D'ORMOY (Sciences naturelles). — Le prix est décerné à M. *Gosselet*..... 129
- PRIX TCHIATCHEFF. — Le prix est décerné à M. *Obrutschew*..... 131
- PRIX GASTON PLANTÉ. — Le prix est décerné à M. *André Blondel*..... 133
- PRIX CAHOURS. — Le prix est partagé entre MM. *Lebeau*, *Hébert*, *Tassilly*, *Thomas*. 135
- PRIX SAINTOUR. — Le prix est décerné à M. *G. André*..... 135
- PRIX LAPLACE. — Le prix est décerné à M. *Crussard*..... 135
- PRIX RIVOT. — Le prix est décerné à MM. *Crussard*, *Gourguechon*, *Bertrand*, *Bruneau*..... 136

PRIX PROPOSÉS

pour les années 1898, 1899, 1900 et 1901.

GÉOMÉTRIE.

1898. GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Chercher à étendre le rôle que peuvent jouer en Analyse les séries divergentes..... 136
1898. PRIX BORDIN. — Étudier les questions relatives à la détermination, aux propriétés et aux applications des systèmes de coordonnées curvilignes orthogonales à n variables; indiquer en particulier, d'une manière aussi précise que possible, le degré de généralité de ces systèmes..... 137
1898. PRIX FRANCOEUR..... 137
1898. PRIX PONCELET..... 138

MÉCANIQUE.

1898. PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS. — Destiné à récompenser tout progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales..... 138
1898. PRIX MONTYON..... 139
1898. PRIX PLUMEY..... 139
1898. PRIX FOURNEYRON. — Question de 1897 remise au concours de 1898. — Donner la théorie du mouvement et discuter plus particulièrement les conditions de stabilité des appareils vélocipédiques (bicycles, bicyclettes, etc.) en mouvement rectiligne ou curviligne sur un plan soit horizontal, soit incliné..... 139
1899. PRIX FOURNEYRON. — Perfectionner en quelque point la théorie des trompes. Confirmer les résultats obtenus par l'expérience..... 139

ASTRONOMIE.

1898. PRIX LALANDE..... 140
1898. PRIX DAMOISEAU. — Exposer la théorie des perturbations d'Hypérion, le satellite de Saturne, découvert simultanément par Bond et Lassell, en tenant compte principalement des actions de Titan. Comparer les observations avec la théorie et en déduire la valeur de la masse de Titan..... 140
1898. PRIX VALZ..... 141
1898. PRIX JANSSEN. — Médaille d'or destinée à récompenser la découverte ou le

Travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique..... 141

PHYSIQUE.

1899. PRIX L. LA CAZE..... 141

STATISTIQUE.

1898. PRIX MONTYON..... 143

CHIMIE.

1898. PRIX JECKER..... 143
1898. PRIX H. WILDE..... 143
1898. PRIX L. LA CAZE..... 144

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

1899. GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES. — Étudier la biologie des Nématodes libres d'eau douce et humicoles et plus particulièrement les formes et conditions de leurs reproductions sexuelle et asexuelle..... 144
1899. PRIX BORDIN. — Les modifications des organes des sens chez les animaux cavernicoles..... 145
1898. PRIX VAILLANT. — Faire connaître et discuter les indications que fournit l'étude microscopique des roches sédimentaires (particulièrement des roches secondaires ou tertiaires) au point de vue de leur genèse et des modifications qu'elles ont subies, depuis leur dépôt, dans leur structure et leur composition (les corps organisés compris)..... 145
1899. PRIX DELESSE..... 146
1899. PRIX FONTANNES..... 146

BOTANIQUE.

1898. PRIX BARBIER..... 146
1898. PRIX DESMAZIÈRES..... 147
1898. PRIX MONTAGNE..... 147
1898. PRIX DE LA FONS MELICOCQ..... 147
1898. PRIX THORE..... 148

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

| | |
|---------------------------------|-----|
| 1898. PRIX THORE..... | 148 |
| 1898. PRIX SAVIGNY..... | 148 |
| 1900. PRIX DA GAMA MACHADO..... | 149 |

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

| | |
|---------------------------------|-----|
| 1898. PRIX MONTYON..... | 149 |
| 1898. PRIX BARBIER..... | 150 |
| 1898. PRIX BRÉANT..... | 150 |
| 1898. PRIX GODARD..... | 151 |
| 1899. PRIX SERRES..... | 151 |
| 1899. PRIX CHAUSSIER..... | 151 |
| 1900. PRIX PARKIN..... | 152 |
| 1898. PRIX BELLION..... | 152 |
| 1898. PRIX MÈGE..... | 153 |
| 1899. PRIX DUSGATE..... | 153 |
| 1898. PRIX LALLEMAND..... | 153 |
| 1898. PRIX DU BARON LARREY..... | 153 |

PHYSIOLOGIE.

| | |
|---|------------|
| 1898. PRIX MONTYON..... | 154 |
| 1899. PRIX L. LA CAZE..... | 154 |
| 1898. PRIX POURAT. — Innervation motrice de l'estomac..... | 154 et 155 |
| 1899. PRIX MARTIN-DAMOURETTE..... | 155 |
| 1898. PRIX PHILPEAUX..... | 155 |

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

| | |
|---|-----|
| 1898. PRIX GAY. — Comparer la flore marine du golfe de Gascogne avec les flores des régions voisines et avec celle de la Médi- terranée. Examiner si la flore et la faune conduisent à des résultats semblables.... | 155 |
| 1899. PRIX GAY. — Etude des Mollusques nus dans la Méditerranée ; les comparer à ceux des côtes océaniques françaises. | 156 |

PRIX GÉNÉRAUX.

| | |
|---|-----|
| MÉDAILLE ARAGO..... | 156 |
| 1898. PRIX MONTYON, ARTS INSALUBRES.... | 157 |
| 1900. PRIX CUVIER..... | 157 |
| 1898. PRIX TREMONT..... | 157 |
| 1898. PRIX GEGNER..... | 158 |
| 1898. PRIX DELALANDE-GUERINEAU..... | 158 |
| 1901. PRIX JEAN REYNAUD..... | 158 |
| 1898. PRIX JEROME PONTI..... | 159 |
| 1899. PRIX PETIT D'ORMOY..... | 159 |
| 1898. PRIX LECONTE..... | 159 |
| 1898. PRIX TCHIHATCHEF..... | 160 |
| 1899. PRIX GASTON PLANTE..... | 161 |
| 1898. PRIX HOULLEVIGUE..... | 161 |
| 1898. PRIX CAROURS..... | 161 |
| 1898. PRIX SAINTOUR..... | 162 |
| 1898. PRIX KASTNER-BOURSALT..... | 162 |
| 1898. PRIX ESTRADÉ-DELGROS..... | 162 |
| 1899. PRIX JEAN-JACQUES BERGER..... | 162 |
| 1898. PRIX LAPLACE..... | 162 |
| 1898. PRIX RIVOT..... | 163 |

| | |
|---|-----|
| Conditions communes à tous les concours..... | 164 |
| Avis relatif au titre de <i>Lauréat de l'Académie</i> | 164 |

TABLEAU PAR ANNÉE

DES PRIX PROPOSÉS POUR 1898, 1899, 1900 ET 1901.

1898

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Chercher à étendre le rôle que peuvent jouer en Analyse les séries divergentes.

PRIX BORDIN. — Étudier les questions relatives à la détermination aux propriétés et aux applications des systèmes de coordonnées curvilignes orthogonales à n variables. Indiquer, en particulier, d'une manière aussi précise que possible, le degré de généralité de ces systèmes.

PRIX FRANÇŒUR. — Découvertes ou travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

PRIX PONCELET. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile au progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

PRIX MONTYON. — Mécanique.

PRIX PLUMEY. — Décerné à l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué aux progrès de la navigation à vapeur.

PRIX FOURNEYRON. — Question de 1897 remise à 1898. — Donner la théorie du mouvement et discuter plus particulièrement les conditions de stabilité des appareils vélocipédiques (bicycles, bicyclettes, etc.) en mouvement rectiligne ou curviligne sur un plan soit horizontal, soit incliné.

PRIX FOURNEYRON. — Perfectionner en quelque point la théorie des trompes. Confirmer les résultats obtenus par l'expérience.

PRIX LALANDE. — Astronomie.

PRIX DAMOISEAU. — Exposer la théorie des perturbations d'Hypérion, le satellite de Saturne découvert simultanément en 1848 par Bond et Lassell, en tenant compte principalement de l'action de Titan. Comparer les observations avec la théorie et en déduire la valeur de la masse de Titan.

PRIX VALZ. — Astronomie.

PRIX MONTYON. — Statistique.

PRIX JECKER. — Chimie organique.

PRIX H. WILDE.

PRIX DELESSE. — Décerné à l'auteur, français

ou étranger, d'un travail concernant les Sciences géologiques ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

PRIX VAILLANT. — Faire connaître et discuter les indications que fournit l'étude microscopique des roches sédimentaires (particulièrement des roches secondaires ou tertiaires), au point de vue de leur genèse et des modifications qu'elles ont subies, depuis leur dépôt, dans leur structure et leur composition (les corps organisés compris).

PRIX DESMAZIÈRES. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la Cryptogamie.

PRIX MONTAGNE. — Décerné aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'Anatomie, la Physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures.

PRIX DE LA FONS MÉLICOQ. — Décerné au meilleur Ouvrage de Botanique sur le nord de la France, c'est-à-dire sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne.

PRIX THORE. — Décerné alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

PRIX SAVIGNY, fondé par M^{lle} Letellier. — Décerné à de jeunes zoologistes voyageurs.

PRIX DA GAMA MACHADO. — Décerné aux meilleurs Mémoires sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

PRIX MONTYON. — Médecine et Chirurgie.

PRIX BRÉANT. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.

PRIX GODARD. — Sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

PRIX BARBIER. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir.

PRIX LALLEMAND. — Destiné à récompenser ou

encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots.

PRIX DU BARON LARREY. — Sera décerné à un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Académie et traitant un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.

PRIX BELLION, fondé par M^{lle} Foehr. — Décerné à celui qui aura écrit des Ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine.

PRIX MÈGE. — Décerné à celui qui aura continué et complété l'essai du D^r Mège sur les causes qui ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine.

PRIX MONTYON. — Physiologie expérimentale.

PRIX POURAT. — Innervation motrice de l'estomac.

PRIX PHILIPPEAUX. — Physiologie expérimentale.

PRIX GAY. — Comparer la flore marine du golfe de Gascogne avec les flores des régions voisines et avec celle de la Méditerranée. Examiner si la flore et la faune conduisent à des résultats semblables.

MÉDAILLE ARAGO. — Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

PRIX MONTYON. — Arts insalubres.

PRIX TRÉMONT. — Destiné à tout savant, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

PRIX GEGNER. — Destiné à soutenir un savant qui se sera distingué par des travaux sérieux poursuivis en faveur du progrès des Sciences positives.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU. — Décerné au

voyageur français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France ou à la Science.

PRIX JÉROME PONTI. — Décerné à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

PRIX LECOINTE. — Décerné : 1^o aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales ; 2^o aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

PRIX TCHIATCHEFF. — Destiné aux naturalistes de toute nationalité qui auront fait, sur le continent asiatique (ou îles limitrophes), des explorations ayant pour objet une branche quelconque des Sciences naturelles, physiques ou mathématiques.

PRIX HOULLEVIGUE.

PRIX CAHOURS. — Décerné, à titre d'encouragement, à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

PRIX SAINTOUR.

PRIX KASTNER-BOURSAULT. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

PRIX ESTRADÉ-DELCROS. — Ce prix sera décerné pour la première fois par l'Académie des Sciences dans sa séance publique de 1898.

PRIX LAPLACE. — Décerné au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

PRIX RIVOT. — Partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les n^{os} 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

1899

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES. — Étudier la biologie des Nématodes libres d'eau douce et humicoles et plus particulièrement les formes et conditions de leur reproduction sexuelle et asexuelle.

PRIX BORDIN (Sciences physiques). — Études des modifications des organes des sens chez les animaux cavernicoles.

PRIX FOURNEYRON. — Perfectionner en quelque point important la théorie des trompes. Confirmer les résultats obtenus par l'expérience.

PRIX DAMOISEAU. — Faire la théorie d'une comète périodique dont plusieurs retours ont été observés.

PRIX FONTANNES. — Décerné à l'auteur de la meilleure publication paléontologique.

PRIX SERRES. — Sur l'Embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

PRIX CHAUSSIER. — Décerné au meilleur Livre ou Mémoire, qui aura paru pendant ce temps et fait avancer la Médecine, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique.

PRIX POURAT.

PRIX GAY. — Étude des Mollusques nus dans la Méditerranée; les comparer à ceux des côtes océaniques françaises.

PRIX JEAN-JACQUES BERGER. — Décerné successivement par les cinq Académies à l'œuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris; sera attribué par l'Académie des Sciences pour la première fois en 1899.

1900

PRIX JANSSEN.

PRIX DA GAMA MACRADO. — Décerné aux meilleurs Mémoires sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

PRIX PARKIN. — Destiné à récompenser des recherches sur les sujets suivants : 1^o sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique dans le choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies; 2^o sur les effets de l'action volcanique dans la produc-

tion de maladies épidémiques dans le monde animal et le monde végétal et dans celle des ouragans et des perturbations atmosphériques anormales.

PRIX DUSGATE. — Décerné à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

PRIX CUVIER. — Destiné à l'Ouvrage le plus remarquable soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

1901

PRIX JEAN REYNAUD. — Décerné à l'auteur du travail le plus méritant qui se sera produit pendant une période de cinq ans.



BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 3 JANVIER 1898.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. BERTHELOT, FRIEDEL, MASCART, MOISSAN. Septième série. Janvier 1898. T. XIII. Paris, Masson et C^{ie}, 1898; 1 fasc. in-8°.

Le Jardin des Apothicaires de Paris, par G. PLANCHON, Directeur de l'École supérieure de Pharmacie, Membre de l'Académie de Médecine. Paris, Marpon et Flammarion; in-8°.

Les Apothicaires dans les cérémonies de parade, par G. PLANCHON. Paris, Marpon et Flammarion; 1 broch. in-8°.

L'enseignement de l'Histoire naturelle des médicaments au jardin des Apothicaires et à l'École de Pharmacie de Paris, par G. PLANCHON. Paris, Ernest Flammarion, 1896; 1 broch. in-8° et une série de 12 brochures du même auteur. (Présentées par M. Chatin.)

Ministère de l'Agriculture. Direction de l'Agriculture. Bulletin. Seizième année. N° 6. Paris, Imprimerie nationale, décembre 1897; 1 vol. in-8°.

Sur une nouvelle Diploxylée, par MM. BERNARD RENAULT et A. ROCHE. Autun, Dejussieu père et fils, 1897; 1 broch. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. J. BERGERON, Secrétaire perpétuel, CADET DE GASSICOURT, Secrétaire annuel. Paris, Masson et C^{ie}; 1 fasc. in-8°.

Société de Géographie. Comptes rendus des séances. 1897. N^{os} 16 et 17. Paris, 1897; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Société scientifique de Bruxelles. Bruxelles, F. Hayez, 20 vol. in-8°.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel : part du 1^{er} janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : 20 fr. — Départements : 30 fr. — Union postale : 34 fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,

| | chez Messieurs : | | chez Messieurs : |
|--------------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| <i>Agen</i> | Ferron frères. | <i>Lorient</i> | Baumal. |
| | { Chaix. | | { M ^{me} Texier. |
| <i>Alger</i> | { Jourdan. | | { Bernoux et Cumin. |
| | { Ruff. | | { Georg. |
| <i>Amiens</i> | Courtin-Hecquet. | <i>Lyon</i> | { Côte. |
| | { Germain et Grassin. | | { Savy. |
| <i>Angers</i> | Lachèse. | | { Vitte. |
| | { Jérôme. | <i>Marseille</i> | { Ruat. |
| <i>Bayonne</i> | Jacquard. | | { Calas. |
| | { Feret. | <i>Montpellier</i> | { Coulet. |
| <i>Besançon</i> | Laurens. | | { Martial Place. |
| | { Muller (G.). | <i>Moulins</i> | { Jacques. |
| <i>Bordeaux</i> | Renaud. | | { Grosjean-Maupin. |
| | { Derrien. | <i>Nancy</i> | { Sidot frères. |
| <i>Brest</i> | F. Robert. | | { Loiseau. |
| | { J. Robert. | <i>Nantes</i> | { Veloppé. |
| | { Uzel frères. | | { Barma. |
| <i>Caen</i> | Jouan. | <i>Nice</i> | { Visconti et C ^{ie} . |
| | { Perrin. | <i>Nimes</i> | { Thibaud. |
| <i>Chambery</i> | Henry. | <i>Orléans</i> | { Luzeray. |
| | { Marguerie. | | { Blanchier. |
| <i>Cherbourg</i> | Juliot. | <i>Poitiers</i> | { Marche. |
| | { Ribou-Collay. | <i>Rennes</i> | { Plihon et Hervé. |
| | { Lamarche. | <i>Rochefort</i> | { Girard (M ^{me}). |
| <i>D. Jon</i> | Ratel. | | { Langlois. |
| | { Rey. | <i>Rouen</i> | { Lestringant. |
| | { Lauverjat. | <i>St-Étienne</i> | { Chevalier. |
| <i>Douai</i> | Degez. | | { Bastide. |
| | { Drevel. | <i>Toulon</i> | { Rumébe. |
| | { Gratier et C ^{ie} . | | { Gimet. |
| <i>Grenoble</i> | Foucher. | <i>Toulouse</i> | { Privat. |
| | { Bourdignon. | | { Boisselier. |
| <i>La Rochelle</i> | Dombre. | <i>Tours</i> | { Péricat. |
| | { Thorez. | | { Suppligeon. |
| <i>Le Havre</i> | Quarré. | <i>Valenciennes</i> | { Giard. |
| | | | { Lemaitre. |

On souscrit, à l'Étranger,

| | chez Messieurs : | | chez Messieurs : |
|-----------------------------|--|-----------------------------|---------------------------------|
| <i>Amsterdam</i> | Feikema Caarelsen et C ^{ie} . | <i>Londres</i> | { Dulau. |
| | { Beck. | | { Hachette et C ^{ie} . |
| <i>Athènes</i> | Verdaguer. | | { Nutt. |
| | { Asher et C ^{ie} . | <i>Luxembourg</i> | { V. Bück. |
| <i>Barcelone</i> | Dames. | | { Libr. Gutenberg. |
| | { Friedlander et fils. | <i>Madrid</i> | { Romo y Fussel. |
| <i>Berlin</i> | Mayer et Müller. | | { Gonzalés e hijos. |
| | { Schmid et Francke. | <i>Milan</i> | { F. Fé. |
| <i>Berne</i> | Zauchelli. | | { Bocca frères. |
| | { Lamertin. | <i>Moscou</i> | { Hœpli. |
| <i>Bologne</i> | Mayolez et Audiarte. | | { Tastevin. |
| | { Lebègue et C ^{ie} . | <i>Naples</i> | { Prass. |
| | { Sotcheck et C ^{ie} . | | { Marghieri di Gius. |
| <i>Bucharest</i> | Müller (Carol). | | { Pellerano. |
| | { Kilian. | <i>New-York</i> | { Dyrsen et Pfeiffer. |
| <i>Budapest</i> | Deighton, Bell et C ^{ie} . | | { Stechert. |
| | { Cammermeyer. | | { Lemcke et Buerchner. |
| <i>Cambridge</i> | Otto Keil. | <i>Odessa</i> | { Rousseau. |
| | { Höst et fils. | <i>Oxford</i> | { Parker et C ^{ie} . |
| <i>Christiania</i> | Seeber. | | { Clausen. |
| <i>Constantinople</i> | Höste. | <i>Palerme</i> | { Magalbaès et Moniz. |
| | { Beuf. | <i>Porto</i> | { Rivnac. |
| <i>Copenhague</i> | Cherbuliez. | <i>Prague</i> | { Garnier. |
| | { Georg. | <i>Rio-Janeiro</i> | { Bocca frères. |
| <i>Florence</i> | Stapelmohr. | | { Loescher et C ^{ie} . |
| <i>Gand</i> | Belinfante frères. | <i>Rotterdam</i> | { Kramers et fils. |
| | { Benda. | <i>Stockholm</i> | { Samson et Wallin. |
| <i>Genève</i> | Payot. | | { Zinserling. |
| | { Barth. | <i>St-Petersbourg</i> | { Wolff. |
| <i>La Haye</i> | Brockhaus. | | { Bocca frères. |
| | { Lorentz. | <i>Turn</i> | { Brero. |
| <i>Lausanne</i> | Max Rübe. | | { Clausen. |
| | { Twietmeyer. | <i>Varsovie</i> | { Rosenberg et Sellier. |
| <i>Leipzig</i> | Desoer. | <i>Verone</i> | { Gebethner et Wolff. |
| | { Gnuisé. | | { Drucker. |
| <i>Liège</i> | | <i>Vienne</i> | { Frick. |
| | | | { Gerold et C ^{ie} . |
| | | <i>Zürich</i> | { Meyer et Zeller. |

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

| | |
|---|--------|
| Tomes 1 ^{er} 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix..... | 15 fr. |
| Tomes 32 à 61. — (1 ^{er} Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix..... | 15 fr. |
| Tomes 62 à 91. — (1 ^{er} Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix..... | 15 fr. |

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

- Tome I :** Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algue, par MM. A. DERBÈS et A.-J.-J. SOLIER. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. HANSEN. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. CLASSE BERNARD. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856..... 15 fr.
- Tome II :** Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. VAN BENEDEEN. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur BRONN. In-4°, avec 27 planches; 1861... 15 fr.

À la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences**.

TABLE DES ARTICLES.

Séance publique annuelle du 10 janvier 1898.)



| | Pages. |
|--|--------|
| Allocution de M. CHATIN..... | 53 |
| Prix décernés..... | 65 |
| Prix proposés..... | 136 |
| Tableau des prix décernés..... | 165 |
| Tableau des prix proposés..... | 167 |
| Tableau par année des prix proposés..... | 169 |
| BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE..... | 172 |

FEB 23 1898

1898

PREMIER SEMESTRE.

3029

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

=====
TOME CXXVI.
=====

N° 3 (17 Janvier 1898).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
Quai des Grands-Augustins, 55.

—
1898

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1^{er}. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 JANVIER 1898.

PRÉSIDENTE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice sur la vie et les travaux de M. d'Abbadie; par M. HATT.

« Antoine Thomson d'Abbadie est né à Dublin, le 3 janvier 1810, d'un père français basque et d'une mère irlandaise. Il devait à cette dernière origine une vive sensibilité, une originalité peu commune et des croyances religieuses qui n'ont jamais été entamées par ses études scientifiques. De la race basque il tenait la vigueur physique et l'énergique volonté qui a été le trait saillant de son caractère.

» Il fit toutes ses études en France où sa famille était revenue s'établir en 1813. Au sortir du collège, en 1829, d'Abbadie forma le projet d'une exploration dans l'intérieur de l'Afrique et consacra les six années suivantes à la préparation de son voyage. Il était sur le point de partir pour l'Éthiopie, sur laquelle son choix s'était définitivement fixé, quand, à

l'instigation d'Arago, il fut chargé par l'Académie d'une mission scientifique au Brésil.

» La mission acceptée par le jeune savant et accomplie à ses frais, avec la collaboration intermittente de M. Lefèvre, rentra dans le cadre de ses études préparatoires; il s'agissait de décider, par l'observation, du sens du mouvement diurne de l'aiguille aimantée dans la région que l'on supposait devoir présenter un régime intermédiaire entre celui de l'hémisphère boréal, où l'aiguille tourne tous les matins dans le sens inverse, et celui de l'hémisphère austral, où se produit le mouvement direct.

» On s'embarqua en novembre 1836 sur la frégate *l'Andromède*, en compagnie d'un illustre exilé que la France envoyait alors à Rio de Janeiro. C'est de cette époque que datent les relations de M. d'Abbadie avec le prince qui devait, vingt ans plus tard, présider aux destinées de notre Pays.

» Un mauvais bateau conduisit la mission de Rio à Olinda, près de Pernambuco, où les observations poursuivies pendant un mois et demi montrèrent que l'aiguille obéit au régime de l'hémisphère austral ou de l'hémisphère boréal, suivant que le Soleil culmine dans le nord ou dans le sud.

» Après être revenu du Brésil et avoir remis à l'Académie le manuscrit de ses observations magnétiques et météorologiques, Antoine d'Abbadie, donnant suite à ses premiers projets d'exploration, alla, vers la fin de 1837, rejoindre au Caire son frère Arnault qui devait être son compagnon de voyage.

» Remontant le Nil jusqu'à Kench, ils gagnèrent le port de Kosséir, sur la mer Rouge, et s'embarquèrent pour Djeddah d'où un autre navire les amena, le 17 février 1838, à Massaoua. De ce port, qui est situé à la pointe nord-est de l'Abyssinie, les deux frères parvinrent, après de nombreuses difficultés, jusqu'à Gondar, la capitale du pays.

» Cette première reconnaissance fut effectuée, suivant la méthode traditionnelle du cheminement, par Antoine qui était seul à s'occuper de Géographie physique; il put se convaincre de l'insuffisance des procédés de levé du terrain adoptés avant lui et préparer une méthode nouvelle, la *Géodésie expéditive*, qui aura la rare bonne fortune d'atteindre tout de suite la perfection.

» A d'autres points de vue ce voyage servit d'épreuve; les enseignements qu'il apportait seront développés avec une extrême finesse dans le remarquable exposé fait devant le Congrès international de Géographie de Venise, en 1881, et publié sous le titre de : *Credo d'un voyageur*. On peut

en résumer l'esprit par quelques préceptes qu'il contient : « Voyager seul » et sans armes, vivre sobrement et à la manière du pays, en respectant » ses coutumes; s'armer de patience et ne pas perdre de vue le but à » atteindre. » Désormais, Antoine d'Abbadie se séparera de son frère Arnault, afin de ne pas entraver les investigations d'ordre politique de ce dernier et de conserver pour soi-même la liberté de donner tous ses soins à la détermination des positions géographiques.

» Mais il est mal outillé pour exécuter ce travail suivant la conception nouvelle des levés d'exploration, et il a le courage presque surhumain de tout reprendre à nouveaux frais et d'interrompre son voyage pour retourner en France se munir des instruments de précision indispensables. Nous le retrouvons au commencement de 1839 à Paris où il séjourne jusqu'à la fin de septembre.

» Le voyage de retour fut très contrarié; la petite expédition, y compris son chef, paya son tribut à la maladie et perdit plus de deux mois en Égypte. Ce ne fut qu'à la fin de janvier 1840 que d'Abbadie put débarquer à Massaoua où l'attendait son frère. Mais il n'était pas au bout de ses contrariétés. L'hostilité d'un gouverneur de province empêchait l'expédition de pénétrer à l'intérieur; en travaillant aux environs de Massaoua d'Abbadie est blessé à l'œil et bientôt après atteint d'ophtalmie; il se voit contraint d'aller chercher des secours médicaux à Aden, et l'accueil du gouverneur anglais n'étant guère plus engageant que celui du chef éthiopien, il est contraint de se réfugier à Berbera sur la côte d'Afrique. Son frère vient l'y rejoindre et projette avec lui de tourner l'Abyssinie par le sud pour atteindre Kaffa par une route nouvelle; l'hostilité des chefs indigènes, acharnés contre les explorateurs français, vient déjouer cette tentative ainsi qu'une deuxième entreprise ayant pour objectif Tadjourah, auprès de notre colonie actuelle d'Obock. Après trois mois d'efforts inutiles, l'expédition dut, pour la troisième fois, retourner à Massaoua où l'autocrate indigène consentit enfin à la laisser passer.

» Dès ce moment commence, pour d'Abbadie, la réalisation du programme qu'il s'est tracé. Ce que fut ce programme et comment il fut exécuté, notre Confrère M. Radau l'a exposé dans un éloquent chapitre de la *Revue des deux Mondes*, paru il y a un peu plus de trente ans et dont le souvenir m'est resté bien présent à l'esprit pour l'enseignement retiré de sa lecture.

» Les opérations de d'Abbadie constituent, suivant l'heureuse expression

de M. Radau, une triangulation naturelle, en ce sens que l'on prend pour signaux tous les points naturellement remarquables et suffisamment définis, tels que sommets de montagnes, rochers, bouquets d'arbres, etc. On pourrait ajouter que c'est une triangulation astronomique, car en chaque station il est fait une observation d'azimut qui oriente toutes les visées d'une manière absolue dans l'espace. La position d'une station d'où l'on a relevé deux points connus sera donc entièrement déterminée, tandis qu'avec des directions relatives trois relèvements seraient nécessaires et ne pourraient suffire en outre que si la station est en dehors de la circonférence passant par les points visés.

» C'est aussi par les observations astronomiques que sera mesurée la base du réseau; il suffira, pour cela, de connaître les latitudes de deux points orientés l'un par rapport à l'autre dans une direction voisine du méridien, ou les longitudes quand la direction est perpendiculaire.

» Le travail de d'Abbadie embrasse une étendue grande comme la France; il comporte la détermination des positions géographiques de près de neuf cents points remarquables, distribués sur toute la région explorée. Avec une persévérance sans précédents cette œuvre a été poursuivie pendant dix ans au milieu de fatigues et de dangers de toutes sortes, parallèlement aux études ethnographiques et linguistiques dont d'Abbadie était enthousiaste.

» On est frappé d'étonnement devant cette abnégation de soi-même, cette énergie de volonté qui condamne, par amour pour la Science, un homme à mener, pendant ses plus belles années, l'existence la plus primitive et la plus austère; car d'Abbadie était d'une sévérité de mœurs telle qu'il passait pour un moine aux yeux des Éthiopiens, qui n'ont accueilli qu'avec incrédulité la nouvelle de son mariage en Europe.

» C'est en 1849 seulement qu'il quitta définitivement l'Égypte, emportant avec lui une quantité considérable de matériaux touchant toutes les branches des connaissances humaines. Dans le nombre se trouvait une collection de deux cent trente-quatre manuscrits éthiopiens, la plus riche qui existât en Europe; un vocabulaire de la langue Amarinna comprenant plus de quinze mille mots.

» Malgré la lassitude amenée par ces longs voyages, où les privations étaient de règle, il se met résolument à l'œuvre pour la rédaction de ses travaux de Géographie physique et la coordination des documents linguistiques et ethnographiques. Dans la liste des Mémoires et Ouvrages, au

nombre de vingt environ, déjà publiés à la date de 1861, nous pouvons relever :

» *Mémoire sur le tonnerre en Éthiopie*, publié dans le Tome XVI des *Mémoires des Savants étrangers*;

» *Catalogue raisonné des Manuscrits éthiopiens*, imprimé à l'Imprimerie impériale avec les caractères dont les poinçons ont été gravés sous la direction de d'Abbadie;

» *Résumé géodésique des positions déterminées en Éthiopie, tant en altitude qu'en latitude et longitude*; publié en 1859 à Leipzig et utilisé pour la *Connaissance des Temps* de 1862;

» *Premier fascicule de la Géodésie de la Haute-Éthiopie, revue et corrigée par R. Radau*;

» *Note sur le qobar ou brouillard sec*;

» *Observation d'un simoun ou vent sec et malsain*;

» *Sur l'usage du café en Arabie*;

» Etc., etc.

» Entre temps, d'Abbadie fit deux nouveaux voyages scientifiques ayant pour but l'observation d'éclipses totales de Soleil : à Frederiksvaern (Norvège), en juillet 1851; à Brievisca (en Espagne), pour l'éclipse du 18 juillet 1860.

» Parmi les sujets d'étude qui s'imposèrent à son attention, dans les dix années suivant son retour d'Éthiopie, il faut placer les perfectionnements des instruments de précision et, en particulier, du petit théodolite. Après avoir modifié les dispositions adoptées antérieurement et proposé un type amélioré dont on s'écarte à peine aujourd'hui, d'Abbadie imagina un modèle tout nouveau où la lunette est maintenue horizontalement, les visées en hauteur résultant du mouvement d'un prisme à réflexion totale placé devant l'objectif. Cet instrument, très pratique et dont les dispositions de détail ont été minutieusement étudiées, a déjà rendu et est appelé, encore, à rendre de grands services aux voyageurs.

» C'est en 1867 que l'Académie des Sciences ouvrit ses portes à d'Abbadie en le nommant à l'une des places nouvellement créées dans la Section de Géographie et Navigation. Dans la pensée du chef de l'État, cette augmentation de cadre permettait à l'Académie de récompenser, à l'occasion, l'un des vaillants explorateurs qui sont l'honneur d'une nation et dont les patients efforts lui apportent souvent gloire et prospérité. Nul plus que d'Abbadie n'était digne d'être désigné pour ce poste au double titre de savant éminent et d'explorateur incomparable.

» Ce fut un nouveau stimulant pour son activité; il termina, avec la collaboration dévouée de M. Radau, la publication définitive de son grand Ouvrage sur la Géodésie de l'Éthiopie qui restera le monument impérissable de sa production scientifique.

» Postérieurement à son élection, nous voyons paraître encore une série d'Études et d'Ouvrages :

» *L'Abyssinie et le roi Théodore*, article publié en 1868 dans le *Correspondant*, où sont racontés et commentés les événements qui amenèrent l'expédition anglaise de Magdala; on retrouve dans cet article une série de souvenirs personnels de d'Abbadie d'autant plus précieux que malheureusement il n'a jamais songé à écrire une relation anecdotique complète de son voyage;

» *Monnaies d'Éthiopie*, article publié en 1868 dans la *Revue numismatique*;

» *Notice sur les langues de Kam*; publiée en 1872 par la Société philologique;

» *Observations relatives à la Physique du globe*, Ouvrage de 200 pages in-4°, où ont été réunies, avec la collaboration de M. Radau, les observations magnétiques faites au Brésil et en Éthiopie.

» Un phénomène qui a été l'objet de sa constante sollicitude est le déplacement absolu ou relatif de la verticale, soit qu'il s'agisse d'une modification de la gravité ou des mouvements de l'écorce terrestre. Après avoir tenté de faire cette étude au moyen de niveaux à bulle d'air très sensibles, il proposa, dès l'année 1852, de recourir au bain de mercure en observant les déplacements de l'image d'un objet fixe suffisamment éloigné. L'appareil fut réalisé dans la propriété d'Arragori (plus tard Abbadja), près Hendaye, où l'on creusa dans le rocher un puits profond de 10^m pour y descendre un bain de mercure, l'objet fixe étant placé verticalement au-dessus. Mais des infiltrations continuelles d'eau de pluie vinrent contrarier l'expérience et un nouveau dispositif dut être adopté. On bâtit un énorme massif en béton, s'élevant à 8^m au-dessus du terrain environnant; cylindrique à l'intérieur, il présentait au dehors une paroi légèrement conique. Un escalier, creusé dans le rocher, menait à 2^m au-dessous du sol, dans une cave soustraite aux infiltrations d'eau, et permettait d'arriver sous le cylindre pour visiter le bain de mercure.

» Les observations avaient lieu au sommet du cylindre où était fixé le repère consistant en une double croisée de fils métalliques. Afin de permettre à la maçonnerie de se tasser complètement, on attendit cinq ans

avant de commencer une suite d'observations. Celles-ci, qui consistaient essentiellement dans la mesure du déplacement de l'image du repère par rapport au repère lui-même, furent entreprises en 1867 et continuées jusqu'en 1872. On les interrompit pour surélever le massif de 2^m ; reprises en 1879, elles ont été prolongées jusqu'à ce jour.

» Une assez curieuse particularité est ressortie de ces observations. Au milieu de déplacements accidentels très variables et souvent très brusques, il a été possible de constater, en moyenne, un mouvement de la verticale périodique, comme celui de la marée, bien supérieur cependant en amplitude à l'oscillation théorique résultant de l'attraction des astres, oscillation trop faible, comme l'on sait, pour être accessible à nos mesures les plus délicates. Ce pouvait donc être l'arrivée du flot lui-même qui provoquait la déviation, par suite de l'attraction directe de la masse liquide soulevée au-dessus du niveau moyen le long de la côte voisine de l'observatoire. Mais l'effet calculé théoriquement dans ces conditions s'est trouvé inférieur de moitié à ce que fournissait l'observation. C'est un savant anglais bien connu, M. G. Darwin, qui a donné l'explication de cette apparente anomalie, en attribuant la déviation constatée, par moitiés égales, à l'attraction de la masse liquide et à la flexion du sol provoquée par son arrivée. M. Darwin, dont les relations amicales avec M. d'Abbadie ont été très suivies depuis cette vérification, considère qu'elle vient heureusement confirmer ses études relativement à l'élasticité de la croûte terrestre.

» En 1878, d'Abbadie fut nommé du Bureau des Longitudes, à la place vacante de Géographe.

» Il fit paraître, en 1880, le Dictionnaire de la langue Amarinna, Volume de 650 pages, publié sous les auspices de la Société philologique, dont il était le président.

» Nous lui devons d'avoir pu employer la Photographie pour l'observation du passage de Vénus, en 1882, car, après l'initiative qu'il prit de faire construire deux appareils héliophotographiques, la Commission du Passage se décida à entrer dans la même voie. Il dirigea personnellement l'une des missions de l'Académie des Sciences, celle de Port-au-Prince, dont les dépenses furent en partie acquittées par lui.

» Après son retour de Saint-Domingue, il entreprit, à l'âge de 75 ans, un nouveau voyage scientifique pour aller observer les éléments magnétiques terrestres en divers points du globe. Les étapes de cette expédition, dont il fit tous les frais, furent Athènes, Alexandrie, le Caire, Suez, Djeddah,

Massaoua, Hodeidah, Aden, Berbéra, Souakim, Assonan, Louqsor, Assiout, la grande Pyramide, Jérusalem, Constantinople, le Pirée, Naples et Rome.

» Malgré son grand âge d'Abbadie conservait toute son activité et trouvait le temps, au milieu des travaux scientifiques de l'observatoire de Hendaye, de publier en 1890, sous le titre : *Géographie de l'Éthiopie, ce que j'ai entendu faisant suite à ce que j'ai vu*, un Volume de 450 pages in-8° contenant le journal de ses observations détachées, les renseignements qu'il a recueillis pendant son voyage et ceux qu'il a pu obtenir de divers côtés, postérieurement à son retour. Un répertoire par ordre alphabétique facilite les recherches dans cet Ouvrage.

» L'Académie le nommait vice-président en 1891, et il occupa le fauteuil de la présidence l'année suivante.

» Sur l'initiative que prit d'Abbadie en 1895, le professeur Jäderin, de Stockholm, apporta en France l'appareil dont il est l'inventeur, pour mesurer, avec le colonel Bassot, la section méridionale de la base de Paris, d'une longueur de 3000^m environ. L'opération fut exécutée, aller et retour, en moins de deux jours devant les représentants des Services publics, convoqués pour la circonstance.

» A la fin de cette même année, d'Abbadie fit don à l'Académie des Sciences de la nue propriété de son domaine de Hendaye et d'une fraction importante de sa fortune. Le château d'Abbadia occupe une position dominante entre les Pyrénées et l'Océan. Il abrite un observatoire complet dont fait partie la nadirane précédemment mentionnée; certains détails d'architecture et la disposition des pelouses environnantes sont subordonnés au travail astronomique, mais la Science n'a rien de rébarbatif dans ce merveilleux site. On sait que d'Abbadie était un partisan convaincu des mesures décimales; il a résolu d'une manière originale dans son observatoire le problème souvent agité de la division du temps en faisant battre aux deux pendules qui s'y trouvent la quatre-vingt-millième partie du jour sidéral, c'est-à-dire un peu plus que la seconde. Chaque oscillation valant une demi-division du cadran partagé en cent parties, une demi-minute de grade en d'autres termes, il y a identité entre la division du jour et celle du cercle.

» D'Abbadie séjournait ordinairement six mois de l'année à son observatoire pour diriger les travaux dont il a demandé à l'Académie d'assurer, après lui, l'exécution. Il s'y trouvait encore au commencement de janvier 1896, quand l'Académie reçut l'annonce officielle de sa donation, et il y fut honoré de la visite du Bureau, venu pour lui présenter les remerci-

ments de la Compagnie. Dans la séance du 27 janvier 1896, le Président rendit compte de sa mission et remit à d'Abbadie, de retour parmi ses Confrères, la médaille Arago, l'une des plus hautes récompenses de l'Académie.

» Sa santé déclina visiblement dans le courant de l'hiver; il se plaignait surtout d'une extinction de voix irréductible par les remèdes ordinaires. Il partit pour Abbadia dans le courant de juin, espérant retrouver sur le bord de la mer un milieu plus favorable. Cet espoir, que sa robuste constitution permettait de concevoir, fut malheureusement déçu. Il était plus malade et presque aphone à son retour à Paris, en janvier 1897. Rien cependant ne paraissait changé dans ses habitudes, et il assistait encore à la séance de l'Académie du 15 mars et à celle du Bureau des Longitudes du 17. C'est dans la nuit du 19 au 20 mars que la mort est venue le surprendre.

» Par sa volonté expresse, ses restes furent transportés à Abbadia, sans qu'aucune cérémonie permit aux nombreux amis et admirateurs qu'il comptait de se réunir autour de son cercueil.

» Son œuvre scientifique lui survivra et, ce qui vaut mieux encore, il laissera le souvenir d'un homme foncièrement bon. D'une rare modestie, il n'a brigué dans sa vie qu'un seul honneur, celui d'appartenir à l'Académie. Ceux qui l'ont élu ont déclaré n'avoir jamais vu candidat plus réservé. Mais, s'il ne savait rien demander pour lui-même, il était très dévoué à faire rendre justice aux autres et ne s'épargnait pas pour ceux qu'il jugeait dignes de son attention.

» Le désir qu'il a exprimé relativement au travail astronomique d'Abbadia est satisfait, car les observations sont poursuivies aujourd'hui par un prêtre oratorien aussi dévoué qu'intelligent, qu'il a pu encore former à son école dans la dernière année de sa vie. »

OPTIQUE. — *Sur quelques résultats nouveaux relatifs au phénomène découvert par M. le D^r Zeeman.* Note de M. A. CORNU.

« Des perfectionnements successifs apportés à l'observation du phénomène découvert par M. le D^r Zeeman m'ont conduit à quelques résultats en désaccord avec les observations primitives et susceptibles de modifier les idées émises sur le mécanisme de ce phénomène.

» La disposition générale de l'expérience est celle que j'ai décrite pré-

cédemment : la source lumineuse (flamme oxhydrique chargée de vapeurs salines, étincelle d'induction, etc.) est placée entre les deux pôles d'un fort électro-aimant et l'image de cette source est projetée sur la fente d'un appareil spectral à grande dispersion muni des dispositifs biréfringents nécessaires.

» 1. OBSERVATION DANS LE SENS DES LIGNES DE FORCES. — Les conclusions primitives relatives au dédoublement du faisceau de lumière naturelle en deux faisceaux circulaires subsistent entièrement (1).

» Mais les mesures micrométriques ont montré que l'amplitude de ce dédoublement ne dépend pas exclusivement de la longueur d'onde de la radiation observée : on peut résumer ainsi l'ensemble des observations.

» *L'action du champ magnétique sur la période vibratoire des radiations d'une source lumineuse paraît dépendre non seulement de la nature chimique de la source, mais aussi de la nature du groupe de raies spectrales auquel appartient chaque radiation et du rôle qu'elle joue dans ce groupe.*

» Il reste donc peu d'espoir d'exprimer la grandeur du dédoublement magnétique des raies d'un même spectre par une simple fonction de la longueur d'onde, ainsi qu'on avait pu l'espérer au début (2).

» C'est d'ailleurs ce point de vue de l'existence de différences essentielles existant parmi les raies d'un même spectre, différences reconnues déjà dans diverses circonstances (raies spontanément renversables (3), groupes hydrogéniques (4), etc.) qui m'a engagé à poursuivre l'étude minutieuse du phénomène de Zeeman comme offrant une voie nouvelle susceptible de mettre en évidence ces familles de raies que les apparences optiques font déjà soupçonner.

» Effectivement l'observation de groupes bien connus par leur succession géométrique régulière révèle, sous l'action du magnétisme, des anomalies analogues à leur inégale facilité de renversement spontané.

» Ainsi le groupe *b* du magnésium observé par vision directe, le groupe des trois raies bleues du zinc enregistré par clichés photographiques montrent que le dédoublement magnétique de leurs composantes va en diminuant suivant une loi rapide avec la réfrangibilité, bien que la longueur d'onde varie d'une quantité insignifiante de l'une à l'autre.

(1) A. CORNU, *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 555.

(2) H. BECQUEREL, *loc. cit.*, p. 679.

(3) A. CORNU, *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 332.

(4) A. CORNU, *Comptes rendus*, t. C. p. 1181.

» Contrairement à ce que les expériences de MM. Egoroff et Georgiewski pouvaient faire présumer, c'est la raie la plus facilement renversable qui donne ici le moindre dédoublement.

» 2. OBSERVATIONS DANS LA DIRECTION NORMALE AUX LIGNES DE FORCE. — Le résultat principal, obtenu dans ce cas, modifie profondément sur un point important les conclusions primitives de MM. Zeeman et Lorentz.

» 1° Sous l'influence du champ magnétique dans la direction normale aux lignes de force, une raie spectrale unique devient QUADRUPLÉ (et NON TRIPLE comme on l'avait annoncé primitivement). Les deux raies extrêmes sont polarisées parallèlement aux lignes de force, les deux raies intermédiaires perpendiculairement à cette direction.

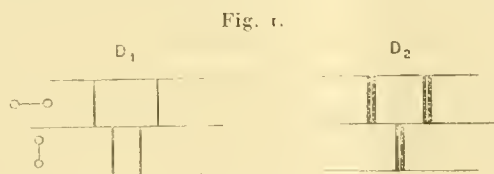
» 2° Le quadruplet ainsi formé est symétrique par rapport à la raie primitive et l'écart des deux raies de même polarisation est sensiblement proportionnel à l'intensité du champ magnétique (1).

» C'est le perfectionnement de l'appareil optique, bien plutôt que l'accroissement du champ magnétique, qui m'a permis d'effectuer le dédoublement de la raie médiane du triplet de Zeeman : ce dédoublement a dû déjà être aperçu par divers observateurs ; mais l'imperfection des images l'aura fait confondre avec un simple renversement.

» D'ailleurs, il est le plus souvent très petit et en tout cas très inégal suivant les radiations choisies, même dans des groupes très serrés.

» L'exemple le plus frappant et le plus facile à observer est celui que fournit le groupe D, D₂ du sodium.

» La raie D₁ (fig. 1) la plus fine et la moins réfrangible des deux, se



transforme en un quadruplet bien visible, car les deux raies médianes offrent un écartement moitié de celui des deux extrêmes. La raie D₂, plus large,

(1) J'ai constaté également que, pour les champs magnétiques égaux, la distance des deux raies polarisées parallèlement aux lignes de force est sensiblement égale à la distance des raies polarisées circulairement ; mais la précision des mesures optiques ou magnétiques est encore trop imparfaite pour pouvoir démontrer cette égalité avec certitude.

plus facilement renversable, devient un triplet, parce que la raie médiane reste simple; cette composante médiane laisse, il est vrai, supposer l'existence d'une légère ligne noire au milieu de sa largeur; mais, comme les deux autres composantes, de polarisation inverse, offrent la même apparence, le dédoublement reste indécis. Ainsi la différence essentielle de nature entre D_1 et D_2 , décelée depuis longtemps par leur inégale facilité de renversement spontané, est accusée ici par un caractère singulièrement net, à savoir l'inégale séparation des seules composantes médianes: cette séparation est très grande dans D_1 , très faible dans D_2 ; au contraire, la distance des composantes extérieures est sensiblement la même dans les deux. N'est-on pas en droit de penser que l'action du champ magnétique atteint une particularité des plus intimes du mécanisme de la genèse des radiations?

» Le groupe b du magnésium, composé de trois raies b_1, b_2, b_3 (¹), est également instructif: on s'attendait à voir la raie la plus fine se transformer en quadruplet; il n'en est rien, elle devient un simple triplet; l'intermédiaire b_2 , au contraire, se divise nettement en quatre: la première b_1 , la plus facilement renversable, se sépare également en un quadruplet, mais elle est trop diffuse pour que le phénomène soit aussi net.

» La raie verte du thallium est aussi trop large pour bien montrer le dédoublement de la raie médiane.

» La raie verte (n° 4) du cadmium se divise également en quatre, mais il faut un champ magnétique intense pour bien voir cette subdivision.

» Si l'on pouvait douter, d'après les seules observations effectuées dans la direction des lignes de force de l'action spécifique du champ magnétique sur les radiations émises, les résultats précités obtenus dans la direction normale à ces lignes lèvent tous les doutes. Il n'y a d'ailleurs à craindre aucune erreur provenant d'un imparfait réglage du dispositif optique; en effet, dans la direction normale aux lignes de force on n'utilise, comme appareil séparateur, qu'un simple rhomboïde de spath d'Islande. Quant au champ magnétique dont l'uniformité n'est jamais parfaite, je me suis assuré (en donnant aux pièces polaires les formes les plus diverses) que, si l'intensité moyenne du champ varie suivant la configuration de ces pièces, la distance relative des composantes du *quadruplet* reste inaltérée; le phénomène ne dépend donc pas d'une disposition particulière des surfaces équipotentielles du champ (²).

(¹) Dans le groupe b du spectre solaire la raie b_3 appartient au nickel.

(²) A cette occasion j'ai trouvé une méthode très curieuse pour rendre *visibles* les

» On pourrait enfin objecter, non sans quelque raison, que la faiblesse des déviations obtenues jusqu'ici rend très incertaine l'interprétation des images. Mais, dans mes expériences, cette objection n'est pas applicable; grâce à diverses précautions résultant d'essais successifs, j'obtiens des images extrêmement lumineuses et fines séparées par des intervalles obscurs bien délimités (1).

» J'arrive à ce résultat par l'emploi de l'excellent réseau plan qui m'a servi aux études de Spectroscopie solaire (2) et que je dois à l'amabilité de M. le Professeur Rowland; j'ai pu constituer un spectroscopie à grande dispersion (3) où le spectre du troisième ordre est particulièrement brillant, de sorte que les déviations atteignent une amplitude relativement considérable. Voici les nombres obtenus dans une observation faite avec un champ magnétique d'environ 13 000 unités C.G.S.

surfaces équipotentiels magnétiques au voisinage des pièces polaires dans les champs très intenses; je ne sais si elle est connue, elle est en tout cas fort commode. Elle consiste à faire éclater dans le champ à explorer l'étincelle (non condensée) d'une forte bobine d'induction entre deux électrodes métalliques assez écartées; le trait de feu n'est pas dévié, mais l'auréole violette est *soufflée*; elle s'épanouit d'un côté seulement, suivant une nappe lumineuse striée en courbes concentriques, qui épouse sensiblement la forme de la surface équipotentielle passant par le point où se fait la décharge, et elle offre une aire d'autant plus grande que l'intensité du champ y est plus grande.

Cette nappe change de côté lorsqu'on inverse le sens du courant inducteur ou celui des lignes de force.

Avec des électrodes facilement volatilisables (thallium, sodium métallique, etc.) le phénomène est particulièrement brillant.

Si l'on rapproche beaucoup les électrodes, une seconde nappe, symétrique mais plus étroite, apparaît de l'autre côté, l'ensemble formant un papillon à ailes inégales; elle est due évidemment à la décharge du courant induit direct, à basse tension.

(1) En particulier les raies D_1 D_2 de la soude s'obtiennent en réglant la proportion et la pression des gaz oxydriques sur un globule de verre à la soude: avec un peu d'habitude on arrive à obtenir à volonté toutes les apparences spectrales connues, raies pâles et diffuses, raies brillantes et nettes, avec ou sans renversement.

Dans l'étincelle d'induction jaillissant entre deux pôles de sodium métallique, le métal ne s'enflamme pas, même avec une forte décharge condensée; mais les raies sont larges et renversées et l'on peut voir le quadruplet sombre sur fond brillant.

(2) *Ann. de Chimie et de Physique*, 6^e série, t. VII, p. 5.

(3) *Journal de Physique*, 2^e série, t. II, p. 53. Le spectroscopie décrit dans cet article donnait déjà de très bons résultats; mais en remplaçant le prisme de flint par le réseau la netteté s'est considérablement accrue.

| | |
|--|-------------------------------|
| Distances des raies extérieures du quadruplet D_1, \dots | $0,54$ du micromètre oculaire |
| Distances des raies intérieures du quadruplet D_1, \dots | $0,26$ |
| Distances des raies D_1, D_2 à l'état naturel. | $3,61$ |

» Le pas de la vis du micromètre est d'un demi-millimètre.

» La plus grande distance des composantes séparées par l'action magnétique atteint donc presque $\frac{1}{6}$ de la distance des raies D_1, D_2 .

» *Remarque.* — Ce quadruplement inattendu de la période vibratoire d'une source monochromatique, normalement aux lignes de force, contrarie au premier abord la simplicité de l'interprétation cinématique si élégante de la formation du triplet, qui conduisait à conclure que l'amplitude vibratoire des radiations n'était pas modifiée dans le sens des lignes de force. Mais, à la réflexion, je me suis convaincu que la nouvelle donnée expérimentale, devant laquelle il faut s'incliner, s'accorde néanmoins parfaitement avec l'idée qu'on doit se faire d'une ligne de force magnétique, laquelle est définie par un *vecteur* ou *quantité dirigée*; les propriétés du système complexe qu'elle représente dépendent donc du sens dans lequel elle est portée. Or, l'amplitude vibratoire est aussi une quantité dirigée : il est donc naturel que l'influence réciproque de deux éléments parallèles, caractérisés tous deux par des vecteurs, puisse être de deux sortes suivant que les vecteurs en jeu sont de même signe ou de signe contraire. C'est évidemment un argument un peu abstrait, mais qui n'en impose pas moins une condition nécessaire. L'effet résultant peut être nul ; c'est ce qui résultait des observations imparfaites du début ; mais, n'étant pas nul, il a nécessairement deux valeurs égales et de signe contraire ; c'est justement ce que constatent les nouvelles observations, à savoir une variation de période symétrique de part et d'autre de la période primitive.

» Si l'interprétation cinématique du phénomène devient un peu plus complexe, elle acquiert une symétrie très suggestive relativement à la constitution du champ magnétique :

» *Comme les composantes vibratoires normales aux lignes de force, la composante parallèle à cette direction est dédoublée : les périodes des deux parties sont altérées de quantités respectivement égales, de lignes contraires et proportionnelles à l'intensité du champ.*

» En résumé, on voit combien de questions importantes, au point de vue des relations de l'électricité avec la lumière, soulèvent ces nouvelles expériences. Bien que les observations soient très délicates et encore fort incomplètes, j'ai cru devoir les faire connaître, me réservant de les poursuivre lorsque les moyens d'action dont j'espère disposer me permettront d'accroître encore la grandeur des effets et, par suite, la précision des mesures. »

Observations de M. HENRI BECQUEREL, relatives à la Communication précédente.

« A la suite de la Communication de M. Cornu, M. Henri Becquerel fait observer que s'il existe, comme il le pense, une relation entre la grandeur du phénomène de Zeeman et la longueur d'onde de la lumière, cette fonction doit être recherchée en étudiant des radiations ayant une relation commune d'origine; telles sont, par exemple, les lignes qui, dans divers spectres métalliques, suivent la loi de répartition des lignes de l'hydrogène. Une relation de la nature de celle qu'il a indiquée (1) est vraisemblablement affectée d'un coefficient spécifique pour chaque corps, et même pour chaque système de raies lumineuses répondant à des modes particuliers de vibration de la source.

» Les inégalités que M. Cornu signale aujourd'hui dans le triplet du magnésium pourraient être attribuées à une influence du champ magnétique sur le mouvement moléculaire avant que celui-ci fût transmis à l'éther ambiant. Mais les expériences dont M. Cornu vient de rendre compte ne paraissent pas jusqu'ici contraires aux tentatives d'interprétation cinématique rappelées plus haut. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la séparation et le dosage de l'iode, du brome et du chlore.* Note de M. AD. CARNOT.

« On a déjà proposé bien des méthodes pour le dosage de ces trois corps dans un mélange de sels haloïdes. Si je me décide à en présenter encore une nouvelle, c'est parce qu'elle me semble réunir des qualités de simplicité, de rapidité et d'exactitude, que l'on ne trouve pas ensemble dans les méthodes antérieures.

» J'ai d'ailleurs utilisé les excellentes indications données par Frésenius (2) pour le dosage de l'iode, et j'ai mis à profit quelques observations de M. Dechan (3) et de M. Baubigny (4), relativement au brome.

(1) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 679.

(2) FRÉSENIUS, *Tr. d'anal. chim. quant.*, 6^e édit. française, p. 406.

(3) *Chémic. Soc.*, t. XLIX, p. 682; *Bull. de la Soc. chim.*, t. II, p. 331; 1887.

(4) *Comptes rendus*, 2 nov. 1897, t. CXXV, p. 654.

» La méthode est fondée sur les réactions suivantes : dans un mélange de chlorures, de bromures et d'iodures en dissolution, l'acide sulfurique chargé de vapeurs nitreuses peut déplacer entièrement l'iode à froid, sans agir en aucune manière sur les acides chlorhydrique et bromhydrique ; l'iode peut être alors entièrement dissous et enlevé par le sulfure de carbone. En ajoutant de l'acide sulfurique et de l'acide chromique, on n'isole le brome que très partiellement à froid, mais on peut réussir à l'isoler entièrement en chauffant au voisinage de 100° pendant une demi-heure à une heure, puis laissant refroidir et dissolvant par le sulfure de carbone. Il n'y a mise en liberté, dans l'un ni l'autre cas, d'aucune trace de chlore ; le dosage de ce corps peut être fait ensuite par l'azotate d'argent.

» Quant à l'iode, il est dosé volumétriquement par l'hyposulfite de sodium ajouté dans le sulfure de carbone jusqu'à décoloration exacte ; pour le brome, on opère de même, en ajoutant d'abord de l'iodure de potassium, puis faisant disparaître exactement la coloration violette donnée par l'iode libre au moyen de l'hyposulfite en solution titrée.

» Une série d'expériences faites sur les proportions les plus variées de chlorure, de bromure et d'iodure ont montré la précision des résultats, moyennant l'observation des précautions qui vont être indiquées.

» 1^o *Iode*. — La solution neutre des sels, étendue à un volume de 200^{cc} environ, est introduite dans un entonnoir à boule de 350^{cc} à 400^{cc} de capacité, bien fermé, à la partie supérieure, par un bouchon à l'émeri et, à la partie inférieure, par un robinet de verre, à parois assez peu épaisses pour ne pas risquer de se fendre lorsqu'on les chauffe au bain-marie.

» On fait tomber dans la solution froide une dizaine de gouttes d'acide sulfurique saturé de vapeurs nitreuses (produites par la réaction de l'acide azotique concentré sur l'amidon), puis on verse de 10^{cc} à 15^{cc} de sulfure de carbone pur.

» On fixe le bouchon de verre et l'on agite vigoureusement et à plusieurs reprises ; on laisse alors le sulfure de carbone se réunir, on agite un peu pour faire tomber au travers du liquide les petites gouttelettes de sulfure qui sont restées attachées aux parois de la boule. Le sulfure de carbone est coloré en violet foncé, s'il y a une quantité notable d'iode, en violet clair ou en rose, s'il y en a très peu ; il se distingue très aisément de la solution aqueuse, et remplit la partie inférieure de la boule et le tube fin jusqu'au robinet de verre. On ouvre doucement le robinet et l'on fait écouler le sulfure coloré sur un filtre de papier préalablement mouillé d'eau, on ferme le robinet au moment où la solution aqueuse s'y présente. On ajoute

de nouveau 10^{cc} environ de sulfure de carbone et l'on agite comme précédemment ; le réactif n'est, en général, coloré que très faiblement par l'iode ; on fait tomber encore trois ou quatre gouttes d'acide sulfurique nitreux et, après nouvelle agitation, qui ne doit produire aucun changement de teinte, si la première opération a été bien conduite, on laisse rassembler et l'on fait écouler le sulfure de carbone sur le même filtre, qu'on préserve de l'évaporation par une plaque de verre.

» L'introduction de 2^{cc} ou 3^{cc} de sulfure de carbone et d'une ou deux gouttes d'acide sulfurique nitreux permet de recueillir les fines gouttelettes de sulfure qui peuvent être restées à la surface du liquide, de s'assurer que le déplacement de l'iode est complet et de balayer la petite quantité de sulfure faiblement coloré, contenue dans la voie du robinet de verre.

» Le sulfure de carbone, réuni sur le filtre mouillé, est bien lavé à l'eau froide. Les premières eaux seules sont recueillies et ajoutées au liquide aqueux de la boule de verre pour la suite de l'analyse. En perçant le filtre, on fait passer le sulfure de carbone dans une petite fiole, fermée à l'émeri, avec 30^{cc} environ d'une solution à $\frac{1}{2}$ pour 100 de bicarbonate de sodium. On verse alors, au moyen d'une burette graduée, une solution d'hyposulfite de sodium titrée (décinormale ou centinormale) jusqu'à décoloration complète du sulfure de carbone. On agite vigoureusement après chaque addition du réducteur. Le phénomène est très net et l'exactitude des résultats est aussi complète que possible, non seulement en présence des chlorures, ainsi que l'avait observé Frésenius, mais aussi en présence des bromures.

» 2^o *Brome*. — Pour doser le brome, on verse dans la boule de verre à robinet quelques centimètres cubes d'acide chromique à 10 pour 100 et 3 à 4^{cc} d'acide sulfurique étendu de son volume d'eau ; on met aussitôt le bouchon à l'émeri et l'on ferme solidement la boule, qu'on place et qu'on laisse flotter dans un bain-marie à 100° pendant une demi-heure à une heure. On la sort alors et on la laisse refroidir entièrement, puis on introduit du sulfure de carbone et l'on procède, comme je l'ai expliqué pour l'iode, par trois épuisements successifs. Le sulfure de carbone est reçu sur un filtre mouillé, puis lavé à l'eau froide, jusqu'à ce que celle-ci ne présente plus d'acidité.

» On fait alors tomber le sulfure dans un flacon à l'émeri, où l'on ajoute un peu d'iodure de potassium en dissolution et 30^{cc} de bicarbonate de

sodium. On agite vigoureusement à plusieurs reprises. Le brome déplace une proportion équivalente d'iode qui, devenu libre, donne au dissolvant une coloration violette beaucoup plus visible que ne l'était la teinte jaune brun produite par le brome. La détermination de l'iode se fait, comme précédemment, par l'hyposulfite de sodium titré et l'on n'a plus, pour connaître le poids correspondant du brome, qu'à multiplier le poids de l'iode par le coefficient $\frac{8.0}{127}$.

» 3° *Chlore*. — La solution acide, dont on a enlevé l'iode et le brome et à laquelle on a réuni les premières eaux de lavage, est versée dans un vase à précipitation, étendue d'eau à 500^{cc} environ, additionnée d'azotate d'argent, puis chauffée de façon à rassembler le chlorure. Le précipité se trouve coloré par un peu de chromate d'argent; pour le purifier, on décante la liqueur après refroidissement et on la remplace par un peu d'eau chaude légèrement azotique; on laisse encore refroidir et on lave par décantation. Le chlorure d'argent, devenu complètement blanc, est reçu sur un filtre taré, puis séché et pesé avec les précautions habituelles.

» Le dosage du chlore est, des trois, celui auquel on attache le moins d'importance dans la plupart des cas. Au lieu d'opérer comme je viens de le dire, on pourra presque toujours se contenter d'un dosage par différence, qu'un procédé volumétrique permet d'obtenir rapidement de la façon suivante :

» On peut opérer sur la solution privée d'iode, provenant de la première opération, et en faire deux portions : l'une est traitée en vue du dosage du brome, comme il vient d'être dit; l'autre est précipitée par une quantité mesurée d'azotate d'argent titré, on détermine ensuite l'excès d'argent en se servant de sulfocyanure comme solution titrée et d'alun de fer comme indicateur; d'après le dosage du brome, on sait la quantité d'azotate d'argent qu'il a consommée et, par différence, on calcule aisément le chlore.

» On peut aussi, surtout si les chlorures sont en proportion beaucoup plus grande que les iodures et bromures, ne prendre que $\frac{1}{10}$ ou $\frac{1}{50}$ de la solution neutre primitive, y ajouter du chromate de potassium comme indicateur et verser, avec la burette graduée, de l'azotate d'argent titré jusqu'à apparition de la teinte rouge du chromate. Retranchant alors de l'azotate d'argent employé celui qui correspond à l'iode et celui qui correspond au brome, on a celui qui a été précipité par le chlore.

» Le chlore se trouve donc facilement dosé par l'un de ces procédés.

» Le Tableau suivant, montrant les résultats d'une série d'essais faits sur

des proportions importantes ou, au contraire, très faibles de chacun des trois corps, permettra d'apprécier la précision à laquelle on arrive couramment par cette méthode.

| Proportions mises en expérience. | | | | | | Hyposulfite employé pour | | Pesé | Élément retrouvé. | | |
|----------------------------------|----------|-----------|-------|-------|-------|--------------------------|------|--------|-------------------|-------|------|
| Iodure. | Bromure. | Chlorure. | Io. | Br. | Cl. | Io. | Br. | Ag Cl. | Io. | Br. | Cl. |
| mgr | mgr | mgr | mgr | mgr | mgr | cc | cc | mgr | mgr | mgr | mgr |
| 200 | 100 | 200 | 153,0 | 67,2 | 95,2 | 22,3 | 15,2 | 380 | 152,5 | 65,3 | 94,0 |
| 100 | 100 | 100 | 76,5 | 67,2 | 47,6 | 11,2 | 15,4 | » | 76,6 | 66,2 | » |
| 100 | 200 | 100 | 76,5 | 134,4 | 47,6 | 11,2 | 31,0 | 192 | 76,6 | 133,3 | 47,5 |
| 20 | 40 | 200 | 15,3 | 26,9 | 95,2 | 2,2 | 6,3 | » | 15,0 | 27,1 | » |
| 5 | 50 | 200 | 3,8 | 33,6 | 95,2 | 0,6 | 7,8 | » | 4,1 | 33,5 | » |
| 1 | 100 | 600 | 0,8 | 67,2 | 285,6 | 0,1 | 15,3 | » | 0,7 | 65,8 | » |
| » | 20 | 500 | » | 13,4 | 238,0 | » | 3,1 | » | » | 13,3 | » |
| » | 10 | 200 | » | 6,7 | 95,2 | » | 1,5 | » | » | 6,4 | » |
| » | 5 | 200 | » | 3,4 | 95,2 | » | 0,7 | » | » | 3,0 | » |
| » | 1 | 200 | » | 0,7 | 95,2 | » | 0,1 | » | » | 0,4 | » |
| 100 | 100 | 20 | 76,5 | 67,2 | 9,5 | 11,2 | 15,5 | 39 | 76,6 | 66,6 | 9,6 |
| 100 | 100 | 5 | 76,5 | 67,2 | 2,4 | 11,2 | 15,6 | 10 | 76,6 | 67,1 | 2,5 |

» Pour une simple *recherche qualitative* de faibles quantités d'iode et de bromure, en présence d'un grand excès de chlorure alcalin, on peut recommander la marche suivante :

» 1° Séparer l'iode dans un peu de la solution neutre par l'acide sulfurique nitreux et le rassembler dans quelques gouttes de sulfure de carbone. La coloration violette ou rose est extrêmement sensible.

» 2° L'iode ayant été éliminé, ajouter à la liqueur, placée dans un petit ballon, un peu d'acide chromique et d'acide sulfurique, puis chauffer jusqu'à ébullition, en plaçant à l'ouverture un papier jaune à la fluorescéine, dont M. Baubigny a fait connaître la préparation et la sensibilité pour des traces de brome. Les plus faibles quantités de brome seront révélées par la teinte rose caractéristique. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE. — *Sur le Système de l'heure décimale, les divisions du jour et du cercle, et la Table géographique.* Mémoire de M. HENRI DE SARBAUTON, présenté par M. Ad. Carnot. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

« La révolution de la Terre autour de son axe, exprimée en temps, est un jour; exprimée en degrés, une circonférence. Dès lors, il est rationnel de donner une même mesure au jour et à la circonférence.

» La division du jour en 24 heures, consacrée par un usage immémorial, étant en même temps la meilleure possible au point de vue mathématique, doit servir de norme à la division du cercle.

» Le cercle doit donc être divisé en 24 heures ou 240 degrés. Cette division est la seule capable de faire disparaître la dualité regrettable des divisions en 360° et en 400^s.

» Dans le système de l'*Heure décimale*, appellation que justifie cet exposé, le jour et le cercle, complètement assimilés, sont divisés en 24 heures, désignées par la lettre *h*. L'heure est divisée en 10 degrés, désignés par la lettre *d*. Le degré est divisé en 10 minutes, désignées par la lettre *m*. Les sous-multiples décimaux de la minute se désignent par le rang qu'ils occupent après la virgule. Ainsi, 0^m,1 est une prime; 0^m,01 est une seconde; 0^m,001 est une tierce, et ainsi de suite.

» Lorsque, par exception, ces unités secondaires sont employées comme unités principales, on les désigne par un nombre de points correspondant à leur numéro d'ordre. Ainsi, 1ⁱⁱⁱ représente une sixte, millionième partie de la minute, dix-millionième partie du degré et cent-millionième partie de l'heure.

» Les chiffres situés après la virgule doivent être toujours en nombre pair; pour qu'il en soit ainsi, on ajoute un zéro s'il est nécessaire. On les réunit deux par deux dans l'énonciation. Ainsi, 3^h, 25^d40 s'énonce: 3 heures, 25 minutes, 40 secondes. De même, 6^d, 1472 s'énonce: 6 degrés, 14 primes, 72 tierces.

» Il résulte de ces conventions que, les heures et les minutes étant généralement les unités employées pour mesurer le temps, tandis que le

degré est l'unité généralement employée pour mesurer les angles, généralement aussi, les nombres horaires se distingueront des nombres angulaires. Les sous-multiples de rang pair (minutes, secondes) appartiennent aux premiers, tandis que les sous-multiples de rang impair (degrés, primes, tierces) appartiennent aux seconds, sans que, cependant, le principe de l'assimilation du jour et du cercle soit infirmé en rien.

» Il en résulte aussi que cette anomalie, qui fait actuellement désigner par les mêmes termes, minute, seconde, des quantités d'ordre différent, disparaît de la Science.

» J'ai appliqué ce système au calcul d'une *Table géographique*, dans laquelle on trouvera, pour chaque degré de latitude, la longueur de l'arc de méridien compté à partir de l'équateur et la longueur de l'arc de parallèle correspondant à 10^d.

» Les latitudes sont comptées de 0 à 60^d de l'équateur au pôle, les latitudes positives appartenant à l'hémisphère boréal et les latitudes négatives à l'hémisphère austral.

» Les longitudes sont comptées de 0 à 240^d, de l'est à l'ouest, dans le sens du mouvement apparent du Soleil et à partir d'un premier méridien, que je détermine en plaçant le 140^e degré exactement au point remarquable le plus occidental de l'ancien continent, c'est-à-dire au phare des Almadies, dans la presqu'île du cap Vert.

» La longitude de l'Observatoire de Paris devient alors 126^d,7563; celle de l'observatoire de Greenwich, 128^d,3145; celle du cap du Prince de Galles, dans le détroit de Béring, approximativement 0^d,32, angle qui, à la latitude de Béring, représente environ 22^{km}.

» Les azimuts ou relèvements sont comptés de 0 à 240^d à partir du sud en passant par l'ouest (notation du Service géographique de l'armée).

» On peut aussi les compter de 0 à 60^d, à partir de la ligne nord-sud, en affectant du signe + les azimuts situés dans le premier et le troisième quadrans et du signe — les azimuts situés dans le deuxième et le quatrième. Les quadrans sont comptés à partir du nord en allant vers l'est (sens des aiguilles d'une montre).

» Dans cette dernière notation, en appelant G le plus grand azimut (en valeur relative), M l'azimut de valeur moyenne, P le plus petit azimut, les trois angles d'un triangle plan, dans lequel on connaît les azimuts des côtés, sont donnés par les formules :

$$[G - M], \quad [M - P], \quad [180 + P - G].$$

» La Table géographique, établie d'après les principes et les conventions que je viens d'exposer, permet de résoudre rapidement, et par les formules les plus simples de la Trigonométrie rectiligne, des problèmes qui, sans son secours, seraient très ardues et dont quelques-uns nécessiteraient l'emploi de la Trigonométrie sphérique et même du Calcul intégral.

» En employant les nombres tout calculés qu'elle fournit, on tracera aisément les méridiens et les parallèles d'une Carte à une échelle quelconque, on calculera la distance de deux points donnés par leurs coordonnées géographiques, les azimuts des divers éléments de cette ligne, etc.

» La Table est fondée sur ce principe, que deux éléments de l'ellipsoïde terrestre, la grande normale (N) et le développement du degré sur le méridien (Dm), croissent d'une manière sensiblement proportionnelle à la latitude (L) entre des repères espacés de degré en degré.

» Le Mémoire, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, renferme, avec la Table géographique, des exemples d'applications au calcul de la loxodromie et de l'orthodromie entre deux points de la surface terrestre.

» On ne s'étonnera pas que l'*heure décimale*, qui n'a pas encore trois ans d'existence, ne possède pas son outillage scientifique complet. La *montre décimale*, le *chronographe décimal* sont déjà, il est vrai, de construction courante. Mais il n'existe pas encore de *Tables de logarithmes* de la nouvelle division. Cette lacune sera bientôt comblée : M. Lebègue, éminent mathématicien de Bruxelles, et son collaborateur, M. Maurice Méry, calculent actuellement des *Tables des fonctions circulaires de la division en 240^d*. Mais, en attendant que ces Tables soient publiées, on doit se servir des Tables existantes, et, par conséquent, convertir les degrés nouveaux, soit en degrés sexagésimaux, soit en grades. Pour faciliter cette conversion, je joins à la Table géographique une petite Table qui permet de transformer aisément les d décimaux en degrés sexagésimaux et réciproquement. En ce qui concerne la conversion en grades, une Table n'est pas nécessaire. On convertit les d en grades en multipliant par $\frac{5}{3}$ et les grades en d en multipliant par $\frac{3}{5}$. »

M. E. PAIX adresse une Note relative à un instrument géodésique, « L'opérateur rapide », pour levés de plans, nivellements, tracés d'épures, etc.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

(195)

M. A. BAUDOÛN adresse une Note « Sur la cause du mouvement obtenu dans le radiomètre exposé à la lumière ».

(Commissaires : MM. Lippmann, Violle.)

M. CASSEDEBAT adresse une Note « Sur un corps simple gazeux, sécrété par le *Bacterium coli commune* ».

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. CH. SIBILLOT adresse une Note relative à la faculté d'orientation chez les pigeons voyageurs.

(Commissaires : MM. Milne-Edwards, Marey.)

M. CHANTRON adresse un complément à sa Communication « Sur le vol des oiseaux ».

(Commissaires : MM. Marey, Violle.)

M. SOULHAGON adresse diverses Communications relatives à la Navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. J. BERTRAND informe l'Académie que M. *Schiaparelli*, Correspondant de la Section d'Astronomie, dont la mort avait été annoncée, vient de lui écrire pour démentir lui-même cette nouvelle.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume de M. *Orlof*, écrit en langue russe, et relatif aux améliorations apportées à la fabrication des papiers d'État.

MM. ANDRÉ, BEAUREGARD et BOULARD, BLONDEL, D^{ns} BOSCH et VEDEL, BRILLIÉ, CONTREMOULINS, DELEZENNE, J. ERIKSSON, FABRE-DOMERGUE, FABRY, FLAHAULT, D^r GAUCHER, GOSSELET, GUINARD, HALLER, LEBEAU,

LÉNART, LIOUVILLE, MARIE et RIBAUT, OHLERT, PETTIT, PRUYOT, D^r RÖNTGEN, PAUL SABATIER, SAPPIN-TROUFFY, V. THOMAS, D^r TISSIÉ, J. VALLOT adressent des remerciements à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE. — *Occultation des Pléiades par la Lune, le 3 janvier 1898, observée à l'équatorial de la tour de l'ouest de l'Observatoire de Paris*, par M. G. BIGOURDAN. Communiqué par M. M. Lœwy.

« Les immersions ont eu lieu au bord obscur de la Lune, bord qui était totalement invisible; les émerSIONS ont eu lieu au bord brillant. Toutefois, pour 20 Taureau, immersion et émerSION ont eu lieu au bord brillant (voir les *Remarques*).

» Le ciel, d'abord très brumeux, ne laissait plus grand espoir, quand il s'est découvert presque subitement quelques minutes avant la première immersion. Dans la suite, il a été souvent assez brumeux pour empêcher d'observer quelques étoiles plus faibles que la grandeur 6,5, et dont l'observation avait été préparée; mais on a constamment vu les étoiles dont la *Connaissance des Temps* donne les heures d'occultation.

» L'ouverture libre de la lunette est de 0^m,305 et l'oculaire employé grossit 159 fois.

» La pendule équatoriale retardait de 1^s0 sur la pendule méridienne; et pour cette dernière on a adopté la correction provisoire Gr = - 22^s,7.

| Étoiles. | Phénomènes. | Heure, temps sidéral de Paris. | | | Remarques. |
|-------------|-------------|--------------------------------------|--------------|--------------|--|
| | | ^h | ^m | ^s | |
| 17 Taureau. | Immersion. | 2.13.15,2 | ± | 0,1 | L'observation paraît très bonne. |
| 1 Bessel. | Immersion. | 2.29.13,6 | ± | 0,15 | |
| 16 Taureau. | Immersion. | 2.46.32,2 | ± | 0,1 à 0,2 | { L'étoile a été aperçue en contact avec le bord de la Lune. |
| 9 Bessel. | Immersion. | 3.47.42,5 | ± | 0,2 | |
| 23 Taureau. | Immersion. | 3.12.21,8 | ± | 0,15 | |
| 16 Taureau. | ÉmerSION. | 3.12.57,3 | | | { L'étoile, aperçue au premier instant de sa réapparition, n'a point paru se pro- jecter sur le bord de la Lune. |
| 11 Bessel. | Immersion. | 3.18.43,3 | ± | 0,4 env. | |
| 10 Bessel. | Immersion. | 3.20.43,3 | ± | 0,2 env. | |
| 17 Taureau. | ÉmerSION. | 3.35.11,3 | | | |

| Étoiles. | Phénomènes. | Heure, temps sidéral de Paris. | Remarques. |
|-----------------|-------------|--------------------------------------|---|
| 20 Taureau. | Immersion. | $3^h.41^m.33^s,3$ | } Cette étoile a rasé le bord éclairé de la Lune pendant plusieurs minutes, mais sans se projeter dessus. La disparition a eu lieu derrière une proéminence du bord de la Lune. |
| 20 Taureau. | Émersion. | $3.41.48,5$ | |
| η Taureau. | Immersion. | $3.53.24,5 \pm 0,1$ | L'observation paraît très bonne. |
| 24 Bessel. | Immersion. | $4. 0. 9,6$ | L'étoile est affaiblie par la brume. |
| 23 Taureau. | Émersion. | $4.10.59,3 \pm 0,2$ | L'observation paraît très bonne. |
| 28 Taureau. | Immersion. | $5. 5.18,6 \pm 0,1$ | } Id. |
| η Taureau. | Émersion. | $5.14. 4,1 \pm 0,2$ | |
| 27 Taureau. | Immersion. | $5.16.26,1 \pm 0,1$ | } La disparition de cette étoile n'a pas été absolument instantanée. La réapparition a eu lieu derrière une éminence du bord lunaire. |
| 27 Taureau. | Émersion. | $6. 0. 3,7 \pm 0,3$ | |
| 28 Taureau. | Émersion. | $6.16.50$ | } L'étoile avait reparu depuis trois ou quatre secondes. |

ASTRONOMIE. -- *Occultation du groupe des Pléiades, le 3 janvier 1898, à Lyon.* Note de M. CH. ANDRÉ, présentée par M. Lœwy.

« La préparation de cette occultation a été faite par M. Lagrula et les observations par M. Le Cadet (GLC) à l'équatorial coudé et M. Guillaume (JG) à l'équatorial Brunner; les immersions avaient lieu sur le bord obscur, alors invisible, et les émerisions sur le bord éclairé.

» Les conditions d'observation ont été assez favorables et la définition généralement bonne; mais il y avait dans le Ciel d'assez fréquents passages de cirrus, assez épais pour rendre invisibles les étoiles de 8^e-9^e grandeur.

| Cat. Wolf. | Désignation. | Gr. | Observ. | Immersion T. M. Paris. | Émersion T. M. Paris. |
|---------------|----------------------------|-----|---------|---------------------------|----------------------------------|
| 66 | 17 <i>b</i> Taureau. . . . | 4,5 | GLC | $7^h.17^m.37^s,5$ | $8^h.44^m.56^s,7$ ⁽¹⁾ |
| | | | JG | $17.37,5$ | $57,7$ ⁽²⁾ |
| 62 | 16 <i>g</i> Taureau. . . . | 6,0 | GLC | $38. 9,1$ | |
| | | | JG | $9,4$ | |
| 72 | | 9,0 | GLC | $41 27,5$ ⁽³⁾ | |

(1) L'étoile apparaît complètement projetée sur le limbe lunaire.

(2) L'étoile reste collée sur le bord plus de 1^s.5.

(3) Étoile très faible; légers cirrus.

| Cat. Wolf. | Désignation. | Gr. | Observ. | Immersions T. M. Paris. | Émersions T. M. Paris. |
|---------------|--------------------|-----|---------|--|--|
| 120 | | 8,2 | GLC | ^h 8.56. ^m 51. ^s 1 | |
| 120 | | 8,2 | JG | 51,4 | |
| 105 | An. 4..... | 7,5 | GLC | 8. 9.59,5 | |
| | | | JG | 59,1 ⁽¹⁾ | |
| 141 | | 8,0 | GLC | 13.10,0 | |
| 143 | | 8,2 | GLC | 14.21,7 | |
| | | | JG | 21,5 | |
| 115 | 20 c Taureau. . . | 4,5 | GLC | 22.49,8 | ^h 9.16. ^m 5. ^s 1 ⁽²⁾ |
| | | | JG | 50,0 | 7,6 ⁽³⁾ |
| 151 | | 7,8 | GLC | 25.41,9 | |
| | | | JG | 41,5 | |
| 147 | 23 d Taureau. . . | 5,5 | LC | 35.59,7 | |
| | | | JG | 59,9 | |
| 209 | | 8,2 | GLC | 58.13,0 ⁽⁴⁾ | |
| 212 | | 7,0 | GLC | 9. 0.34,8 | 10.17.47 : ⁽⁵⁾ |
| | | | JG | 35,0 | |
| 226 | | 7,5 | JG | 7.18,5 | 10.34. 5 : (GLC) |
| 227 | η Taureau. | 3,0 | GLC | 7.33,1 | 10.20.41,3 ⁽⁶⁾ |
| | | | JG | 32,7 | 40,7 ⁽⁷⁾ |
| 280 | | 8,8 | GLC | 37.32,5 | |
| | | | JG | 32,7 | |
| 300 | | 7,5 | GLC | 49.50,8 | |
| | | | JG | 51,0 | |
| 353 | | 5,8 | GLC | 10.23.20,7 | 11.23.21 : { ⁽⁸⁾ |
| | | | JG | 20,4 | 21 : } |
| 369 | | 7,5 | GLC | 24.52,3 | |
| | | | JG | 52,7 | |
| 418 | | 8,5 | GLC | 45.20,4 | |
| | | | JG | 20,5 | |

(1) Affaiblissement brusque une seconde avant la disparition.

(2) Étoile extrêmement faible. Cirrus épais.

(3) Étoile bissectée par le bord du limbe lunaire.

(4) Étoile vue en contact avec le bord du limbe.

(5) Étoile extrêmement faible; légère incertitude.

(6) Étoile bissectée par le bord, peut-être visible quelques dixièmes plus tôt sur le limbe.

(7) L'étoile réapparaît sur le limbe.

(8) Retard probable d'une seconde.

ASTRONOMIE. — *Sur les quatre grosses planètes.*

Note de M. ÉMILE ANCEAUX. (Extrait.)

« Les quatre grosses planètes, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune, possèdent ensemble plus des $\frac{99}{100}$ de la masse planétaire connue et, parmi elles, Jupiter et Saturne seuls ont une masse totale supérieure aux $\frac{9}{10}$ de cette masse planétaire. Il semble donc naturel de considérer le système de ces quatre planètes comme un monde à part, indépendant des autres planètes, relativement petites, dont il est séparé par une ceinture de planètes télescopiques, plus petites encore.

» J'ai recherché si, en raison de leur importance, les masses des quatre grosses planètes n'auraient pas quelque influence sur la répartition de ces astres, quant à leurs distances au Soleil.

» Le calcul m'a conduit aux énoncés suivants :

» Les masses de Jupiter et de Saturne sont inversement proportionnelles aux carrés des grands axes de leurs orbites ;

» La masse de Jupiter est à la somme des masses d'Uranus et de Neptune comme l'inverse du carré du grand axe de Jupiter est à la somme des inverses des carrés des grands axes d'Uranus et de Neptune ;

» La masse de Jupiter est à la somme des masses des quatre planètes comme l'inverse du carré du grand axe de Jupiter est à la somme des inverses des grands axes des quatre planètes.

» Comme conséquences mécaniques, j'en déduis que :

» Les moments d'inertie moyens de Jupiter et de Saturne, rapportés au Soleil, sont égaux entre eux ;

» Les accélérations produites sur les mouvements angulaires de Jupiter et de Saturne par l'attraction réciproque des deux planètes sont égales et de signe contraire, lorsque ces planètes sont à leur moyenne distance du Soleil ;

» Les produits des masses de Jupiter et de Saturne par les aires décrites sont dans le même rapport que les moyens mouvements de ces planètes ;

» Les accélérations moyennes de l'attraction solaire sur Jupiter et sur Saturne sont proportionnelles aux masses attirées ⁽¹⁾ ;

(1) Cette règle semble paradoxale, au premier abord, parce que l'on est habitué à considérer ces accélérations comme proportionnelles à la masse attirante et indépen-

» L'accélération moyenne de l'attraction solaire sur Jupiter est à la somme des accélérations moyennes produites sur Uranus et Neptune comme la masse de Jupiter est à la somme des masses d'Uranus et de Neptune.

» *Conclusions.* — L'ensemble des relations que j'ai signalées entre les masses des quatre grosses planètes et les grands axes de leurs orbites révèle une harmonie manifeste, à laquelle le groupe des deux planètes principales prend une part dominante. Bien que ces résultats soient, à la vérité, simplement empiriques, ils subissent, sans le secours d'aucune hypothèse nouvelle, les épreuves de la vérification numérique, avec assez de précision pour qu'il soit bien difficile de croire à des coïncidences accidentelles et à un pur effet du hasard. La loi des masses de Jupiter et de Saturne, réciproques aux carrés des grands axes, mériterait surtout, par la simplicité de sa forme, par la rigueur de sa vérification et par l'intérêt de ses conséquences mécaniques, de fixer sérieusement l'attention et de recevoir la consécration de la théorie.

» La raison d'être de cette harmonie pourrait se rechercher, soit dans les conditions de stabilité du système, soit dans les circonstances qui ont présidé à la formation des planètes. S'il était possible de la rattacher à cette dernière cause, cette étude ne manquerait pas sans doute d'apporter quelque lumière dans la Cosmogonie du monde solaire. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la représentation des fonctions analytiques uniformes.* Note de M. PAUL PAINLEVÉ, présentée par M. Picard.

« Soit $F(z)$ une fonction analytique, uniforme dans tout son domaine d'existence D . Est-il possible de la représenter à l'aide d'une série unique qui converge en tout point z où $F(z)$ est holomorphe? Le théorème aujourd'hui classique de M. Mittag-Leffler résout complètement cette question si la fonction $F(z)$ n'a dans le plan que des points singuliers *isolés* ⁽¹⁾ ou plus généralement si les points singuliers de F forment un ensemble énumérable.

dantes des masses attirées; mais, dans le cas présent, les masses n'interviennent que pour représenter l'influence des distances.

⁽¹⁾ J'appelle point singulier *isolé* $z = a$ tout point tel qu'un cercle de centre a et de rayon suffisamment petit ne renferme à son intérieur d'autre point singulier que le point a .

» Mais on sait que l'ensemble E des points singuliers de $F(z)$ n'est pas nécessairement énumérable. Cet ensemble peut comprendre des aires (espaces lacunaires), des lignes, ou enfin des ensembles parfaits, non continus, de points. Par exemple, les fonctions fuchsienues de la troisième famille sont des fonctions uniformes, définies dans tout le plan, sans lignes singulières, admettant des points singuliers dont aucun n'est isolé; l'ensemble de ces points singuliers est un ensemble parfait discontinu. Il n'existe jusqu'ici, à ma connaissance, aucun mode général de représentation de telles fonctions. C'est ce qui donne peut-être quelque intérêt au théorème suivant :

» THÉORÈME A. — *Toute fonction $F(z)$, uniforme dans un domaine naturel d'existence, est représentable par une série de fractions rationnelles*

$$(1) \quad F(z) = \sum R_n(z),$$

la série convergeant absolument et uniformément dans toute portion du plan où $F(z)$ est holomorphe.

» Il n'est nullement indispensable, pour que le théorème subsiste, de se limiter au domaine *naturel* de la *même* fonction analytique. Soit, plus généralement, $P(x, y) + iQ(x, y)$ une quantité qui, pour tout point $z = x + iy$ (sauf pour des points dits *exceptionnels*), a une valeur unique, définissant une fonction analytique de z holomorphe, pour la valeur considérée. Soient D l'ensemble des points où $F(z) \equiv P + iQ$ est holomorphe, E l'ensemble des points exceptionnels ou *singuliers*; E peut comprendre des aires, des lignes, des ensembles parfaits, des points isolés. En particulier, si D se décompose en aires distinctes, $F(z)$ peut définir, dans ces diverses aires, des fonctions analytiques différentes. Je donnerai, avec M. Mittag-Leffler, à $F \equiv P + iQ$ le nom d'*expression analytique* (1) *uniforme*.

» Ceci posé, on peut énoncer ce théorème :

» *Toute expression analytique uniforme $F(z)$ est représentable par une série de fractions rationnelles*

$$(1) \quad F(z) = \sum R_n(z),$$

(1) Observons que l'expression $F(z)$ n'est pas nécessairement définie partout à l'aide du même symbole, mais peut être définie par des symboles ou des conventions entièrement quelconques, variant quand on passe d'une certaine région du plan à une autre.

la série convergeant absolument et uniformément dans toute aire du plan où $F(z)$ est holomorphe.

» Le développement (1) est possible d'une infinité de façons. Ses coefficients s'obtiennent à l'aide d'intégrales définies, comme ceux d'une série de Laurent.

» Les pôles des $R_n(z)$ font partie des points singuliers de $F(z)$. On peut toujours faire en sorte : 1° que ces pôles soient tous simples, sauf ceux qui coïncident avec des points singuliers *isolés* de F ; 2° que chaque pôle de F ne figure que dans un terme R_n . En particulier, *si l'ensemble E est parfait, les R_n n'auront que des pôles simples.*

» Si l'ensemble E renferme des *espaces lacunaires*, on peut conduire *ad libitum* le développement (1), de façon qu'il diverge dans ces espaces lacunaires ou qu'il représente dans chacun de ces espaces une fonction uniforme arbitrairement choisie.

» Au théorème A on peut adjoindre un théorème sur la décomposition en produit :

» THÉORÈME B. — *Toute expression analytique uniforme $F(z)$ est représentable par un produit infini*

$$(2) \quad F(z) = \prod_{n=0}^{n=\infty} \frac{L_n(z)}{M_n(z)} e^{R_n(z)};$$

les L_n, M_n sont des polynomes en z dont les zéros sont des zéros, des pôles ou des points singuliers de F , et les $R_n(z)$, des fractions rationnelles dont les pôles sont des singularités (non polaires) de F . De plus, chaque zéro et chaque pôle de F ne figurent que dans un terme du produit.

» On peut, d'ailleurs, donner aux développements (1) et (2) des formes différentes qui se rapprochent davantage de celles de M. Mittag-Leffler. Pour nous borner au cas le plus simple, représentons par $\chi(u)$ une série entière en u convergeant dans tout le plan et nulle pour $u = 0$, par α_i un des points singuliers *isolés* de F . La fonction $F(z)$ se laisse développer sous la forme

$$F(z) = \sum_{n=0}^{n=\infty} \left[\chi_n \left(\frac{1}{z - \alpha_n} \right) + R_n(z) \right],$$

la série convergeant dans tout le domaine D , et les fractions rationnelles $R_n(z)$ n'ayant pour pôles que des points singuliers non isolés de F . Le développement en produit comporte une forme analogue. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la convergence des séries représentant les intégrales des équations différentielles.* Note de M. PAUL STAECKEL, présentée par M. E. Picard.

« Dans son *Traité d'Analyse* (t. II, p. 304, et t. III, p. 90), M. Picard a fait une intéressante comparaison des résultats fournis par les deux théorèmes suivants de Cauchy, relatifs à l'existence des intégrales des équations différentielles :

» I. Soit $f(x, y)$ une fonction réelle des deux variables réelles x et y , continue dans le voisinage d'un certain système de valeurs x_0, y_0 , correspondant à

$$(1) \quad |x - x_0| < a, \quad |y - y_0| < b.$$

Soit A une quantité positive satisfaisant aux inégalités

$$A \leq a, \quad AM \leq b,$$

en appelant M la valeur absolue maxima de $f(x, y)$, pour les points du domaine (1). Alors il existe une fonction continue y de x satisfaisant à l'équation différentielle

$$\frac{dy}{dx} = f(x, y),$$

définie pour toute valeur de x telle que $|x - x_0| < A$ et prenant pour $x = x_0$ la valeur y_0 .

» II. Soit $f(x, y)$ une fonction analytique de x et y , holomorphe quand x et y sont respectivement à l'intérieur et sur la circonférence des cercles décrits des points x_0 et y_0 comme centres avec les rayons a et b . Soit M le module maximum de la fonction $f(x, y)$ dans ce domaine. Alors l'équation

$$\frac{dy}{dx} = f(x, y)$$

admet une intégrale holomorphe dans le cercle de rayon

$$\rho = a \left(1 - e^{-\frac{b}{2Ma}} \right),$$

ayant le point x_0 pour centre, intégrale qui, pour $x = x_0$, se réduit à y_0 .

» La fonction $f(x, y)$ étant holomorphe, on peut encore appliquer la première méthode de Cauchy, et c'est en s'appuyant sur cette remarque

que M. Picard démontre que l'on peut certainement fixer, pour le domaine de convergence de l'intégrale y , un champ plus grand que celui auquel on a été conduit par le théorème II.

» La proposition de M. Picard est au premier abord paradoxale, car une hypothèse particulière sur la nature de la fonction $f(x, y)$ aurait dû élargir, au lieu de resserrer le domaine où est définie la solution y . Voici ce qui me paraît lever cette difficulté.

» La démonstration du théorème II repose essentiellement sur les inégalités connues

$$(A) \quad \frac{1}{p! q!} \left| \left(\frac{\partial^n f}{\partial x^p \partial y^q} \right)_{x_0, y_0} \right| < M a^{-p} b^{-q}.$$

» Or je dis que ces inégalités peuvent être remplacées par d'autres tout à fait analogues, qui en laissant subsister la démonstration mot pour mot ont l'effet de produire un rayon de convergence ρ' sensiblement plus grand que ρ .

» Le seul fait de la convergence de la série de Taylor

$$\sum_{p, q} \left(\frac{\partial^n f}{\partial x^p \partial y^q} \right)_{x_0, y_0} \frac{(x - x_0)^p (y - y_0)^q}{p! q!},$$

pour $|x - x_0| = a$, $|y - y_0| = b$, entraîne la conséquence qu'il existe une quantité finie positive G telle que

$$\left| \left(\frac{\partial^n f}{\partial x^p \partial y^q} \right)_{x_0, y_0} \right| \frac{a^p b^q}{p! q!} \leq G \quad (p, q = 0, 1, \dots, \infty),$$

où l'on doit prendre le signe de l'égalité au moins pour un système des nombres p, q . En effet, δ étant une quantité positive aussi petite qu'on voudra, on pourra déterminer des nombres p_0, q_0 tels que

$$\left| \left(\frac{\partial^n f}{\partial x^p \partial y^q} \right)_{x_0, y_0} \right| \frac{a^p b^q}{p! q!} < \delta \quad (p \geq p_0, q \geq q_0),$$

et alors G est la plus grande des $(p_0 + 1)(q_0 + 1) + 1$ quantités δ et

$$\left| \left(\frac{\partial^n f}{\partial x^p \partial y^q} \right)_{x_0, y_0} \right| \frac{a^p b^q}{p! q!} \leq G \quad \begin{pmatrix} p = 0, 1, \dots, p_0 \\ q = 0, 1, \dots, q_0 \end{pmatrix}.$$

» Donc, on a

$$(B) \quad \frac{1}{p! q!} \left| \left(\frac{\partial^n f}{\partial x^p \partial y^q} \right)_{x_0, y_0} \right| \leq G a^{-p} b^{-q}.$$

» Au moyen des inégalités (B) on trouve le rayon de convergence

$$\rho' = a \left(1 - e^{-\frac{b}{2Ga}} \right) > \rho.$$

» Considérons un exemple assez instructif. Soit

$$\frac{dy}{dx} = \frac{1}{(1-x)(1-y)}$$

et $x_0 = 0$, $y_0 = 0$. Les conditions du théorème I sont remplies pour $a = b = \varepsilon$, $0 < \varepsilon < 1$. On trouve

$$M = \frac{1}{(1-\varepsilon)^2}, \quad A = \varepsilon(1-\varepsilon)^2.$$

» La valeur maxima de A, obtenue pour $\varepsilon = \frac{1}{3}$, est

$$A_{\max} = 0,148, \dots$$

» Les conditions du théorème II sont encore $a = b = \varepsilon$. On trouve

$$M = \frac{1}{(1-\varepsilon)^2}, \quad \rho = \varepsilon \left(1 - e^{-\frac{1}{2}(1-\varepsilon)^2} \right) < 0,148, \dots$$

et

$$G = 1, \quad \rho' = \varepsilon \left(1 - e^{-\frac{1}{2}} \right) = \varepsilon.0,393, \dots$$

» Mais la différence $1 - \varepsilon$ pouvant être choisie aussi petite qu'on voudra, la solution y , qui satisfait à l'équation proposée, doit converger à l'intérieur du cercle de rayon

$$1 - e^{-\frac{1}{2}}.$$

» Dans ce cas, la modification du théorème II donne le véritable rayon de convergence de la série y . »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales irrégulières des équations différentielles linéaires.* Note de M. J. HORX, présentée par M. E. Picard.

« M. Fuchs (*Annali di Matematica*; 1870) a employé une méthode d'approximations successives pour obtenir un développement en série d'une intégrale d'une équation linéaire, valable pour tout point x non singulier. (Comparez les méthodes d'approximations successives de M. Picard.) Une

modification convenable de cette méthode fournit un développement très propre pour démontrer et approfondir les propriétés des intégrales irrégulières que M. Poincaré (*Amer. Journ.*, t. XII; *Act. math.*, t. XIII) a traitées, pour les équations à coefficients rationnels, au moyen de la transformation de Laplace.

» Je me borne ici à indiquer le principe de la recherche dans un cas simple, me réservant de traiter le problème général dans un Mémoire développé.

» L'équation

$$D(y) \equiv \frac{d^2 y}{dx^2} + \left(a_0 + \frac{a_1}{x} + \frac{a_2}{x^2} + \dots \right) \frac{dy}{dx} + \left(b_0 + \frac{b_1}{x} + \frac{b_2}{x^2} + \dots \right) y = 0,$$

dont les coefficients sont des séries convergentes pour $|x|$ suffisamment grand, est satisfaite formellement par les séries normales de M. Thomé

$$S_1 = e^{\alpha_1 x} x^{\rho_1} \left(A_0 + \frac{A_1}{x} + \frac{A_2}{x^2} + \dots \right),$$

$$S_2 = e^{\alpha_2 x} x^{\rho_2} \left(B_0 + \frac{B_1}{x} + \frac{B_2}{x^2} + \dots \right),$$

qui sont, en général, divergentes.

» Je suppose les racines α_1, α_2 de l'équation $\alpha^2 + a_0 \alpha + b_0 = 0$ réelles (ce qui ne restreint pas la généralité) et $\alpha_1 > \alpha_2$.

» Les fonctions

$$\varphi_1 = e^{\alpha_1 x} x^{\rho_1}, \quad \varphi_2 = e^{\alpha_2 x} x^{\rho_2}$$

satisfont à l'équation

$$D_1(y) \equiv \frac{d^2 y}{dx^2} + P_1 \frac{dy}{dx} + Q_1 y = 0.$$

» Posons

$$D(y) = D_1(y) - D_2(y).$$

On a

$$D_2(\varphi_i) = e^{\alpha_i x} x^{\rho_i - 2} f_i \left(\frac{1}{x} \right) \quad (i = 1, 2).$$

» Soit u_0 une intégrale de $D_1(y) = 0$, par exemple $u_0 = \varphi_1$. Les équations de M. Fuchs

$$D_1(u_m) = D_2(u_{m-1}) \quad (m = 1, 2, 3, \dots)$$

donnent

$$u_m = \sum_{i=1}^2 \varphi_i \int_{-\infty}^x D_2(u_{m-1}) \frac{\Delta_i(x)}{\Delta(x)} dx,$$

où l'on a posé

$$\Delta = \varphi_1 \varphi_2' - \varphi_2 \varphi_1'; \quad \Delta_1 = \varphi_2, \quad \Delta_2 = -\varphi_1.$$

» Le chemin d'intégration part de l'infini avec un argument compris entre $\frac{\pi}{2}$ et $\frac{3\pi}{2}$ et évite les points singuliers. En modifiant convenablement la démonstration de M. Fuchs, on voit que la série

$$v_1 = u_0 + u_1 + u_2 + \dots$$

converge pour tout point x non singulier et représente une intégrale de $D(y) = 0$. Pour notre but, il importe de savoir qu'elle est absolument et uniformément convergente pour $|x| > r$, $-\frac{\pi}{2} + \delta < \arg x < \frac{5\pi}{2} - \delta$, δ désignant une quantité positive arbitrairement petite et r une quantité suffisamment grande.

» La remarque suivante sert à étudier les termes de cette série : En intégrant par parties, on trouve (α étant réel et positif) l'équation formelle

$$I = \int_{-\infty}^x e^{\alpha x} x^{\rho} \left(c_0 + \frac{c_1}{x} + \frac{c_2}{x^2} + \dots \right) dx = e^{\alpha x} x^{\rho} \left(C_0 + \frac{C_1}{x} + \frac{C_2}{x^2} + \dots \right)$$

avec ce sens : l'intégrale I est représentée asymptotiquement par la série du second membre, c'est-à-dire, lorsque l'on pose

$$I = e^{\alpha x} x^{\rho} \left(\sum_{\nu=0}^n \frac{C_{\nu}}{x^{\nu}} + \frac{\varepsilon_n}{x^n} \right),$$

ε_n tend vers zéro, x allant à l'infini avec un argument entre $-\frac{\pi}{2}$ et $\frac{5\pi}{2}$. Il suffit pour cela que la fonction à intégrer soit représentée asymptotiquement, dans le même domaine, par la série

$$e^{\alpha x} x^{\rho} \left(c_0 + \frac{c_1}{x} + \frac{c_2}{x^2} + \dots \right)$$

qui peut être divergente.

» D'abord on a une expression de la forme

$$u_1 = e^{\alpha_1 x} x^{\rho_1} \int_{-\infty}^x x^{-2} f_1 \left(\frac{1}{x} \right) dx + e^{\alpha_2 x} x^{\rho_2} \int_{-\infty}^x e^{(\alpha_1 - \alpha_2)x} x^{\rho_1 - \rho_2 - 2} f_2 \left(\frac{1}{x} \right) dx$$

qui est représentée asymptotiquement par la série

$$e^{\alpha_1 x} x^{\rho_1} \left(\frac{A_{11}}{x} + \frac{A_{12}}{x^2} + \frac{A_{13}}{x^3} + \dots \right).$$

» De la même manière on trouve l'équation asymptotique

$$u_m = e^{\alpha_1 x} x^{\rho_1} \left(\frac{A_{m,m}}{x^m} + \frac{A_{m,m+1}}{x^{m+1}} + \frac{A_{m,m+2}}{x^{m+2}} + \dots \right)$$

pour m quelconque. En posant

$$A_\nu = A_{1\nu} + A_{2\nu} + \dots + A_{\nu\nu},$$

on en déduit l'équation

$$\gamma_1 = e^{\alpha_1 x} x^{\rho_1} \left(1 + \frac{A_1}{x} + \dots + \frac{A_n}{x^n} + \frac{\varepsilon_n}{x^n} \right);$$

ε_n tend vers zéro, x allant à l'infini avec un argument compris entre $-\frac{\pi}{2}$ et $\frac{5\pi}{2}$. Avec M. Poincaré, nous dirons que l'intégrale γ_1 est représentée asymptotiquement par la série normale

$$S_1 = e^{\alpha_1 x} x^{\rho_1} \left(1 + \frac{A_1}{x} + \frac{A_2}{x^2} + \dots \right),$$

l'argument de x variant de $-\frac{\pi}{2}$ à $\frac{5\pi}{2}$.

» D'une manière analogue, on trouve une intégrale γ_2 de $D(y) = 0$ qui est représentée asymptotiquement par la série S_2 , l'argument de x variant de $-\frac{3\pi}{2}$ à $\frac{3\pi}{2}$. La recherche se continuera de la même manière que dans mon Mémoire récemment paru dans les *Math. Ann.*, t. XLIX, où j'ai traité le cas spécial de l'équation à coefficients linéaires.

» On voit que rien ne s'oppose à l'extension de la méthode employée à une équation linéaire d'ordre n qui est satisfaite par des séries normales de rang quelconque. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'existence des intégrales d'un système partiel, déterminées par certaines conditions initiales.* Note de M. **RIQUIER**, présentée par M. Appell.

« A chacune des variables indépendantes et à chacune des fonctions inconnues d'un système différentiel S , faisons correspondre p entiers

positifs, nuls ou négatifs, que nous nommerons respectivement *cote première*, *cote seconde*, ..., *cote p^{ième}* de cette quantité, et *supposons essentiellement que les cotes premières de toutes les variables indépendantes aient été choisies égales à un même entier positif*. Considérons ensuite une dérivée quelconque de l'une des fonctions inconnues, et nommons *cote q^{ième}* ($q = 1, 2, \dots, p$) de la dérivée en question l'entier obtenu en ajoutant à la cote $q^{\text{ième}}$ de la fonction inconnue les cotes $q^{\text{ièmes}}$ de toutes les variables de différentiation, distinctes ou non. Désignons, enfin, par δ , δ' deux quantités appartenant l'une et l'autre au groupe que forment les fonctions inconnues et leurs dérivées de tous ordres, par

$$\begin{array}{cccc} c_1, & c_2, & \dots, & c_p, \\ c'_1, & c'_2, & \dots, & c'_p, \end{array}$$

les cotes respectives de ces quantités, et convenons de dire que la seconde, δ' , est *régulière* ou *irrégulière* par rapport à la première, δ , suivant que les différences

$$c_1 - c'_1, \quad c_2 - c'_2, \quad \dots, \quad c_p - c'_p$$

satisfont ou non à la double condition : 1^o que ces différences ne soient pas toutes nulles; 2^o que la première d'entre elles non égale à zéro soit positive.

» Supposons, d'autre part, que les circonstances suivantes se trouvent simultanément réalisées dans le système S : 1^o Ce système, impliquant g fonctions inconnues et composé de g équations, est résolu par rapport à g dérivées appartenant respectivement aux g fonctions inconnues, et ces g dérivées, non plus que leurs propres dérivées, ne figurent dans aucun des seconds membres; 2^o toute fonction inconnue, ou dérivée de fonction inconnue figurant *effectivement* dans le second membre d'une équation du système, possède une cote première au plus égale à celle du premier membre correspondant.

» Finalement, dressons, pour chaque équation du système S, la liste des diverses quantités (fonctions inconnues ou dérivées de fonctions inconnues) qui, figurant effectivement dans le second membre, se trouvent être irrégulières vis-à-vis du premier; égalons à zéro les dérivées premières de chaque second membre, prises par rapport aux quantités irrégulières correspondantes, et désignons par (A) le groupe des équations ainsi obtenues.

» Cela étant :

» I. Si le groupe des équations (A) n'existe pas, ou, en d'autres termes,

si aucun des seconds membres du système S ne contient de quantité qui soit irrégulière vis-à-vis du premier membre correspondant, le système S rentre, comme cas particulier, dans une catégorie de systèmes différentiels que j'ai examinée récemment (1); on peut alors savoir, par la simple connaissance des premiers membres de S, quelles fonctions ou constantes arbitraires il convient de se donner d'avance pour pouvoir construire *a priori* les développements d'intégrales hypothétiques du système, et l'on prouve que ces développements, dans la construction desquels on ne rencontre aucune incompatibilité, sont nécessairement convergents, ce qui assure l'existence effective des intégrales.

» II. *Le groupe des équations (A) étant supposé exister, si l'on impose à des intégrales hypothétiques du système S un ensemble de conditions initiales présentant la même économie que dans le cas précédent, et arbitrairement choisies sous la seule restriction que les équations (A) se trouvent numériquement vérifiées par les valeurs initiales des quantités qui y figurent, les développements de ces intégrales par la formule de Taylor, à partir des valeurs initiales choisies pour les variables, peuvent encore être construits a priori sans incompatibilité, et sont encore nécessairement convergents.*

» En supposant, dans ce dernier énoncé, le nombre des fonctions inconnues égal à 1, celui des variables indépendantes égal à 2, et attribuant à celles-ci des cotes secondes distinctes, on retrouve un résultat récemment exposé par M. Goursat (2). »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les systèmes de surfaces triplement orthogonales où les surfaces d'une même famille admettent la même représentation sphérique de leurs lignes de courbure.* Note de M. MAURICE FOUCHE, présentée par M. Darboux.

« Le système sera défini si l'on met l'élément linéaire de l'espace sous la forme

$$ds^2 = A^2 du^2 + B^2 dv^2 + C^2 dw^2.$$

» Désignons par $p, q, r, p_1, q_1, r_1, p_2, q_2, r_2$ les rotations du trièdre des trois normales autour de chacune de ses trois arêtes, relativement à chaque

(1) Voir les *Comptes rendus* du 27 décembre 1897. Dans le résultat que j'ai formulé à cette date, j'ai supposé égales à 1 les cotes premières de toutes les variables indépendantes; mais le résultat dont il s'agit ne cesse pas d'être exact quand on les suppose toutes égales à un même entier positif.

(2) Voir les *Comptes rendus* du 2 novembre 1897.

variable. On reconnaît d'abord, par le théorème de Dupin, que les trois rotations p, q, r sont nulles. Les six autres sont les quantités désignées par β dans les notations de M. Darboux (1). Si l'on veut que la position du trièdre ne dépende que de deux paramètres au lieu de trois, on reconnaîtra, par des considérations analogues à celles que j'ai expliquées dans une Note du 25 novembre 1895, que la condition est que le déterminant des neuf rotations soit nul, condition qui se réduit ici à

$$(1) \quad p_1 q_2 r + p_2 q r_1 = 0.$$

» Si l'une des rotations est nulle, on trouve des surfaces parallèles avec leurs normales développables, ou les surfaces engendrées par un réseau rectangulaire plan, lorsque le plan roule sur une développable (surfaces moulures généralisées).

» Si aucune des rotations n'est nulle, l'analyse de la question, faite au moyen des équations bien connues qui relient les rotations, conduit à ce que les six rotations sont des fonctions des différences $u - v, u - w$ des variables u, v, w . De là résulte que toutes les surfaces obtenues en donnant à w , par exemple, diverses valeurs particulières, ont toutes la même représentation sphérique de leurs lignes de courbure, et le théorème :

» *Dans un système de surfaces triplement orthogonales, si les surfaces d'une même famille ont la même représentation sphérique de leurs lignes de courbure, il en sera de même de celles des deux autres familles.*

» Si je désigne par ρ_u, ρ'_v, \dots , les rayons des courbures des sections normales faites dans les surfaces tangentielllement aux courbes obtenues en faisant varier u, v ou w seule, on aura :

$$\begin{aligned} \rho_v &= \frac{B}{r_1}, & \rho'_w &= \frac{C}{p_2}, & \rho''_u &= \frac{A}{q}, \\ \rho_w &= -\frac{C}{q_2}, & \rho'_u &= -\frac{A}{r}, & \rho''_v &= -\frac{B}{p_1}. \end{aligned}$$

» On remarquera, du reste, que les centres de courbure correspondant à ces rayons sont aussi les centres de courbure géodésique des lignes correspondantes considérées comme tracées respectivement sur la surface dont le plan tangent contient à la fois la tangente à la courbe correspondante et le rayon de courbure correspondant.

(1) DARBOUX, *Leçons sur les systèmes orthogonaux et les coordonnées curvilignes*, p. 188.

» L'équation (1) exprime alors une relation remarquable entre les six rayons de courbure, savoir :

$$(2) \quad \rho_u \rho'_v \rho''_w = \rho'_v \rho'_w \rho''_u.$$

» Sur les arêtes du trièdre des trois normales au point M se trouvent répartis les six centres de courbure principaux que nous désignerons par $X_v, X_w; X'_u, X'_v; X''_u, X''_v$, les indices et les accents correspondant à ceux des valeurs de ρ .

» La droite $X'_u X''_u$ située dans le plan tangent à la surface $u = \text{const.}$ est l'axe de courbure de la courbe obtenue en faisant varier u seule, c'est-à-dire l'axe de courbure de la trajectoire orthogonale des surfaces $u = \text{const.}$

» La droite $X'_v X''_v$, située dans le même plan tangent est celle qui joint les centres de courbure géodésique des deux lignes de courbure de la surface $u = \text{const.}$

» Supposons qu'on laisse X''_u et X'_w fixes, et qu'on déplace les points X'_u et X''_v de manière que le produit $MX'_u \cdot MX''_v$ reste invariable; menons du point X''_u une perpendiculaire à $X'_u X''_u$ jusqu'à sa rencontre Y avec la droite $X'_v X''_v$. On reconnaîtra que le point Y, intersection des rayons conjugués de deux faisceaux homographiques, décrit une conique qui passe par M et dont $X''_u X'_w$ est un diamètre. Donc les directions des droites $X''_u Y$ et $X'_v Y$ sont conjuguées. Les axes de cette conique sont parallèles aux deux droites rectangulaires MX''_u, MX'_w , et on aura leur rapport en écrivant que le produit des coefficients angulaires des deux droites conjuguées $X''_u X'_u$ et $X''_u Y$ est égal à $-\frac{b^2}{a^2}$.

» On trouve ainsi, en tenant compte de l'équation (2), que cette conique est l'indicatrice de la surface, d'où ce théorème :

» *Dans tout système de surfaces triplement orthogonales où les surfaces d'une même famille admettent la même représentation sphérique des lignes de courbure, l'axe de courbure de la trajectoire orthogonale des surfaces de l'une des familles correspondant au point M et la perpendiculaire à la droite qui joint les centres de courbure géodésique des deux lignes de courbure de la surface de cette famille qui passe au point M sont deux directions conjuguées par rapport à cette surface.*

» On déduit de là une démonstration fort simple du théorème établi par M. Petot (*Comptes rendus*, 22 juin 1891) au sujet des systèmes où l'une des familles est composée de surfaces homothétiques, systèmes qui sont un cas particulier des précédents.

» Soit, en effet, M un point de la surface (S) , M' le point infiniment voisin de la trajectoire orthogonale (T) , O le centre d'homothétie et M'' le point de (S) homologue de M' . Le plan tangent en M'' est par hypothèse parallèle au plan tangent en M' à la surface voisine de (S) , c'est-à-dire au plan normal à la trajectoire orthogonale. Donc l'axe de courbure de (T) est parallèle à l'intersection des deux plans tangents en M et M'' , et sa direction est conjuguée de la ligne MM'' . Donc, d'après le théorème précédent, MM'' est perpendiculaire à la droite qui joint les centres de courbure géodésique des deux lignes de courbure de S . Donc, enfin, le plan OMM' qui contient la normale est perpendiculaire à la droite (T) , ce qui est le théorème de M. Petot.

» L'analyse précédente y ajoute cependant quelque chose. Si l'on appelle *projection* d'une trajectoire orthogonale sur la surface (S) l'intersection de cette surface avec le cône passant par la trajectoire orthogonale et ayant son sommet au centre d'homothétie, on reconnaît que :

» *La projection d'une trajectoire orthogonale des surfaces (S) sur l'une de ces surfaces est, en chaque point, conjuguée par rapport à la surface (S) de la direction de l'axe de courbure de cette trajectoire correspondant au point projeté, et elle est en chaque point perpendiculaire à la droite qui joint les centres de courbure géodésique des deux lignes de courbure au point considéré.*

» Un théorème analogue s'applique évidemment au cas où les surfaces d'une même famille sont engendrées par la translation de l'une d'entre elles.

» Je me propose de développer ces considérations dans un travail détaillé, actuellement en préparation. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur le fondement de la Géométrie projective.*

Note de M. H.-G. ZEUTHEN, présentée par M. Darboux.

« Après mes Communications des 2 et 29 novembre 1897, j'ai achevé un fondement de la Géométrie projective complet et différent de celui de von Staudt. Cependant je n'y parviens qu'en empruntant à l'intuition un postulat qui a égard, de même que celui que demande l'achèvement de la démonstration de von Staudt, à la continuité géométrique, mais qui en diffère pourtant essentiellement. Tandis que celui de von Staudt fait la base de l'introduction des mesures projectives, le mien a un caractère plus graphique.

» Ce que je demande, c'est l'*existence des surfaces gauches*, et je regarde

comme évidente la propriété suivante de ces surfaces : la courbe d'intersection avec un plan γ passant par une génératrice C non singulière se compose de C et d'une courbe résidue rencontrant C en un point c qui se mouvra sur cette génératrice fixe en même temps que le plan γ tourne autour d'elle. La courbe résidue étant le lieu des traces des autres génératrices de la surface, la tangente en c à cette courbe sera la position limite de la droite du plan γ qui rencontre à la fois C et deux autres génératrices tendant à coïncider avec elle. Par un choix convenable de la surface gauche on peut obtenir que cette tangente passe par un point donné du plan γ .

» Cela admis, pour parvenir à la génération double du lieu des droites rencontrant trois directrices fixes, on n'aura besoin que des deux lemmes suivants :

» Dans l'énoncé du premier, je regarde comme *correspondants les sommets d'un quadrigone complet et les triangles formés par les côtés d'un quadrilatère complet*, ce qui amène la correspondance analogue des triangles formés par les sommets du quadrigone avec les côtés du quadrilatère. Alors, le côté qui joint entre eux deux sommets du quadrigone sera *homologue* au sommet commun aux deux triangles qui y correspondent dans le quadrilatère.

» I. *Si cinq sommets d'un quadrilatère complet se trouvent sur les côtés homologues d'un quadrigone complet, le sixième sommet du quadrilatère se trouvera aussi sur le sixième côté du quadrigone.*

» On le voit en regardant le quadrigone comme projection d'un tétraèdre; alors le quadrilatère sera la projection d'une section plane.

» Dans ce qui suit, je désignerai par a, b, c trois sommets du quadrilatère qui forment un triangle, par d, e, f les trois sommets opposés.

» II. *Si les cinq sommets a, b, c, d, e d'un quadrilatère complet se trouvent respectivement sur cinq droites données A, B, C, D, E qui ne se rencontrent pas, le lieu du sixième sommet f sera une droite F .*

» Si l'on projette (comme dans ma Communication du 2 novembre) la figure du point d'intersection d'une droite rencontrant A, B, C avec une droite rencontrant C, D, E , ce lemme sera une conséquence du précédent.

» Prenons maintenant pour droites C, D, E trois génératrices consécutives d'une surface gauche. Alors le plan γ du quadrilatère passera par la droite fixe C ; ses sommets c, d, e se confondront en un point de cette droite, et la droite def sera tangente à la courbe résidue du plan γ . La droite abf rencontrera les trois droites données, A, B, C , et encore son point f parcourra une droite F . Or, on peut obtenir, par un choix conve-

nable de la surface gauche, que f devienne un point quelconque d'une position donnée de ab . On peut donc faire passer par tous ses points des droites rencontrant toutes les droites qui rencontrent A, B, C. La double génération du lien de ces dernières droites est donc démontrée.

» On obtiendrait la même chose en prenant pour droites B, C, D trois génératrices consécutives d'une surface gauche. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème de refroidissement d'une barre hétérogène.* Note de M. W. STEKLOFF, présentée par M. Poincaré.

« 1. Ce problème peut être ramené à l'intégration de l'équation

$$(1) \quad \frac{d^2V}{dx^2} + [kp(x) - q(x)]V = 0, \quad a < x < b \quad (b > a > 0),$$

jointe aux conditions

$$(2) \quad \begin{cases} \frac{dV}{dx} - hV = 0 & \text{pour } x = a, \\ \frac{dV}{dx} + HV = 0 & \text{pour } x = b. \end{cases}$$

p et q sont des fonctions positives, k , h et H sont des constantes positives. On sait qu'il existe une infinité des nombres positifs $k_s (s = 1, 2, \dots)$ et des fonctions correspondantes $U_s (s = 1, 2, \dots)$, satisfaisant aux conditions (1) et (2). La solution du problème se représentera sous la forme

$$U = \sum_{s=1}^{\infty} e^{-k_s t} U_s \int_a^b p(x) \varphi(x) U_s dx,$$

où $\varphi(x)$ est une fonction donnée.

» En considérant ce problème dans son *Cours d'Analyse*, M. Jordan dit : « Si cette série est convergente (pour $t = 0$) et a bien pour somme » $\varphi(x)$ le problème sera résolu; mais pour s'en assurer, il serait nécessaire de sommer directement la série. Ce résultat n'a encore été » atteint que dans quelques cas particuliers. » Dans cette Note, nous allons indiquer la solution rigoureuse de ce problème sous certaines conditions, assez générales, par rapport à la fonction $\varphi(x)$.

» 2. En suivant une voie ouverte par M. Poincaré, on peut démontrer que, si f est une fonction *finie* et *continue*, la fonction V , satisfaisant aux

conditions

$$(3) \quad \begin{cases} \frac{d^2 V}{dx^2} + [kp(x) - q(x)]V + f = 0, \\ \frac{dV}{dx} - hV = 0 \quad \text{pour } x = a, \quad \frac{dV}{dx} + HV = 0 \quad \text{pour } x = b, \end{cases}$$

est une fonction méromorphe de k qui n'admet que des pôles simples $k = k_s (s = 1, 2, \dots)$. On peut démontrer ensuite le lemme suivant :

» Si f satisfait à la condition

$$\int_a^b f U_s dx = 0,$$

le point $k = k_s$ est un point simple de la fonction V .

» Cela posé, reprenons la fonction $\varphi(x)$ et posons

$$\varphi(x) = \sum_{s=1}^m A_s U_s + R_m, \quad A_s = \int_a^b p(x) \varphi(x) U_s dx.$$

» Il est presque évident que

$$\int_a^b p(x) R_m U_s dx = 0 \quad (s = 1, 2, \dots, m),$$

et que

$$S_m = \int_a^b p(x) R_m^2 dx$$

est une fonction décroissante de m .

» Supposons que f est égal à $p(x) R_m$. D'après le lemme précédent, la série $\sum_{s=0}^{\infty} k_s V_s$, présentant l'intégrale de l'équation (3), converge, pourvu que $|k| < k_m$. En employant les intégrales de M. Schwarz, on peut démontrer que

$$S_m > k_m^2 L \int_a^b V_1^2 dx,$$

L étant un nombre positif.

» Si la série $\sum_{s=1}^{\infty} A_s U_s$ converge uniformément, la limite de R_m (pour $m = \infty$) est une fonction finie et continue, et l'inégalité (2) nous donne

$$\lim V_1 = 0, \quad \text{d'où} \quad \lim R_m = 0.$$

Par conséquent la série $\sum_{s=1}^{\infty} A_s U_s$ représentera la fonction $\varphi(x)$ toutes les fois qu'elle convergera uniformément.

» 3. Cherchons les conditions de convergence de cette série.

» On peut démontrer les inégalités suivantes :

$$(4) \quad k_n > M(n-1)^2,$$

$$(5) \quad |U_s| < k_s Q,$$

M et Q étant des nombres positifs.

» Je remarquerai seulement que la démonstration de l'inégalité (4) est fondée sur le lemme suivant :

» Si la fonction $u(x)$ satisfait à la condition

$$\int_a^b u(x) dx = 0,$$

la limite inférieure précise du rapport

$$(6) \quad \frac{\int_a^b \left[\frac{du(x)}{dx} \right]^2 dx}{\int_a^b [u(x)]^2 dx}$$

est égale à $\frac{\pi^2}{(b-a)^2}$ [comparer le lemme fondamental de M. Poincaré (*Conti-rend. del circ. di Palermo*, 1894)]. On peut démontrer ce lemme en partant d'une identité de M. Picard (*Traité d'Analyse*, t. III, VI, §9, p. 116). Je profite aussi de l'occasion pour remarquer que cette identité peut être très utile pour déterminer la limite inférieure *précise* du rapport (6) sous diverses conditions, imposées sur la fonction $u(x)$.

» Supposons que $\varphi(x)$ satisfait aux conditions

$$(7) \quad \frac{d\varphi(x)}{dx} - h\varphi(x) = 0 \quad \text{pour } x = a, \quad \frac{d\varphi(x)}{dx} + H\varphi(x) = 0 \quad \text{pour } x = b$$

et que $\frac{d^2\varphi(x)}{dx^2}$ et $\frac{d^3\varphi(x)}{dx^3}$ existent. On a

$$A_s = \frac{\int_a^b \psi U_s dx}{k_s} = \frac{B_s}{k_s}, \quad \psi = q(x)\varphi(x) - \frac{d^2\varphi(x)}{dx^2}.$$

» Par conséquent

$$|A_s U_s| < Q k_s \frac{|B_s|}{k_s} < \frac{Q}{2} k_s B_s^2 + \frac{1}{2k_s}.$$

» On peut démontrer que la série $\sum_{s=1}^{\infty} k_s B_s^2$ converge. La série $\sum_{s=1}^{\infty} \frac{1}{k_s}$

converge d'après l'inégalité (4). Il résulte de là que la série $\sum_{s=1}^{\infty} A_s U_s$ converge absolument et uniformément.

» Donc la série $\sum_{s=1}^{\infty} A_s U_s$ représentera la fonction $\varphi(x)$ toutes les fois que cette fonction sera finie et continue avec ses dérivées des trois premiers ordres et satisfera aux conditions (7).

» On peut appliquer la même méthode pour démontrer la possibilité du développement d'une fonction donnée suivant les fonctions V_s , satisfaisant aux conditions

$$\frac{d^2 V_s}{dx^2} + \frac{d^2 V_s}{dy^2} + \frac{\partial^2 V_s}{\partial z^2} + k_s V_s = 0 \text{ à l'intérieur d'un domaine (D),}$$

$$\frac{\partial V}{\partial x} + hV = 0 \text{ à la frontière,}$$

où h est une constante positive. Il importe de remarquer que la méthode proposée est aussi applicable dans les cas de $h = 0$, $h = \infty$. »

PHYSIQUE. — *Sur le mélange des gaz.* Note de M. A. LEDUC (1) présentée par M. Lippmann.

« On assimile trop souvent les gaz réels aux gaz parfaits. C'est ainsi qu'on donne toujours de la loi du mélange des gaz l'énoncé suivant, en contradiction avec l'expérience de Berthollet (2) qu'il est supposé traduire :

» *La pression d'un mélange de gaz est égale à la somme des pressions que prendrait chacun d'eux s'il occupait seul le récipient à la même température.*

» *A priori*, cette loi est peu vraisemblable. Supposons, en effet, que l'on répète l'expérience de Berthollet en mettant dans les deux ballons du gaz carbonique; il est clair que la diffusion ne peut amener aucun changement de pression.

» Remplaçons dans l'un CO_2 par Az^2O , qui a sensiblement les mêmes

(1) Laboratoire de Physique (Enseignement) à la Sorbonne.

(2) Il résulte des expériences de Regnault et des miennes que, si cet énoncé était exact, Berthollet aurait dû constater une augmentation de pression de $1^{\text{mm}},1$. J'admettrais volontiers que cette augmentation eût pu échapper à Berthollet; mais il conviendrait alors de donner cet énoncé *malgré* et non *à cause de* cette expérience.

constantes critiques et même masse moléculaire, et d'ailleurs la même atomicité.

» On ne prévoit pas que la diffusion mutuelle de ces molécules, qui paraissent physiquement identiques, puisse donner lieu à une variation de pression, tandis que la loi énoncée plus haut fait prévoir une augmentation de pression de 2^{mm}, 6. L'expérience nous montrera tout à l'heure que cette augmentation n'existe pas.

» Je propose donc de remplacer cette loi, qui est toujours en défaut, par la suivante, qui est rigoureuse dans certains cas et très approchée en général :

» *Le volume occupé par un mélange de gaz est égal à la somme des volumes qu'occuperaient les gaz qui le composent sous la pression et à la température du mélange.*

» J'étais arrivé, il y a longtemps déjà, par l'étude de la composition de l'air, à un énoncé équivalent :

» *Dans un mélange, chaque gaz doit être considéré comme subissant la pression totale, et non celle qu'il prendrait s'il occupait seul le récipient.*

» 1. *Air atmosphérique.* — C'est ainsi que, si l'on recherche la proportion (x en vol.) de l'oxygène contenu dans l'air privé de vapeur d'eau, de gaz carbonique, etc., en s'appuyant sur les densités de l'oxygène et de l'azote atmosphérique, on doit écrire

$$x = 1,10523 + (1 - x) 0,97203 = 1,$$

qui donne $x = 0,21$ sensiblement, et la proportion en poids 0,2321 que j'ai trouvée directement.

» Si, au contraire, on appelle y la fraction de la pression totale due à l'oxygène, on devrait écrire, d'après la loi classique :

$$y = 1,10457 + (1 - y) = 0,97195 = 1,$$

d'où $y = 0,2112$ et la proportion en poids : 0,2333.

» Ces derniers résultats présentent avec mes expériences, ainsi que d'ailleurs avec celles de M. Schlöesing fils, des écarts inadmissibles.

» Bien que cette seule raison suffise à faire rejeter la loi dont ils dérivent, j'ai tenu à soumettre à l'expérience plusieurs autres cas particuliers.

» 2. *Protoxyde d'azote et gaz carbonique.* — Dans mon ballon à densités j'introduis d'abord du protoxyde d'azote à 0°, à la pression P_1 voisine de 33^{cm}, et je le tare. Puis j'achève de le remplir avec du gaz carbonique pur, à la pression P_2 voisine de 66^{cm}, et je détermine l'augmentation de poids p .

» Soit V le volume du ballon. Connaissant la compressibilité des deux gaz et la

densité normale du deuxième, je calcule le volume V' auquel se réduirait Az^2O sous la pression P_2 , puis le poids p' de CO_2 qui remplirait $(V - V')$ à la pression P_2 .

» La différence trouvée ($p - p' = 1^{\text{mgr}}, 3$) est imputable aux diverses erreurs accumulées; elle correspondrait à une *diminution* de pression de $0^{\text{mm}}, 2$, tandis que la loi classique exigerait une *augmentation* de $2^{\text{mm}}, 3$.

» *Anhydrides carbonique et sulfureux.* — Mêmes opérations et mêmes calculs. J'ai trouvé dans une expérience

$$p = 3^{\text{sr}}, 0411 \quad \text{et} \quad p' = 3^{\text{sr}}, 0520.$$

» Si la loi que je propose n'était pas troublée par des phénomènes secondaires, il serait donc entré dans mon ballon $10^{\text{mgr}}, 9$ de gaz sulfureux en plus.

» Je traduis ce fait en disant que le mélange a été accompagné d'une augmentation de pression de $1^{\text{mm}}, 25$. La loi classique exigerait une augmentation quatre fois plus forte.

» On peut attribuer cette augmentation de pression à ce que les gaz mélangés ont des poids moléculaires très différents et sont loin de se trouver dans des états correspondants. Quoi qu'il en soit, elle ne peut faire aucun doute (1).

» *Application.* — J'ai calculé antérieurement (2) la densité de l'argon en admettant ma loi des volumes, préalablement justifiée dans le cas de l'air, et en admettant mes densités de l'azote chimique et de l'azote atmosphérique, ainsi que la proportion de l'argon dans ce dernier, d'après M. Schläesing. J'ai trouvé 19,80 au lieu de 19,94, observé par Lord Rayleigh et M. Ramsay.

» L'écart tient, selon toute probabilité, à ce que le mélange de l'azote et de l'argon a lieu avec augmentation de pression (ou de volume) comme celui de SO_2 et CO_2 : 10 000 volumes d'azote atmosphérique seraient constitués par 9880 volumes d'azote et 119 d'argon. Les molécules de l'argon diffèrent en effet de celles de l'azote non seulement par leur masse, mais aussi par leur atomicité. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Détermination de la densité des gaz sur de très petits volumes.* Note de M. TH. SCHLÄESING fils, présentée par M. Duclaux.

« Dans des expériences sur la végétation et sur diverses fermentations, j'ai eu à vérifier la nature de gaz dont je ne possédais ou dont il importait

(1) M. Sacerdote, qui m'a très obligeamment aidé à réaliser ces expériences, a bien voulu se charger de répéter avec beaucoup de soin l'expérience de Berthollet, qui a l'avantage d'être directe. Ses résultats feront l'objet d'une prochaine Communication.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 805; 1896.

de ne consommer que de très faibles quantités. J'ai cherché, pour m'éclairer, à en mesurer la densité. Je n'attendais, de la méthode que j'ai étudiée à cette occasion, qu'une approximation assez grossière; il se trouve, au contraire, qu'elle peut conduire à des résultats d'une précision à utiliser en plus d'un cas.

» Qu'on suppose, au fond d'un système de deux tubes verticaux communiquant par leur partie inférieure, un certain liquide et, au-dessus, un liquide A d'un côté, un liquide B de l'autre, les liquides A et B étant plus légers que le premier et ne se mêlant pas avec lui. Tout le monde voit que si l'on mesure verticalement, à partir d'un même plan horizontal, les colonnes liquides qui se font équilibre dans les deux tubes, on sera en état, connaissant les densités de deux des liquides, de calculer celle du troisième.

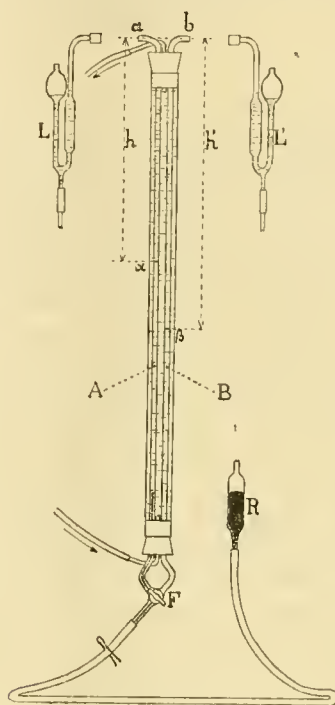
» On peut fonder sur un principe analogue la détermination des densités des gaz. Seulement, il faut parvenir d'abord à disposer trois gaz comme il convient dans le système des deux tubes et à les mettre en équilibre et ensuite à mesurer des colonnes superposées de ces gaz. La suite de cette Note montrera, d'une façon sommaire il est vrai, comment, avec un appareil et des manipulations simples, on résout la première question. Quant à la mesure de colonnes gazeuses, la difficulté est qu'on ne les voit pas. Mais, deux gaz étant placés l'un au-dessus de l'autre dans un tube sans se mêler sensiblement, on peut déterminer la position de leur surface de contact en faisant disparaître l'un des deux par un réactif absorbant. Au moyen de mercure qui arrive par la partie inférieure du tube, on envoie les deux gaz dans un absorbeur, puis on ramène l'unique gaz restant dans le même tube, aux mêmes pression et température qu'avant l'absorption. Si le gaz absorbé est celui qui occupait primitivement le bas du tube, le mercure prendra exactement sa place; le niveau de ce dernier, bien visible, indiquera le niveau, précédemment invisible, jusqu'où s'élevait le gaz absorbé.

» Pour que les choses puissent se passer comme nous le supposons, pour que des gaz restent quelque temps superposés sans qu'il s'en mêle des proportions importantes, il est manifeste que la longueur des colonnes gazeuses doit être extrêmement considérable par rapport à leur diamètre, c'est-à-dire que pratiquement il faut opérer dans des tubes très étroits. Et c'est ici que s'impose comme nécessaire une condition qui, loin d'être une gêne, entraîne le principal avantage de la méthode : les tubes devant être très étroits, les volumes gazeux employés seront très petits. En fait, j'ai obtenu d'excellentes déterminations de densité sur 6^{cc} ou 10^{cc} de gaz.

» Le dessin ci-contre représente les parties principales de l'appareil dont je me sers. Cet appareil comprend essentiellement deux tubes, A et B, de 2^{mm} à 2^{mm},5 de diamètre intérieur, de 1^m,10 à 1^m,60 de long, suivant les cas. Les extrémités inférieures de ces tubes aboutissent à un même robinet à trois voies F, permettant, soit de faire communiquer entre elles les deux branches A et B, soit d'isoler chacune d'elles, soit de la mettre en relation avec un réservoir à mercure R, qu'on déplace verticalement selon les besoins. A leur extrémité supérieure, les deux tubes se recourbent à angle droit. Sur presque toute leur longueur, ils sont noyés dans un courant d'eau qui les maintient à température constante.

» Une expérience s'exécute de la façon suivante. Supposons, pour préciser, que le

gaz G, dont on cherche la densité, soit plus léger que l'acide carbonique, sur lequel il n'exerce d'ailleurs point d'action chimique, et qu'il ne se dissolvait pas sensiblement dans la potasse concentrée. On remplira entièrement la branche B du gaz G et la



branche A de gaz carbonique ⁽¹⁾, sans laisser de communication entre les deux branches. Puis on établira cette communication, en laissant ouverts à l'air les orifices *a* et *b*, et l'on attendra un certain temps. La colonne de gaz carbonique étant plus lourde que la colonne de gaz G, il se produira un mouvement du premier gaz, de la branche A vers la branche B, à travers le robinet F. De l'air entrera par *a* à la suite du gaz carbonique descendant dans A; une partie du gaz G sortira, au contraire, par *b* et sera rejetée dans l'atmosphère. A un moment, un certain équilibre sera atteint et le mouvement cessera. Soient alors α et β les surfaces idéales suivant lesquelles les trois gaz, air, acide carbonique et gaz G, se toucheraient deux à deux, s'ils ne se mêlaient aucunement; soient respectivement *h* et *h'* les distances verticales de α et β au centre de l'orifice *b*; soient *d*, *d'* et δ les densités, à l'état sec, de l'air, du gaz G et du gaz carbonique, à la température et à la pression de l'expérience. Le poids de gaz compris dans les branches A et B entre deux plans horizontaux passant, l'un par

(¹) A cet effet, on remplit d'abord chaque branche de mercure en élevant R; on la relie, sans qu'il s'introduise une trace d'air, avec la source du gaz voulu, et l'on abaisse R jusqu'au niveau de F.

le centre de b et l'autre par β , est le même de part et d'autre, pour l'unité de surface, quand l'équilibre est réalisé; on a donc : $h'd' = hd + (h' - h)\delta$, car si l'on a humidité d'eau, avant l'expérience, la paroi intérieure de A de B, les trois gaz sont saturés, et l'on peut négliger la vapeur d'eau, qui pèse également de chaque côté. Or, d , d' et δ ne diffèrent que par un même facteur des densités d_0 , d'_0 et δ_0 à l'état sec, sous la pression de 760^{mm} et à la température de 0°. Dès lors, on a :

$$h'd'_0 = hd_0 + (h' - h)\delta_0,$$

relation où l'on connaît d_0 et δ_0 (dans notre hypothèse, $d_0 = 1$ et $\delta_0 = 1,529$, si l'on veut les densités par rapport à l'air) et qui donnera la densité cherchée d'_0 , si l'on parvient à déterminer h et h' .

» Pour avoir h et h' , dès que l'équilibre dont il a été parlé est établi, on isole les deux branches l'une de l'autre par le robinet F et, le gaz qui occupe le bas de l'appareil étant ici de l'acide carbonique, on adapte à chacun des orifices a et b , avec un raccord particulier, un absorbeur, L ou L', renfermant de la potasse concentrée; on fait passer successivement le contenu de chaque branche dans l'absorbeur correspondant et, après l'absorption de l'acide carbonique, on ramène dans cette branche le gaz restant, de manière qu'il s'y trouve rigoureusement à la pression atmosphérique (les absorbeurs remplissent la fonction de manomètres très précis). Les points où s'arrête alors le niveau du mercure dans A et B représentent les points cherchés α et β , lesquels déterminent h et h' .

» Si l'on opérait sur des liquides, il suffirait d'un instant pour que l'équilibre s'établît dans les deux branches. Mais, avec les gaz, plusieurs minutes (de quatre à huit suivant les appareils) sont nécessaires. Par suite, la diffusion entre en jeu sensiblement. Elle mélange les gaz, sur une certaine longueur, au voisinage de α et de β ; ce qui est sans inconvénient dans un tube suffisamment cylindrique. Elle permet, de plus, la pénétration de l'air extérieur par b , air qui, se mêlant au gaz étudié, en modifierait la densité. Mais on évite cette dernière cause d'erreur en adaptant en b un tube t , long de 0^m,30 à 0^m,50, qui forme le prolongement de B et qui est exactement placé dans un plan horizontal. Au commencement de la période d'établissement d'équilibre, t est plein du gaz étudié; durant cette période, le peu d'air qui y entre n'arrive pas jusqu'en b et, demeurant dans une partie horizontale, est sans influence sur l'équilibre final. On voit que l'intervention de la diffusion impose une limite supérieure pour la durée de l'expérience, si l'on ne veut que l'équilibre obtenu soit troublé. Dans les conditions où j'ai opéré, il était préférable de réaliser cet équilibre en moins de dix minutes.

» Je donnerai, s'il m'est permis, dans une seconde Note, d'autres détails et des résultats numériques. J'ajouterai seulement aujourd'hui que la méthode proposée permet, en très peu de temps, de déterminer la densité d'un gaz (tous ne s'y prêtent pas également) avec une approximation qui, étant donné qu'on opère sur 6^{cc} ou 10^{cc}, est assez remarquable, et cela sans lire le baromètre, sans une pesée et, pour ainsi dire, sans calcul. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un appareil dit* verseur hermétique. Note de M. R. PERSONNE DE SENNEVOV, présentée par M. Lippmann.

« Cet appareil résout le problème suivant :

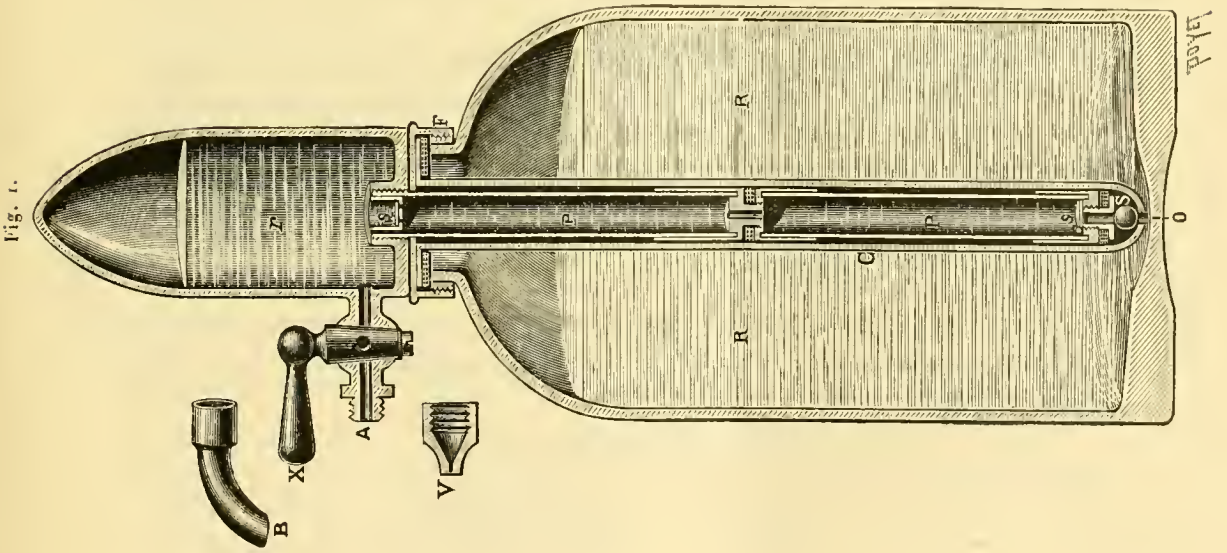
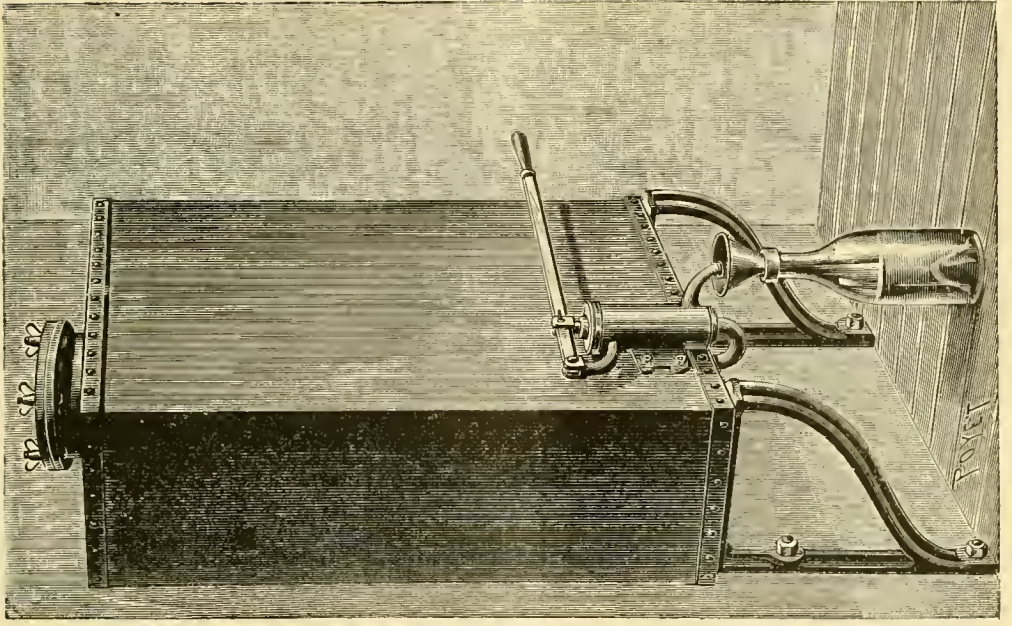
» *Étant donné un récipient hermétiquement clos, rempli de liquide, en extraire une portion quelconque de ce liquide sans laisser rentrer aucun fluide extérieur, notamment sans qu'il y ait rentrée d'air. Le liquide sort du récipient hermétiquement clos en laissant derrière lui le vide.*

» L'appareil se compose d'un récipient clos, tel qu'un flacon de verre, et d'un tube de métal qui plonge jusqu'au fond (*fig. 1*). Ce tube constitue un corps de pompe; dans son intérieur se meut un piston plongeant, formé par un second tube muni d'une garniture et de soupapes. Le corps de pompe est fermé à sa partie inférieure par une soupape d'admission S, qui est une masse sphérique plus dense que le liquide et appuyant par son poids. Le piston est rendu étanche par deux garnitures annulaires en fibre qui emprisonnent entre elles une colonne annulaire de liquide. Enfin le piston porte deux soupapes d'émission constituées par des languettes de parchemin.

» A chaque coup de piston il sort du liquide, que l'on peut à volonté faire monter dans un réservoir où il se comprime, ou faire simplement sortir par un ajutage. Le vide se forme, et l'on peut avoir le phénomène de l'ébullition à froid.

» Le verseur hermétique peut servir à conserver à l'abri de l'air des liquides altérables ou volatils, éther, chloroforme, chlorure de méthyle, etc. On peut adapter la pompe, qui en forme l'organe essentiel, à un grand réservoir métallique hermétiquement clos (*fig. 2*) et rendre ainsi sans danger la manipulation des liquides tels que l'essence de pétrole.

» Si le réservoir est une bouteille, je pense qu'il est facile d'en faire une bouteille « inviolable ». En effet, le tube-pompe est fixé sur le goulot de la bouteille par un rebord garni de caoutchouc, et il y adhère en vertu de la pression atmosphérique. Une capsule protectrice en métal, à vis, entoure cette partie de l'appareil et empêche que l'on y ait accès : il suffit donc d'apposer des timbres de garantie sur le bouchon à vis; on ne peut dévisser celui-ci sans rompre les cachets de garantie. »



CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le potentiel thermodynamique.* Note
de M. A. POISSON, présentée par M. Lippmann.

« I. Dans un vase A, une solution aqueuse, sous une pression P, émet à travers une paroi spéciale de la vapeur d'eau avec une force élastique F, et un volume spécifique v. Dans un vase B une autre solution aqueuse, sous une pression P', émet de la vapeur d'eau avec une force élastique \tilde{F} , et un volume spécifique v. L'addition de l'unité de masse d'eau à chaque solution, \tilde{F} et F restant constants, accroît son volume de K_F et $K_{\tilde{F}}$.

» On peut faire parcourir à l'unité de masse d'eau un cycle isotherme fermé; les travaux des forces extérieures sont :

» 1° Passage irréversible de A en B : $PK_F - P'K_{\tilde{F}}$;

» 2° Passage réversible de B en A : $P'K_F - \tilde{F}v - \int_{\tilde{F}}^F \tilde{F} dv + Fv - PK_F$.

» La somme algébrique de ces travaux est $\int_{\tilde{F}}^F v d\tilde{F}$: elle est toujours positive : $F > \tilde{F}$.

» Cette expression est simple : elle ne contient pas les pressions exercées sur les solutions, elle ne comprend que les pressions et volumes spécifiques se rapportant à l'état sous lequel l'eau peut passer d'une manière réversible d'un vase à l'autre (on aurait pu supposer aussi l'eau à l'état liquide); elle est indépendante des substances mélangées à l'eau dans les deux vases.

» Si les deux vases A et B contiennent un corps commun quelconque, libre de toute combinaison, ou existant dans une combinaison dissociable par la pression, on peut supposer qu'il passera d'un vase à l'autre à travers des parois spéciales et un milieu intermédiaire, où il aura une pression osmotique π sous un volume spécifique v. Le travail dans un cycle semblable au précédent sera $\int_{\pi_B}^{\pi_A} v d\pi$.

» On l'appelle *travail non compensé* \bar{c} ; à chaque température il ne dépend que de \tilde{F} et F ou de π_A et π_B . On peut supposer \tilde{F} ou π_B constant = 0, quelle que soit la température :

$$\bar{c} = \int_0^F v dF = \Phi(F, T),$$

$$\frac{\partial \Phi}{\partial F} = v, \quad \frac{\partial \Phi}{\partial T} = \int_0^F \frac{\partial v}{\partial T} dF;$$

$\Phi(F, T)$ sera, par définition, la valeur du potentiel thermodynamique de l'unité de masse du corps sortant de A avec une force élastique F.

» Cette valeur égale $[Fv - (TS - U)]_0^F$, car $\int_0^F F dv = (TS - U)_0^F$.

» Deux mélanges émettant un corps avec la même force élastique F sont en équilibre osmotique relativement à ce corps; on peut dire aussi que l'unité de masse a le même potentiel thermodynamique dans les deux mélanges, et que ce potentiel ne change pas dans le passage réversible de ce corps de l'un à l'autre, F restant constant.

» Si le corps sort de chaque mélange avec des valeurs de F différentes, il n'y a pas équilibre osmotique; le passage immédiat du corps de l'un à l'autre est irréversible. Le sens de ce passage est fixé *a priori* : il correspond à une chute de pression, par suite à une diminution du potentiel thermodynamique de ce corps.

» Dans cette chute l'unité de masse subit une variation d'énergie intérieure, la même que dans une opération réversible; mais, dans ce dernier cas, elle effectuerait un excès de travail extérieur égal précisément à la chute de potentiel.

» Voici une représentation physique de ce travail :

» Si, dans un tube vertical, se trouve de la vapeur d'eau à une température uniforme et soumise à l'action de la pesanteur; si les deux vases A et B précédents sont placés au même niveau où, dans le tube, la force élastique de la vapeur est F, on peut faire passer par voie osmotique irréversible l'unité de masse d'eau de A dans B. Si, au contraire, le vase B était à un niveau où la force élastique est F' , ce même passage pourrait être effectué réversiblement, mais il faudrait fournir au système, dans ce cas, une quantité de chaleur plus grande; l'excès étant équivalent au travail que peut restituer l'unité de masse tombant de la deuxième position de B à la première.

» II. Considérons maintenant un système homogène ou hétérogène en équilibre osmotique avec *ses composants* dans des systèmes annexes. On peut toujours dissocier la matière du système principal en ses composants, sans changement de pression : soit m la masse d'un corps dans le système principal, m_1 dans le système annexe, sous une pression gazeuse ou osmotique $F : \Sigma (m + m_1) \int_0^F v dF$ ou $\Sigma (m + m_1) [Fv - (TS - U)]$, formé avec tous les corps, est une quantité qui ne dépend que de l'état actuel du système principal. On peut donc considérer cette expression comme représentant le potentiel thermodynamique de l'ensemble des systèmes; *il y a toujours un potentiel thermodynamique.*

» $\Sigma m [Fv - (TS - U)]$ représente le potentiel thermodynamique du système principal, F pression d'un composant dans un système annexe.

» Dans une transformation réversible isothermique et élémentaire de l'ensemble des systèmes, en prenant pour variables indépendantes les pressions F des systèmes annexes, la différentielle partielle du potentiel thermodynamique est

$$\Sigma (m + m_1) v dF = \Sigma m v dF + \Sigma m_1 v dF = \Sigma V dF,$$

V volume de chaque système où la pression est uniformément F (y compris le système principal). Cette différentielle n'est pas nulle.

» Dans une transformation isothermique élémentaire du système principal (F_0, V_0), considéré seul, la variation de son potentiel thermodynamique est $\Sigma m v dF = V_0 dF_0$.

» Elle n'est nulle que si $dF_0 = 0$, mais cela ne peut arriver que si le système est hétérogène et si une partie de ce système s'accroît aux dépens d'autres, sans changement de composition.

» On ne forme pas habituellement le potentiel thermodynamique d'un mélange comme je viens de l'indiquer, aussi on arrive à des conclusions ne concordant pas rigoureusement avec celles de cette Note. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le spectre des rayons cathodiques.* Note de M. BIRKELAND, présentée par M. Poincaré.

« Dans une Note du 28 septembre 1896, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie quelques résultats expérimentaux obtenus en déviant convenablement un faisceau très étroit de rayons cathodiques par des forces magnétiques, de façon à laisser les rayons déviés se manifester par phosphorescence sur une surface de verre se trouvant en dehors d'autres luminosités qui pourraient troubler les phénomènes.

» En effet, on reconnaît par ce procédé une certaine dispersion des rayons déviés montrant qu'ils se constituent en groupes différents.

» Dernièrement M. J.-J. Thomson (*Phil. Mag.*, oct. 1897) a trouvé que l'apparence de ce spectre est toujours la même pour des décharges à travers des gaz différents, pourvu que les différences moyennes de potentiel entre l'anode et la cathode soient aussi les mêmes.

» De plus, il a trouvé que le même spectre peut être produit en déviant les rayons cathodiques par des forces électrostatiques au lieu de les faire dévier par des forces magnétiques.

» Ces résultats se comprennent facilement par les recherches suivantes que je viens

de faire après avoir aperçu que l'apparence du spectre varie, quelquefois même considérablement, avec des cathodes différentes successivement introduites dans un même tube. Il paraît que c'est moins la matière différente des cathodes qui en est la cause que les détails de leur construction mécanique.

» Cependant en prenant certaines précautions on réussit à obtenir des résultats réguliers et correspondants d'un tube de décharge à l'autre.

» Je vais en décrire quelques-uns obtenus avec un tube à cathode ordinaire d'aluminium, dont le contact métallique entre les différentes parties et dont le contact avec le fil conducteur reliant la cathode au pôle négatif de la grande bobine employée étaient aussi parfaits que possible. En outre, le tube et les électrodes étaient, avant les expériences, débarrassés soigneusement même de gaz occlus; après quoi le tube fut rempli d'assez peu d'hydrogène pur pour que la différence du potentiel entre l'anode et la cathode au moment où la décharge éclate ne descende pas au-dessous de 10000 volts. Pendant les décharges les rayons cathodiques doivent sortir régulièrement au milieu de la cathode.

» En tenant compte des remarques ci-dessus j'ai trouvé dans un spectre spécial quatre bandes jaunes séparées par des bandes obscures. Dans chaque bande lumineuse j'ai souvent distingué des lignes d'une luminosité plus intense, et ces lignes paraissaient quelquefois bien nombreuses.

» Pour étudier de près ces phénomènes, j'ai introduit devant la cathode et communiquant avec elle par un court fil fin de cuivre une résistance d'eau variable facile à régler.

» Par ce procédé, on obtient une seule bande jaune, restant tranquille d'une décharge à l'autre, et qui peut facilement avoir une largeur de plusieurs centimètres, la résistance étant convenablement choisie. La largeur de la bande s'augmente du reste avec le courant primaire de la bobine employée et possède en outre un maximum très marqué, la résistance d'eau étant variable.

» En regardant attentivement cette bande d'une luminosité, au premier coup d'œil, homogène, on aperçoit partout les traces d'un nombre énorme de lignes.

» Si pourtant le fil de cuivre reliant la résistance d'eau à la cathode est mis en communication avec une boule métallique isolée (j'ai employé des boules de 0^m, 10 et de 0^m, 30 de diamètre), la bande jaune se contracte et se résout en raies fines changeant maintenant un peu de position d'une décharge à l'autre. Ces lignes sont, on le voit facilement sans pouvoir les compter, beaucoup plus nombreuses pour la boule de 0^m, 10 que pour la boule de 0^m, 30, toutes choses égales d'ailleurs.

» On pourra diminuer le nombre des lignes à son gré en introduisant des capacités en conséquence. J'ai employé trois bouteilles de Leyde de

120^{cc}, 750^{cc} et 1200^{cc} de volume. Avec la première, j'estime avoir vu une trentaine de lignes, avec la seconde j'en ai compté cinq, avec la troisième j'en ai rarement vu plus d'une seule. Il faut remarquer pourtant qu'avec ces capacités le nombre des lignes augmente avec le courant primaire et qu'il diminue quand la résistance d'eau augmente.

» Il y a une manière de séparer les lignes de ces spectres l'une de l'autre à la distance voulue.

» En effet, si par tâtonnements on arrive à fermer le courant des aimants déviant les rayons au moment où une décharge éclate, on voit le spectre s'étendre largement, et j'ai souvent réussi avec la plus petite bouteille de Leyde à produire une image phosphorescente d'une beauté parfaite sur le verre et presque identique aux images des décharges intermittentes, reproduites dans un Mémoire célèbre de Feddersen (*Pogg. Ann.*, 103; 1858; Taf. I, *fig.* 18, 19). La variation rapide du système magnétique employé joue le même rôle ici que le miroir tournant de Feddersen dans ses expériences.

» Avec un arrangement automatique, j'ai fait varier le champ magnétique synchroniquement aux éclats de décharges. De cette manière, j'ai observé que la distance des lignes du spectre augmente avec la capacité et la résistance d'eau, intercalées devant la cathode.

» Si, au contraire, on intercale la capacité et la résistance d'eau devant l'anode, nous n'aurons pas les phénomènes décrits plus haut, mais d'autres résultats moins marqués et de nature à confirmer la théorie.

» Si la plaque cathode est mal fixée sur la tige qui la supporte, les résultats sont tout autres. Le spectre consiste dans ce cas en des bandes larges qui ne sont presque pas affectées d'une capacité ou d'une résistance d'eau intercalée.

» Si les rayons cathodiques sortent de points différents et irrégulièrement répandus sur une plaque cathode, les résultats ne sont plus nets.

» Les phénomènes que je viens d'exposer jettent une grande lumière sur la découverte des *surfaces d'interférence* des rayons cathodiques faite par M. Jaumann.

» Il me paraît aussi que cette différenciation indiquée de la décharge partant de la cathode nous promet plus de clarté sur la question de stratification de la colonne positive.

» D'après une expérience bien connue de J.-J. Thomson, il est certain que les strates apparaissent d'abord près de l'anode et plus tard dans le voisinage de la cathode. Mais s'ensuit-il que les décharges élémentaires

qui se manifestent par ces strates sont émises par l'anode? Les strates n'existent pas dans le voisinage de la cathode; on admet pourtant que les décharges élémentaires se propagent aussi à travers cet espace. Or, nous savons que la distance des strates de la cathode dépend beaucoup de la répartition de la force électrique dans le tube, et cette répartition est tout autre au moment de naissance d'une décharge que plus tard. D'autre part, M. Goldstein a montré, il y a seize ans (*Wied. Ann.*, t. XII, p. 271), que la position et les propriétés des simples strates bien définies dépendent complètement de la position et du caractère de la cathode mais pas du tout des conditions de l'anode.

» Je viens de démontrer que la distance des simples strates ne varie pas, si l'on intercale des capacités devant les électrodes; même de petites capacités, liées le plus intimement possible à la cathode ou à l'anode, n'influent pas.

» Le nombre, dans l'unité de temps des chocs intermittents, se manifestant par des strates, est donc probablement réglé par le gaz seul, ou par les propriétés des chaînes de Grotthus qui s'y forment.

» D'après ce que je viens d'exposer, je pense qu'il serait plus naturel de supposer que la cathode émet : 1° des chocs de décharge intermittents, dont les propriétés sont surtout réglées par des conditions extérieures du tube de décharge *viz* : la différence du potentiel entre l'anode et la cathode, les capacités et l'état de conductibilité dans le voisinage de la cathode; ces chocs se manifestent par les rayons cathodiques; 2° des chocs dont les propriétés sont surtout réglées par les conditions du gaz inclus dans le tube; ces chocs se manifestent par des strates. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre du cadmium dans un tube à vide.*

Note de M. MAURICE HAMY, présentée par M. Lœwy.

« La lampe à cadmium que j'ai décrite dans une Communication antérieure (1) émet, dans le spectre visible, une vingtaine de radiations, lorsque le tube à vide est chauffé à 295° environ.

» Plusieurs radiations, d'une extrême simplicité, peuvent produire des franges d'interférence à grandes différences de marche. De ce nombre est la radiation rouge (λ , 644) dont la longueur d'onde absolue a été déter-

(1) *Comptes rendus*, 1^{er} semestre 1897.

minée, avec une haute précision, au Bureau international des Poids et Mesures, avec l'appareil de M. Michelson. Prenant pour point de départ le nombre obtenu dans ces mémorables expériences, je me suis proposé de mesurer les longueurs d'ondes des autres radiations simples.

» Le principe de la méthode suivie est dû à M. Michelson. On détermine expérimentalement, pour chacune des radiations, avec un compensateur approprié, la partie fractionnaire du nombre de franges contenues dans des distances connues à quelques millièmes de millimètre près et allant en doublant. Un calcul facile fournit ensuite les nombres entiers de franges contenues dans ces distances et l'on en déduit les rapports des longueurs d'ondes de toutes les radiations à la longueur d'onde de l'une d'elles.

» L'appareil interférentiel utilisé dans mes recherches est fondé sur l'emploi des anneaux de Newton réfléchis. La lumière y pénètre à travers une ouverture demi-circulaire, de 0^{mm},5 de rayon, placée au foyer et centrée sur l'axe d'une lentille collimatrice dont une des faces, de grand rayon, disposée en regard d'un miroir plan, sert à produire les anneaux. La vision s'effectue à travers une seconde ouverture semblable à la première et composant avec elle un cercle entier. En appelant R le rayon du cercle, *f* le foyer de la lentille, *e* l'épaisseur de la lame mince au centre des anneaux, la visibilité des franges produites avec une lumière monochromatique de longueur

d'onde λ est $\frac{\sin \frac{\pi e R^2}{\lambda f^2}}{\frac{\pi e R^2}{\lambda f^2}}$. Ce rapport était très voisin de 1 dans mes expériences,

même pour des différences de marche de 14^{mm}. Aussi l'influence de l'étendue de la source lumineuse sur la netteté des franges (1) ne se faisait-elle pas sentir. Les rapports de longueurs d'ondes déterminés avec l'appareil sont d'ailleurs indépendants de cette étendue.

» Le Tableau suivant résume les résultats obtenus. La première colonne contient des numéros d'ordre; la deuxième une indication approximative de l'éclat de chacune des radiations estimée à l'œil; la troisième fournit les logarithmes des rapports des longueurs d'ondes des différentes raies à celle de la raie rouge principale; la dernière colonne contient les longueurs d'ondes calculées en partant de la longueur d'onde de la radiation rouge $\lambda_R = 0,6438472$. Les longueurs d'ondes, affectées de lettres, sont celles

(1) Cette influence a été signalée par M. Mascart, puis étudiée notamment par M. Benoît, M. Michelson et surtout par M. Ch. Fabry dans sa Thèse de doctorat.

qui ont déjà été mesurées au Bureau international des Poids et Mesures.

| Numéros. | Grandeurs. | Log. Rapports. | Longueurs d'ondes. |
|----------|------------|-------------------|-----------------------|
| 1..... | 1 | 0,0000000 | 0,6438472 R |
| 2..... | 4 | 0,0077112 | 0,6325161 |
| 3..... | 3 | 0,0781517 | 0,5378128 |
| 4..... | 3 | 0,0814468 | 0,5337477 |
| 5..... | 2 | 0,0965832 | 0,5154655 |
| 6..... | 1 | 0,1024208 | 0,5085832 V |
| 7..... | 1 | 0,1275489 | 0,4799919 B |
| 8..... | 2 | 0,1387084 | 0,4678153 I |
| 9..... | 4 | 0,1401784 | 0,4662345 |
| 10..... | 5 | 0,1637830 | 0,4415702 (1) |

» Toutes les radiations, à l'exception de celles dont les longueurs d'ondes sont suivies des lettres V, B, I, sont d'une simplicité remarquable. La netteté des anneaux demeure absolument constante lorsque l'on fait varier graduellement la différence de marche de 0^{mm} à 14^{mm} (limite que l'appareil ne permettait pas de dépasser). Leurs longueurs d'ondes sont bien déterminées parce que la mesure des excédents fractionnaires a pu se faire avec une grande précision. Les erreurs sur ces nombres ne dépassent pas 2 à 3 unités de la dernière décimale et la répétition des observations permettra de les faire disparaître.

» La radiation marquée I est aussi très simple, mais à un degré inférieur aux précédentes. Sa longueur d'onde, déterminée au pavillon de Breteuil, avec une différence de marche de 100^{mm} , ne diffère du nombre contenu dans le Tableau que d'une unité de la dernière décimale.

» Les radiations 6 et 7 sont complexes. Les anneaux se troublent beaucoup lorsque la différence de marche des faisceaux interférents est de 14^{mm} . Aussi les nombres obtenus pour ces radiations n'ont-ils pas la précision des autres. Ils dépassent de huit unités de la dernière décimale ceux qui ont été déterminés avec la lampe de M. Michelson. Ces radiations, surtout la radiation verte, se simplifient lorsque le tube à vide renferme des traces d'air, ce qui ne modifie pas, d'après les expériences de M. Michelson, la longueur d'onde de la raie rouge. C'est dans ces conditions que leurs longueurs d'ondes ont été obtenues au Bureau des Poids et Mesures. Les tubes ainsi

(1) Il y a encore une raie visible, plus éloignée dans le violet, qui est extrêmement simple; mais l'œil ne discerne pas assez bien les anneaux pour permettre de mesurer sa longueur d'onde.

construits ne se conservent pas. L'air disparaît après un fonctionnement de quelques heures. Ce fait a été constaté par M. Chappuis, qui a bien voulu faire l'expérience sur ma demande. L'addition de l'air dans les tubes a l'inconvénient de faire disparaître plusieurs radiations, notamment les trois raies vertes 3, 4, 5; c'est probablement une des raisons qui ont fait que M. Michelson a signalé quatre raies simples seulement dans le spectre du cadmium.

» Je compte poursuivre mes recherches dans l'ultra-violet, me proposant aussi de reprendre les déterminations présentes avec un appareil permettant de donner aux faisceaux interférents des différences de marche supérieures à 14^{mm} . L'appareil décrit dans une Communication récente (1) sera employé pour séparer les composantes des raies doubles 6 et 7. Le spectroscopie interférentiel de MM. Perot et Fabry (2) permettrait d'arriver au même résultat. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1^{er} janvier 1898.* Note de M. **TU. MOUREAUX**, présentée par M. Mascart.

» *Parc Saint-Maur.* — L'enregistrement des variations des éléments magnétiques n'a subi aucune modification au cours de l'année 1897; les courbes diurnes sont dépouillées pour chaque heure, et les repères sont fréquemment vérifiés par des mesures absolues.

» L'état magnétique n'ayant pas paru suffisamment calme dans les derniers jours de décembre, les valeurs des divers éléments au 1^{er} janvier 1898 sont déduites de la moyenne de toutes les valeurs horaires du 28 décembre 1897 et du 4 janvier 1898, rapportées à des mesures absolues faites à ces deux dates. La variation séculaire résulte de la comparaison entre les valeurs actuelles et celles qui ont été données pour le 1^{er} janvier 1897 (3).

| | Valeurs absolues au 1 ^{er} janvier 1898 (4). | Variation séculaire en 1897. |
|------------------|---|------------------------------------|
| Déclinaison..... | 14°56',0 | -5',5 |
| Inclinaison..... | 64°58',9 | -1',9 |

(1) HAMY, *Comptes rendus*, second semestre 1897, p. 1092.

(2) PEROT et FABRY, *Comptes rendus*, 1^{er} semestre 1898, p. 34.

(3) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 77; 1897.

(4) Nous introduisons ici, pour la première fois, dans le calcul de la composante

| | Valeurs absolues au 1 ^{er} janvier 1898. | Variation séculaire en 1897. |
|----------------------------------|---|------------------------------------|
| Composante horizontale | 0,19660 | +0,00034 |
| Composante verticale | 0,42125 | +0,00013 |
| Force totale | 0,46487 | +0,00027 |

» L'observatoire du Parc Saint-Maur est situé par $0^{\circ}9'23''$ de longitude est de Paris, et $48^{\circ}48'34''$ de latitude nord.

» *Perpignan.* — Les observations magnétiques sont faites à Perpignan avec des instruments semblables à ceux du Parc Saint-Maur, et d'après les mêmes méthodes. Les courbes, relevées et réduites sous la direction de M. le Dr Fines, sont également dépouillées heure par heure. Les valeurs au 1^{er} janvier 1898 résultent de la moyenne des valeurs horaires du 28 décembre 1897 et du 4 janvier 1898, contrôlées par des mesures absolues faites par M. Cœurdevache les 27, 29 et 30 décembre.

| | Valeurs absolues au 1 ^{er} janvier 1898 ⁽¹⁾ . | Variation séculaire en 1897. |
|----------------------------------|---|------------------------------------|
| Déclinaison | $13^{\circ}49',1$ | $-4',2$ |
| Inclinaison | $60^{\circ}3',1$ | $-2',1$ |
| Composante horizontale | 0,22362 | +0,00034 |
| Composante verticale | 0,38812 | +0,00003 |
| Force totale | 0,44793 | +0,00020 |

» L'observatoire de Perpignan est situé par $0^{\circ}32'45''$ de longitude est, et $42^{\circ}42'8''$ de latitude nord.

» *Nice.* — Les instruments magnétiques de l'observatoire de Nice sont identiques à ceux du Parc Saint-Maur et de Perpignan. Les valeurs des éléments au 1^{er} janvier 1898 résultent du dépouillement horaire des courbes de variations relevées pendant les journées du 31 décembre 1897

horizontale, la correction $-0,00020$ due à l'induction par la Terre et, de plus, une correction instrumentale de $-0,00047$. D'après cela, toutes les valeurs relatives à l'intensité publiées antérieurement doivent subir les corrections ci-après : composante horizontale, $-0,00067$; composante verticale, $-0,00144$; force totale, $-0,00159$.

(¹) La valeur de la composante horizontale a subi une correction de $-0,00022$ due à l'induction par la Terre, et une correction instrumentale de $-0,00066$. Les corrections suivantes doivent être appliquées aux valeurs de l'intensité publiées antérieurement : composante horizontale, $-0,00088$; composante verticale, $-0,00153$; force totale, $-0,00177$.

et du 1^{er} janvier 1898, et des mesures absolues faites par M. Auvergnon les 27, 29 et 31 décembre :

| | Valeurs absolues au 1 ^{er} janvier 1898. | Variation séculaire en 1897. |
|-----------------------------|---|------------------------------------|
| Déclinaison..... | 12° 10', 3 | —5', 1 |
| Inclinaison..... | 60° 14', 3 | —2', 2 |
| Composante horizontale..... | 0, 22332 | +0, 00028 |
| Composante verticale..... | 0, 39054 | —0, 00010 |
| Force totale..... | 0, 44988 | +0, 00006 |

» L'observatoire de Nice est situé par 4° 57' 48" de longitude est, et 44° 43' 17" de latitude nord. »

PHYSIQUE. — *Contribution à l'étude des foudres électriques.* Note de MM. **GIX** et **LELEUX**, présentée par M. Mascart.

« D'après M. Blondel (1), l'arc électrique peut être assimilé à une résistance ordinaire, sur la nature de laquelle ses expériences ne jettent aucun jour. Nous nous sommes efforcés d'établir la nature de cette résistance, en étudiant l'arc dans des milieux divers; nous présentons les déductions suggérées par ces expériences, non comme des faits définitivement acquis, mais comme des hypothèses vraisemblables.

» *La chute de potentiel caractéristique d'un arc jaillissant au sein d'un milieu donné est due simplement à la résistance de la masse gazeuse interposée entre les électrodes et résultant de la vaporisation des électrodes ou des matières soumises à l'action de l'arc.*

» Considérons comme un conducteur ordinaire le cylindre gazeux qui réunit les électrodes.

» Soient l et s sa longueur et sa section (supposée égale à celle des électrodes); ρ sa résistivité et c sa chaleur spécifique par unité de volume :

» L'énergie transformée en chaleur dans l'unité de temps est RI^2 , la quantité de chaleur correspondante

$$\frac{1}{A} \left(\frac{I}{s} \right)^2 \rho l s.$$

» Si l'enceinte était limitée par des parois formant écran calorifique

(1) *Comptes rendus*, 19 juillet 1897.

parfait (échauffement adiabatique), on aurait :

$$\frac{1}{\Lambda} \left(\frac{I}{s} \right)^2 \rho l s = clst, \quad t = \frac{1}{\Lambda} \left(\frac{I}{s} \right)^2 \frac{\rho}{c}.$$

» La température de l'arc croîtrait comme le carré de la densité du courant et le rapport de la résistivité à la chaleur spécifique par unité de volume de l'atmosphère de l'arc (ces deux dernières quantités elles-mêmes variables avec t).

» Les conditions d'un échauffement adiabatique sont irréalisables, mais on peut s'en rapprocher en faisant jaillir l'arc dans un milieu de conductibilité calorifique extrêmement faible, par exemple dans le mélange pulvérulent qui sert à la fabrication du carbure de calcium.

» Dans un tel milieu, *immobile par rapport aux électrodes*, l'arc creuse autour de lui une poche présentant à son pôle supérieur un petit cratère, par lequel s'échappent de l'oxyde de carbone et des vapeurs de *chaux*, de *calcium* et de *carbone*.

» Le volume de cette cavité augmente jusqu'à une certaine limite, puis un état stationnaire s'établit, pour lequel les volatilisations et les actions chimiques ayant cessé, les quantités de chaleur dégagées par l'arc sont équilibrées par les émissions vers les milieux environnants.

» Après refroidissement, on observe que les parois de la poche sont stratifiées en couches concentriques se succédant comme suit de l'intérieur à l'extérieur :

» 1° Une couche de graphite brillant, à texture caverneuse et d'aspect bouillonné;

» 2° Une couche de carbure de calcium cristallisé;

» 3° La matière initiale inaltérée.

» On en déduit que la température interne a été assez élevée pour que la tension de dissociation des vapeurs de calcium et de carbone s'oppose à la combinaison des deux corps, laquelle n'a pu se produire qu'au delà de la surface de niveau limitant la région des températures inférieures à celle de dissociation.

» Si l'on ne voulait admettre la dissociation du carbure de calcium, on pourrait expliquer l'existence de la couche de graphite par ce fait que la température très élevée de l'enceinte aurait provoqué une volatilisation si rapide de la chaux qu'une partie de celle-ci eût échappé à la réduction et à la carburation subséquentes en laissant un excès de carbone comme résidu.

Il nous semble probable que les deux phénomènes sont simultanés.

» La tension de l'arc varie avec la nature de son atmosphère. Dans le mélange pour carbure de calcium, la température stationnaire étant atteinte, nous avons obtenu des arcs à la tension de 18 à 20 volts, pour un écartement de 10^{cm} environ ($s = 100^{\text{ca}}$, $I = 1000$, $\frac{I}{s} = 10$). Dans les mêmes conditions, au sein d'un mélange de charbon et d'oxyde de manganèse, il se produit des vapeurs abondantes de manganèse métallique et la tension des arcs peut descendre jusqu'à 10 volts, la poche formée étant notablement plus volumineuse. Cette dernière observation concorde avec l'accroissement de t avec $\frac{\rho}{c}$.

» Si l'on reprend la première expérience et si, l'état stationnaire étant atteint, on introduit, par le cratère d'évacuation des gaz, du carbure de calcium granulé, il fond rapidement et disparaît même si la densité du courant est assez élevée. Les gaz qui se dégagent ne produisent pas d'acétylène. Il semble donc que le carbure introduit a été dissocié et non simplement vaporisé.

» On retrouve dans la poche un dépôt de coke, véritable squelette de l'être chimique qui a cessé d'exister. Si l'on repousse l'hypothèse de la dissociation du carbure, il faut admettre que le dépôt graphitique préexistait et que le carbure introduit a simplement filtré après fusion à travers la couche poreuse du carbone.

» Si la dissociation intervient, il semble que la température à laquelle elle se produit est inférieure à celle de volatilisation du carbone et que le carbure de calcium ne peut être vaporisé à l'état combiné dans les conditions expérimentées. »

PHYSIQUE. — *Nouvelle méthode pour la mesure de l'intensité des champs magnétiques.* Note de M. E. BOUTY, présentée par M. Lippmann.

« Le phénomène auquel j'ai recours est l'induction réciproque de l'action électromagnétique employée par M. Lippmann dans son galvanomètre à mercure. Un liquide conducteur, qui pourra être simplement de l'eau de rivière, s'écoule normalement aux lignes de force du champ à mesurer. On détermine, à l'aide de l'électromètre capillaire, la force électromotrice constante induite entre la face supérieure et la face inférieure de la veine. Connaissant le débit, on en déduira l'intensité du champ.

» Supposons, pour simplifier, la vitesse v d'écoulement uniforme sur

toute la section d'une veine rectangulaire d'épaisseur e dans le sens des lignes de force, de hauteur l dans la direction normale à la fois aux lignes de force et à la vitesse d'écoulement. La force électromotrice induite est constante et a pour valeur

$$(1) \quad E = Hvl.$$

» Le débit est

$$(2) \quad D = vcl;$$

on tire de là

$$(3) \quad H = \frac{Ee}{D}.$$

Telle est la formule très simple que l'on aura à appliquer.

» D'après la formule (1) la force électromotrice induite est indépendante de la nature du liquide conducteur. J'ai employé d'abord des solutions de sulfate de cuivre, saturées ou très étendues, s'écoulant par un ajustage ou cuvette rectangulaire en ébonite; deux électrodes de cuivre, de $0^m,01$ de long et de largeur égale à l'épaisseur e de la cuvette, arasent exactement, à l'intérieur, la face supérieure et la face inférieure de la veine. On constate que la force électromotrice mesurée est parfaitement indépendante de la concentration, si bien que, sans rien changer à la disposition de l'expérience, j'ai pu substituer au sulfate de cuivre l'eau des conduites de la ville : la facilité des mesures est demeurée la même. La polarisation des électrodes n'introduit aucune perturbation.

» L'usage de l'eau comme liquide conducteur permet d'employer de grandes vitesses d'écoulement et d'accroître pour ainsi dire indéfiniment la sensibilité de la méthode (1). J'ai fait varier la vitesse de $0^m,50$ à 17^m par seconde, vérifié la proportionnalité rigoureuse de la force électromotrice à la vitesse, prévue par la formule (1), et mis en évidence des champs constants de l'ordre de grandeur de $0,5$ C.G.S. Rien ne paraît s'opposer à ce que l'on aille encore plus loin.

» Si l'on veut se borner à des mesures relatives, il sera inutile de déterminer l'épaisseur de la cuvette et le débit, supposé constant. On pourra

(1) Elle n'est guère limitée pratiquement que par le débit maximum dont on dispose.

même donner à la cuvette une forme quelconque. La seule précaution nécessaire est l'*isolement rigoureux des électrodes*.

» Pour faire des mesures absolues, on devra d'abord se procurer une cuvette étalon d'épaisseur e assez grande pour que la vitesse v puisse être considérée comme très sensiblement uniforme, ainsi que nous l'avons supposé.

» Les électrodes de cuivre, de largeur égale à l'épaisseur e de la cuvette, devront être assez éloignées du tuyau d'amenée (1) pour que le régime d'écoulement soit bien uniformisé. Enfin, il faut introduire un facteur de correction, d'ailleurs assez voisin de l'unité, pour tenir compte de la diminution de vitesse au voisinage immédiat des parois latérales. Pour des cuvettes de 1^{mm} à 6^{mm} d'épaisseur, j'ai trouvé qu'il suffit de substituer, dans la formule (3), à l'épaisseur e mesurée, une épaisseur fictive $e + 0^{\text{mm}},13$.

» La proportionnalité des forces électromotrices, mesurées avec diverses cuvettes, se maintenant rigoureuse quand on fait varier arbitrairement le champ et la vitesse, il suffit de déterminer, par comparaison avec la cuvette étalon, l'épaisseur fictive à attribuer à une cuvette quelconque, que rien n'empêche de prendre très mince. Celle-ci pourra servir désormais d'étalon secondaire.

» Pour des applications où la sensibilité de la méthode électrométrique paraîtrait exagérée, on pourra employer une grande capacité, par exemple deux ou trois microfarads, la charger à l'aide de la force électromotrice induite et la décharger sur un bon galvanomètre balistique. Des champs de 50 C. G. S., par exemple, pourraient encore être mis en évidence assez aisément.

» J'ai déjà employé ma méthode à l'étude de la courbe de saturation et du magnétisme rémanent d'électro-aimants. Je me propose d'en faire diverses autres applications. »

ELECTRICITÉ. — *Sur l'ampèremètre thermique à mercure*. Note de M. CH. CAMICHEL, présentée par M. Violle.

« J'ai montré, l'année dernière (*Comptes rendus* du 5 et du 12 juillet 1897), que la *méthode calorimétrique* peut servir à déterminer les inten-

(1) 5^{mm} au moins pour une cuvette de 5^{mm} d'épaisseur.

sités des courants et j'ai décrit un ampèremètre à mercure dont les indications sont constantes ou du moins ne subissent que des variations analogues à celles d'un thermomètre à mercure, faciles, par conséquent, à éliminer par l'emploi de verres durs.

» J'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie un nouveau modèle de mon ampèremètre thermique, destiné à la mesure des courants compris entre 1 à 2 ampères, avec une approximation du 200°. Cet appareil se distingue du premier par sa sensibilité plus grande et son mode de construction qui le rend plus portatif. Le courant à mesurer pénètre dans le mercure par des fils de fer ou de platine, plongeant dans deux godets contenant du mercure pur et sec, et communiquant à leur partie inférieure par un tube de verre mince et étroit ayant une section faible, par exemple un cinquième de millimètre carré. Tout autour de ce tube mince se trouve le réservoir thermométrique qui a la forme annulaire. Le courant traversant la mince colonne de mercure, la chaleur produite est communiquée au mercure du réservoir thermométrique et accusée par une élévation de température de θ degrés, dans une minute.

» Dans cet appareil, l'élévation de température θ est reliée à l'intensité i du courant par la relation

$$(1) \quad \theta = Ki^2$$

si le refroidissement et la variation de résistance de l'appareil sont négligeables. Ces deux influences ne sont pas négligeables, mais dans l'appareil que j'ai étudié elles se compensent rigoureusement pour les intensités à mesurer. D'ailleurs, la disposition de l'appareil atténue beaucoup le refroidissement, qui est très considérable dans le premier modèle, pour lequel la formule (1) doit être remplacée par une formule plus compliquée

$$\theta = -a + bi + ci^2$$

» La nouvelle disposition est donc plus à l'abri des influences extérieures que la première.

» Voici quelques constantes de l'appareil :

» Le tube intérieur traversé par le courant a une forme ondulée que M. A. Hénot a adoptée pour augmenter la sensibilité de l'instrument et l'élasticité du tube (afin d'éviter les ruptures qui pourraient se produire avec la forme rectiligne). La résistance du mercure entre les godets est $1^{ohm},34$.

» Pendant la durée d'une expérience (une minute) cette résistance varie de $0^{ohm},04$ environ pour les intensités les plus grandes que l'appareil doit mesurer normalement.

On rend facilement cette variation de résistance négligeable en mettant en série avec l'ampèremètre des résistances convenables, par exemple 8 ohms, ne chauffant pas pendant une minute sous l'influence de 1 à 2 ampères. La tige du thermomètre porte des divisions en millimètres, le degré centigrade vaut $2^{\text{mm}},4$. Les godets ont 1^{cm} de diamètre, 3^{cm} de hauteur, la distance de leurs axes est 7^{cm} . La hauteur de l'appareil est 17^{cm} . Cet appareil peut être placé dans un écrin ayant comme dimensions en centimètres $2 \times 12 \times 20$; il est donc très portatif. Dans toutes les expériences la mesure du temps est faite à *dessein* avec une bonne montre à secondes, pour montrer que la méthode ne nécessite pas d'appareils chronométriques spéciaux.

» Les indications de l'appareil sont très *constantes* et ne dépendent pas des conditions extérieures.

» Enfin, la courbe de graduation qui a toute la régularité désirable est une parabole

$$\theta = 33,26i^2,$$

i étant exprimé en ampères et θ en millimètres de la tige.

» Je donnerai, ailleurs, une description complète de l'instrument et des expériences qui ont été faites; je me contente d'indiquer quelques nombres :

| θ observé. | i observé. amp | i calculé. amp | Différence. | Valeurs relatives de la différence. |
|-------------------|---------------------|---------------------|-------------|--|
| 118,8 | 1,900 | 1,890 | - 0,010 | - $\frac{1}{190}$ |
| 112,9 | 1,850 | 1,8425 | - 0,0075 | - $\frac{1}{246}$ |
| 107,3 | 1,800 | 1,796 | - 0,004 | - $\frac{1}{550}$ |
| 96,8 | 1,702 | 1,706 | + 0,004 | + $\frac{1}{420}$ |
| 86,5 | 1,617 | 1,6125 | - 0,0045 | - $\frac{1}{355}$ |
| 80,5 | 1,550 | 1,556 | + 0,006 | + $\frac{1}{258}$ |
| 69,1 | 1,440 | 1,4415 | + 0,0015 | + $\frac{1}{960}$ |
| 60,6 | 1,340 | 1,350 | + 0,01 | + $\frac{1}{135}$ |

» J'indiquerai, dans une prochaine Note, les divers usages de cet appareil, et son emploi avec une résistance de 1 ohm pour constituer un *volt étalon thermique* (1). »

(1) Je tiens à remercier M. Hénot, qui a très habilement construit mon appareil et l'a réussi du premier coup, et mon préparateur, M. L. David, ingénieur civil, qui m'a aidé dans mes expériences.

Ce travail a été fait à l'Institut de Physique industrielle de l'Université de Lille.

PHYSIQUE. — *Décharge par les rayons de Röntgen. Effet secondaire.*

Note de M. JEAN PERRIN, présentée par M. J. Violle.

« J'ai montré que les rayons de Röntgen peuvent, sans les rencontrer, décharger des corps électrisés situés dans un gaz au repos, et j'ai trouvé quelques lois simples relatives à ce phénomène (1).

» J'ai aussi fait quelques recherches, beaucoup moins étendues, dans le cas plus complexe où les rayons rencontrent les corps chargés. J'ai en particulier constaté que, pour l'air à la pression atmosphérique, il existe une couche mince adhérente aux régions atteintes, où l'ionisation devient beaucoup plus intense qu'elle ne serait sous la seule influence des rayons incidents. En première approximation, le rôle du métal frappé ne semblait pas s'étendre au delà de cette couche, dont l'épaisseur, pour les métaux étudiés, ne pouvait être supérieure à 2^{mm}.

» D'autre part, M. Sagnac a montré que les rayons secondaires, émis à partir des points où les rayons de Röntgen rencontrent des obstacles matériels, sont électriquement actifs sur un parcours de plusieurs centimètres (2).

» La contradiction n'est qu'apparente et disparaît si l'on tient compte de l'ordre de grandeur des phénomènes. Je préciserai en résumant de nouvelles expériences que j'ai faites avec un condensateur plan.

» Un pinceau de rayons de Röntgen, perpendiculaire à ce condensateur, y pénètre au travers d'une feuille d'aluminium battu, entourée d'un anneau de garde, qui forme la première armature. Puis il vient s'écraser contre la deuxième armature, faite d'une lame épaisse en zinc ou en plomb et fixée à une vis micrométrique permettant de faire varier à volonté l'épaisseur du condensateur. Une méthode de zéro, analogue à celles que j'ai déjà décrites, permet de voir si l'effet secondaire dû au métal varie lorsque cette épaisseur varie.

» Pour le zinc, j'ai vérifié que l'effet secondaire croît d'environ $\frac{1}{10}$ quand l'épaisseur croît de 1^{mm} à 10^{mm}. D'une manière plus précise, l'épaisseur étant de 10^{mm}, 100 unités d'électricité neutre seront ionisées par effet gaz direct en même temps que 50 unités seront ionisées par effet secondaire dans la couche de 1^{mm} attenante au zinc et que 5 unités seront ionisées par effet secondaire dans les neuf autres millimètres. Dans le cas du plomb, la variation d'effet secondaire est moins rapide encore.

(1) *Éclairage électrique*, 20 juin 1897; *Comptes rendus*, 10 août, et Thèse de doctorat.

(2) *Comptes rendus*, 3 janvier 1898.

» En résumé, les résultats expérimentaux que j'avais indiqués subsistent, mais l'hypothèse provisoire d'un phénomène absolument superficiel perd de sa vraisemblance. Au contraire, on rendra compte de tous les phénomènes en admettant qu'une grande part des rayons secondaires étudiés par M. Sagnac, très fortement absorbés par les premières couches d'air qu'ils rencontrent, y produisent une ionisation énergique suivant des lois analogues à celles que j'ai trouvées pour les rayons directs (1). »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la résistance électrique du silicium cristallisé.* Note de M. FERNAND LE ROY, présentée par M. Troost.

« Le chauffage par l'électricité est obtenu jusqu'à ce jour par l'introduction de résistances métalliques, qui, intercalées dans un circuit, sont portées par le passage du courant à une température plus ou moins élevée.

» Par suite de la grande conductibilité des métaux, ces résistances devaient être de très petit diamètre et de très grande longueur.

» Il m'a semblé qu'il y aurait intérêt à remplacer les métaux ou alliages employés par d'autres corps ou composés, présentant les propriétés suivantes :

» 1° Très faible conductibilité, de façon à ce que l'on puisse construire des résistances d'assez grande section et de faible longueur pour en rendre l'usage plus commode et pratique ;

» 2° Chaleur spécifique élevée et grand pouvoir émissif.

» De tous les corps simples ou composés que j'ai successivement étudiés, le silicium cristallisé ou graphitoïde, obtenu pour la première fois par H. Sainte-Claire Deville, m'a semblé devoir donner les meilleurs résultats. C'est ce que j'ai vérifié au laboratoire de M. Troost, à la Sorbonne. J'y ai préparé de très grandes quantités de silicium cristallisé (2) et j'y ai mesuré les résistances que présentait ce corps dans des conditions très différentes.

» Je n'ai pu encore déterminer rigoureusement quel pourrait être le coefficient de résistance spécifique du silicium. Néanmoins, il résulte de mes expériences, poursuivies depuis près de trois ans, que ce coefficient varie dans de très grandes proportions avec les trois facteurs : pulvérisation,

(1) Fait au laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure.

(2) Le procédé de préparation était celui indiqué par Wœhler et complété par M. Vigouroux (*Thèse*, Faculté des Sciences de Paris, 1896).

compression, cuisson. En ce qui concerne les deux premiers facteurs, les recherches de M. Branly sur la résistance des poudres donnent à cet égard toutes indications.

» Quoi qu'il en soit, il est facile d'obtenir des bâtons de silicium *aggloméré* pur ayant 40^{mmq} de section, une longueur de 10^{cm} et présentant une résistance totale de 25 à 200 ohms suivant que l'on fait varier dans des proportions déterminées l'un ou l'autre des trois facteurs précédents.

» Si nous cherchons à comparer quelles seraient les résistances de trois bâtons ayant tous 40^{mmq} de section et 10^{cm} de long et de composition différente, l'un en silicium, l'autre en charbon à lumière, l'autre en maillechort, nous trouvons :

| | | |
|----------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| Silicium . . . | » | 200 ohms soit 200 000 000 de microhms |
| Charbon . . . | $c = 0^{\text{ohmcm}}, 006$ | 0,15 » 150 000 » |
| Maillechort . | $c = 0^{\text{ohmcm}}, 000034$ | 0,00085 » 850 » |

» Il s'ensuit que, pour cet exemple donné, le coefficient de résistivité du silicium cristallisé serait 1333 fois plus fort que celui du charbon à lumière, 235294 fois plus fort que celui du maillechort.

» En reprenant au point de vue électrique le problème sous une autre face, il s'ensuit que, pour construire avec les trois matières précédentes une résistance identique de 200 ohms, il faudrait donner à chacune les dimensions suivantes :

| | | | | | |
|----------------|------------|-----------------------|------------|----------------------|----------------------|
| Silicium . . . | » | $S = 40^{\text{mmq}}$ | » | $L = 10^{\text{cm}}$ | $P = 10^{\text{gr}}$ |
| Charbon . . . | $d = 1,95$ | $S = 0,03$ | $D = 0,19$ | $L = 10$ | $P = 0,0057$ |
| Maillechort . | $d = 8,62$ | $S = 0,007854$ | $D = 0,1$ | $L = 4,62$ | $P = 0,3127$ |

» Dans ce Tableau, nous avons comparé les résistances à froid des divers corps employés. Mais la résistance à chaud varie avec la nature même de ces corps et avec les températures auxquels ils sont portés.

» Pour les métaux, par exemple, nous voyons que la résistance augmente avec la température d'après la formule empirique de Matthiessen

$$R = r_0(1 + \alpha\theta + \beta\theta^2).$$

» Pour les crayons en charbon nous n'avons aucune donnée certaine, nous croyons toutefois que pour un filament de lampe incandescente porté à une température de 1800° la résistance à chaud est d'environ 0,50 à 0,60 moindre de ce qu'elle était à froid.

» De nos expériences il résulte que la résistance du silicium à chaud décroît ainsi que celle du charbon.

» Pour la température de 800° à laquelle sont portés nos crayons, nous trouvons :

| | | | |
|-----------------------------|---|------|-------|
| R à froid 200 ohms. | $R_{800} = \frac{E}{I} = \frac{100}{0,8} = 125$ | soit | 0,625 |
| » 180 » | $= \frac{95}{0,8} = 118$ | » | 0,655 |
| » 37 » | $= \frac{47,5}{2} = 23,75$ | » | 0,641 |
| » 30 » | $= \frac{46}{2,5} = 18$ | » | 0,613 |

» Il en résulte que pour une température de 800° la résistance diminue d'environ 40 pour 100 (1). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur de nouveaux composés des métaux de la célite* (2).
Note de M. **ANDRÉ JOB**, présentée par M. Troost.

« Les oxalates des métaux de la célite sont solubles à chaud dans l'acide chlorhydrique concentré. Si on laisse la dissolution revenir lentement à la température ordinaire, on voit se déposer des cristaux assez gros et très nets. Ils diffèrent complètement, par leur composition, de l'oxalate primitif. En effet, si on les calcine au rouge et qu'on dissolve le résidu de la calcination dans l'acide nitrique, on perçoit l'odeur du chlore.

» Ces observations étant faites, j'ai voulu étudier de plus près le composé qui se forme, et j'ai pris pour premier sujet d'analyse le sel de lanthane. D'après mes expériences, la composition constante des cristaux d'oxalochlorure est donnée par la formule qui suit :



» On voit que c'est un oxalate où une molécule d'acide oxalique a été déplacée par deux molécules d'acide chlorhydrique. L'eau bouillante décompose cet oxalochlorure en oxalate insoluble et en chlorure soluble :



» Les cristaux, obtenus comme précédemment, ont été maintenus pendant quelques

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie générale de la Sorbonne.

(2) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

heures à 120° sans subir de décomposition. A 230°, ils perdent leur eau d'hydratation. On note la perte de poids. Dissous à froid dans l'acide nitrique, on précipite leur solution par le nitrate d'argent, et l'on dose ainsi le chlore. Je me suis assuré qu'à l'ébullition l'acide nitrique concentré chasse tout le chlore, et qu'en évaporant et calcinant on obtient un résidu d'oxyde; j'ai ainsi dosé le lanthane. Enfin j'ai dosé l'acide oxalique à froid, en liqueur nitrique, et malgré la présence de l'acide chlorhydrique, au moyen d'une liqueur oxydante de cérium; je décrirai prochainement en détail cette nouvelle méthode d'analyse.

» L'analyse de ce composé n'exige pas qu'on ait du lanthane absolument pur de cérium et de didyme. Pourtant j'ai purifié avec soin le sulfate pris pour point de départ. Le spectroscope n'y révélait plus de didyme. J'ai vérifié aussi l'absence du cérium pour lequel j'ai trouvé un réactif nouveau et extrêmement sensible : les sels des métaux de la célite sont presque tous très solubles dans une solution concentrée de carbonate neutre de potassium. Une goutte d'eau oxygénée y révèle le cérium par une coloration d'un rouge intense s'il est en quantité notable, et d'un jaune encore très net si la solution est diluée à $\frac{1}{250000}$.

» Après avoir analysé l'oxalochlorure de lanthane, j'ai préparé les composés analogues pour le cérium et le didyme. J'en fais actuellement l'analyse. Je me suis assuré aussi qu'il existe des oxalobromures et des oxaloiodures.

» Les oxalochlorures des métaux de la célite présentent une propriété intéressante : l'oxalochlorure de lanthane calciné au rouge n'a pas perdu de chlore, et la composition du résidu est justement celle de l'oxychlorure $\text{La}^2\text{O}^2\text{Cl}^2$. On a donc par là un procédé commode pour préparer sans précautions les oxychlorures de ces métaux.

» Il y aura lieu d'étudier, au point de vue des équilibres chimiques, la formation de l'oxalochlorure en solution chlorhydrique diluée. J'ai reconnu que les oxalates précipités d'une liqueur chlorhydrique, même étendue, retiennent encore des quantités notables d'oxalochlorure. Et l'on s'explique ainsi que les chimistes, en calcinant les oxalates et les sulfates, aient constamment trouvé des poids atomiques différents. Il reste à examiner si, en prenant pour point de départ l'oxalochlorure lui-même, on n'arrive pas à établir la concordance des résultats. Je rappellerai ici que Clève a préparé un oxalonitrate de didyme et que MM. Wyruboff et Vernenil ont signalé la présence de l'oxalonitrate de cérium dans l'oxalate cristallisé en liqueur nitrique concentrée.

» J'ajouterai enfin que Souchay et Leusenn ont préparé un oxalochlorure de calcium. Le calcium présente justement, avec les métaux de la célite, ce caractère commun que son oxalate est insoluble dans les acides étendus. Pour les métaux dont les oxalates sont solubles, je poursuis l'étude

de composés analogues. J'en ferai l'objet d'une prochaine Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'aldéhydate d'ammoniaque.* Note
de M. DE FORCRAND.

« L'intéressante découverte faite, il y a un mois, par M. Marcel Delépine, au sujet de la constitution de l'aldéhydate d'ammoniaque, m'engage à faire connaître certains résultats que j'ai obtenus, il y a près de dix ans, en étudiant les transformations de ce composé en dissolution dans l'eau.

» J'avais cherché, dans deux séries d'expériences, à mesurer la chaleur dégagée par le déplacement de l'aldéhyde au moyen d'acide sulfurique dissous.

» *Première série d'expériences.* — Point de départ : mélange d'aldéhyde et d'ammoniaque dissous.

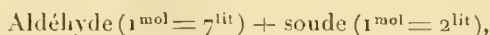
» L'aldéhyde pure et préparée récemment donne, en se dissolvant dans l'eau (2^{lit}) : +4^{cal},41 vers +12° (1). Sa neutralisation par AzH³ (17^{gr} dans 2^{lit}) fournit +3^{cal},59 après une minute, puis la température continue à s'élever pendant quinze minutes, assez vite au début, plus lentement à la fin. Après ces quinze minutes, on obtient encore +3^{cal},60, soit au total : +7^{cal},19 (2).

» J'ai préparé une assez grande quantité de ce liquide (A), que j'ai divisé en fractions de 300^{cc}, et conservé dans des ballons de verre complètement pleins et scellés à la lampe, me réservant de les ouvrir à des époques différentes pour faire agir l'acide sulfurique dissous (SO³H² = 4^{lit}) employé en quantité équivalente. Voici les résultats obtenus :

| | | | | |
|--|-------|---------------|-------|---------------------------|
| Addition d'acide faite immédiatement.. | +7,53 | d'abord, puis | +6,36 | au bout de 3 à 4 minutes. |
| » après 4 heures.. | +6,69 | » » | +5,64 | » » » |
| » après 8 jours.... | +6,27 | » » | +5,17 | » » » |
| » » 15 » | +7,17 | » » | +6,23 | » » » |
| » » 21 » | +7,52 | » » | +6,64 | » » » |
| » » 50 » | +8,65 | » » | +8,44 | » » » |

(1) M. Berthelot avait trouvé (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 4^e série, t. XXIX, p. 315) le nombre +3,6, mais en opérant dans des conditions de température assez différentes, vers 24°.

(2) M. Berthelot avait obtenu pour la réaction :



d'abord +2,56, puis +4,32 au total, au bout de quatre à cinq minutes. Les faits sont donc du même genre; cependant, il est anormal que l'ammoniaque dégage plus de chaleur que la soude.

» Dans tous les cas, le thermomètre a baissé pendant trois ou quatre minutes, puis s'est fixé après ce temps.

» Les expériences de M. Delépine ayant montré que l'aldéhydate d'ammoniaque est à l'état solide un hydrate d'éthylidène-imine plus ou moins polymérisé, qu'il existe comme tel dans ses solutions aqueuses, et que celles-ci se dépolymérisent avec le temps, on peut expliquer les résultats singuliers qui précèdent de la manière suivante :

» 1° Le nombre + 3,59 est sans doute voisin de celui qui correspondrait à l'état dissous du véritable aldéhydate $C^2H^3(AzH^4)O$; mais bientôt (et peut-être déjà avant la première lecture), ce sel se change partiellement dans la liqueur en éthylidène-imine, base qui se trouve elle-même à peu près trimérisée (d'après les expériences de M. Delépine) pour cette concentration. La transformation est rapide au début, puis plus lente, et, après quinze minutes, elle cesse d'être appréciable au thermomètre. C'est alors que l'on trouve + 7,19 comme mesure de la neutralisation pour un état voisin de l'état stable, mais qui se transforme encore très lentement.

» 2° Si l'on fait agir immédiatement sur cette liqueur (A) l'acide sulfurique, on obtient + 6,39 après trois ou quatre minutes (température nettement stationnaire). Ce nombre mesure en partie la neutralisation par l'acide de l'imine polymérisée dissoute, et en partie le déplacement de l'aldéhyde par l'acide dans ce qui reste du sel ammoniacal.

» 3° Si l'on attend quelques heures ou quelques jours avant d'employer la liqueur (A), elle se transforme de plus en plus complètement en une dissolution d'imine. Mais en même temps la base, d'abord trimérisée, se dissocie peu à peu et se réduit à l'état d'imine simple. On arrive à ce résultat au bout de cinquante jours environ (+ 8,44). Dans l'intervalle, la compensation entre les deux phénomènes est de telle nature que l'on passe par un minimum + 5,17 pour la liqueur examinée après huit jours.

» *Deuxième série d'expériences.* — Point de départ : dissolution d'aldéhydate d'ammoniaque solide.

» L'aldéhydate d'ammoniaque solide C^2H^7AzO , parfaitement pur, a une chaleur de dissolution presque nulle : + 0^{ca}, 10 pour une molécule dissoute dans 4^{lit} d'eau vers + 12°.

» J'ai encore préparé une assez grande quantité de cette dissolution (B), divisée en fractions de 300^{cc} et conservée comme il est dit plus haut. Voici les résultats obtenus en y ajoutant l'acide :

Addition d'acide faite immédiatement.. +3,93 d'abord, puis +2,83 après 7 minutes
 » après 8 jours... +6,61 » » +5,68 » 14 »

| | | | | | |
|--|-------|----------|--------|-----------------|------------------|
| Addition d'acide faite après 15 jours... | +7,42 | d'abord, | puis | +6,50 | après 15 minutes |
| » | » 21 | » ... | +7,51 | » | » +6,93 » 15 » |
| » | » 50 | » ... | +8,82, | nombre constant | pendant 20 » |

Les nombres de la seconde colonne correspondent encore à l'état stationnaire du thermomètre.

» Il me paraît naturel d'admettre que cette liqueur (B) ne contient que de l'éthylidène-imine plus ou moins polymérisée et ne renferme pas de sel ammoniacal; cela paraît résulter d'ailleurs de certaines expériences de M. Delépine. Les nombres 2,83, 5,68, 6,50, 6,93 et 8,82, continuellement croissants, correspondent donc uniquement à la neutralisation par l'acide sulfurique de cette base de moins en moins polymérisée, les différences constatées venant simplement de la dépolymérisation de l'imine.

» On voit, en outre, que les deux derniers nombres des deux Tableaux +8,44 et +8,82 sont sensiblement identiques. Ils donnent la mesure de la neutralisation par l'acide de l'imine simple en dissolution aqueuse. Et, si l'on admet que l'état final est le même pour toutes les liqueurs de la seconde série d'expériences, la différence 8,82 — 2,83, soit 6 calories environ ⁽¹⁾, exprime la chaleur dégagée dans la trimérisation de l'imine dissoute, phénomène qui, d'après ces faits, serait fortement exothermique.

» Dans tous les cas, on voit que l'on arrive, au bout de deux mois environ, à un état stable identique : imine simple dissoute, et cela quel que soit le point de départ : mélange des dissolutions équivalentes d'aldéhyde et d'ammoniaque, ou bien dissolution de l'aldéhydate d'ammoniaque.

» Indépendamment de ces faits, il en est un autre, que montrent les deux séries d'expériences : le thermomètre ne se fixe pas après la première minute; il baisse encore pendant trois ou quatre minutes dans le premier cas, pendant sept à quinze minutes dans le second, sauf dans la dernière expérience de chaque série, où il devient stationnaire immédiatement ⁽²⁾.

» Ce résultat me paraît dû à ce qu'il se forme partiellement, au début, un sulfate d'imine polymérisée, lequel n'est pas stable et se transforme peu à peu, pour la dilution employée, en sulfate d'imine simple, avec absorption de chaleur. Cette absorption est, en effet, de plus en plus faible à mesure que la molécule de la base se simplifie, pour devenir nulle,

⁽¹⁾ Rapportée à une molécule simple.

⁽²⁾ J'ai d'ailleurs vérifié que l'acide sulfurique dissous est sans action sensible sur l'aldéhyde dissoute et qu'il en est de même du sulfate d'ammoniaque dissous.

lorsqu'elle est réduite à l'état de molécule simple, c'est-à-dire après cinquante jours. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acétylbutyrate d'éthyle β -isopropylé et les acides diisopropylhexènedioïques stéréoisomères.* Note de MM. Ph. BARBIER et V. GRIGNARD, présentée par M. Friedel.

« Dans le but de nous procurer l'isopropyltétrahydrorésorcine, nous avons condensé l'isobutylidèneacétylacétate d'éthyle avec le malonate d'éthyle en présence de l'éthylate de potassium, conformément à la méthode suivie par Knœvenagel, pour la préparation de la méthyltétrahydrorésorcine. Nos prévisions, fondées sur les résultats obtenus par ce savant, ne se sont pas réalisées, mais les résultats imprévus auxquels nous sommes arrivés nous ont paru dignes d'attirer l'attention des chimistes.

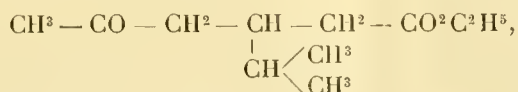
» L'éther isobutylidèneacétylacétique pur et bouillant à 104° - 105° sous 12^{mm} a été ajouté peu à peu, et en refroidissant, au malonate d'éthyle potassé dissous dans l'alcool; après un repos de vingt-quatre heures, le mélange s'est pris en une masse cristalline.

» En traitant par l'eau le produit de cette réaction, nous avons vu se séparer un liquide à odeur étherée, insoluble dans l'eau, que nous avons recueilli, lavé, séché et soumis à la distillation fractionnée, à la pression ordinaire, pour commencer, et sous pression réduite à la fin de l'opération.

» Nous avons obtenu ainsi :

» 1° Un liquide incolore, mobile, à odeur étherée légèrement butyrique; c'est l'acétylbutyrate d'éthyle β -isopropylé, bouillant à 170° sans décomposition.

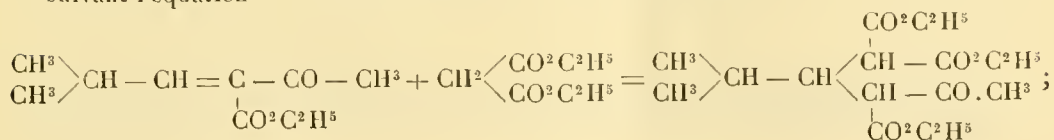
» Cet éther, qui répond à la formule



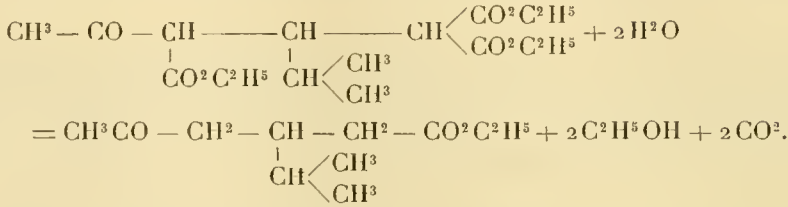
forme le produit principal de la réaction.

» 2° Une portion liquide, bouillant à 189° - 191° sous 10^{mm} , de formule $\text{C}^{17}\text{H}^{28}\text{O}^7$.

» Ce corps constitue le produit immédiat de la condensation de l'isobutylidèneacétylacétate d'éthyle et du malonate d'éthyle sous l'influence de l'éthylate de potassium, suivant l'équation

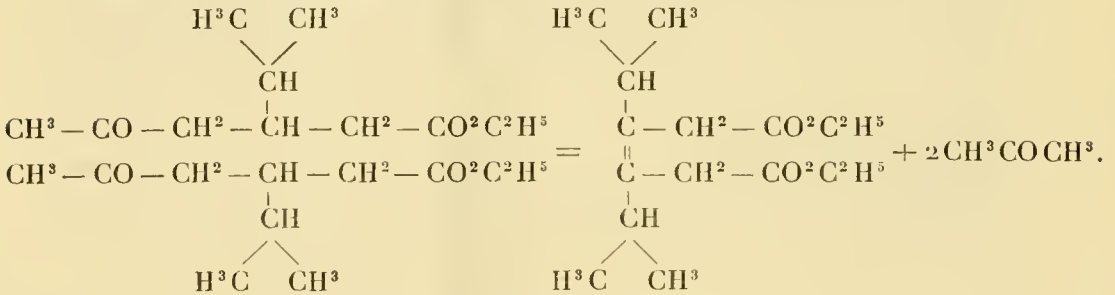


c'est lui qui dans la réaction même perd deux carboxéthyles et engendre l'acétylbutyrate d'éthyle β -isopropylé bouillant à 170° et décrit :

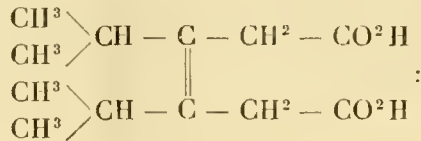


» Merling ayant obtenu la tétrahydrorésorcine par l'action de l'éthylate de sodium sur l'acétylbutyrate d'éthyle, nous avons soumis au même traitement l'acétylbutyrate d'éthyle β -isopropylé, et, au lieu de l'isopropyltétrahydrorésorcine que nous espérions voir se produire, nous avons recueilli un composé étheré bouillant à 156° sous 10^{mm} et répondant à la formule $\text{C}^{16}\text{H}^{28}\text{O}^4$.

» C'est l'éther éthylique de l'acide hexènedioïque diisopropylé qui a pris naissance par la soudure de deux molécules de β -isopropylacétylbutyrate d'éthyle avec élimination de deux molécules de diméthylcétone :



» La saponification du diisopropylhexènedioate d'éthyle fournit un mélange de deux acides isomériques que nous avons pu séparer et qui répondent à la formule



» 1° L'acide diisopropylhexènedioïque cristallisé en fines aiguilles fusibles à 156° - 158° ;

» 2° L'acide diisopropylhexènedioïque cristallisé en tables incolores fusibles à 117°-119°;

| | Trouvé. | Théorie. |
|--------|---------|----------|
| C..... | 63,09 | 63,16 |
| H..... | 8,87 | 8,77 |

» Ces deux acides sont stéréoisomères, ainsi que l'indique la formule de constitution; nous n'avons pas jusqu'ici déterminé quel est celui d'entre eux qui a ses carboxyles en position cis ou cis-trans. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'oxydation des ammoniacques composées par les ferments du sol.* Note de M. E. DEMOUSSY, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« L'étude de la nitrification dans la terre arable conduit à admettre que la matière humique passe à l'état d'ammoniaque avant de pouvoir être nitrifiée, et que c'est la résistance qu'elle offre aux agents de décomposition qui est la cause de la lenteur de la formation des nitrates dans les terres. D'après MM. Müntz et Condon, la fermentation ammoniacale du sol doit être attribuée à des ferments figurés d'espèces diverses. Nous pouvons nous faire une idée du mode d'action de ces organismes en nous rappelant les travaux de MM. Berthelot et André, qui ont fait voir que la matière organique de la terre présente des propriétés la rapprochant des amides : d'où l'on peut déduire que l'ammoniaque prend naissance par la fixation de l'eau sur cette matière organique du sol. On sait d'ailleurs que des agents d'hydrolyse existent dans le sol : en ensemençant avec de la terre des solutions d'urée ou d'albumine, qui renferme des noyaux amidés, on observe, après quelques jours, la formation d'ammoniaque.

» Mais il est vraisemblable que la matière azotée de la terre, semblable en cela à l'asparagine, doit renfermer, outre la fonction *amide*, la fonction *amine*. Or, si nous voyons facilement comment l'azote des amides passe à l'état d'ammoniaque, nous ne concevons plus aussi bien la transformation des amines; l'hydratation, en effet, ne peut plus expliquer la formation d'ammoniaque, et il est même permis de se demander si ces corps ne sont pas nitrifiés directement.

» J'ai pensé qu'il était intéressant de rechercher comment se comportent les amines lorsqu'elles sont mises en présence des ferments de la terre arable. Je me suis adressé d'abord à la plus simple d'entre elles, à la monométhylamine.

» Des ballons de culture, renfermant 100^{cc} d'eau, 1^{er} de carbonate de chaux, 0^{sr}, 01

de phosphate de potasse et un poids de sulfate de méthylamine représentant 0^{er},010 d'azote, ont été stérilisés, ensemencés avec quelques parcelles d'une terre de jardin et placés à l'étuve à 30°.

» Après quatre jours les liquides donnaient avec le réactif de Nessler un précipité brun rougeâtre (la monométhylamine donne un précipité jaune citron tout à fait différent); vraisemblablement de l'ammoniaque avait pris naissance.

» Mais pour l'affirmer il était indispensable de s'appuyer sur un fait qui ne laissât pas de doutes sur la transformation de la méthylamine en ammoniaque. Sur les conseils de M. Dehérain j'ai eu recours à une analyse eudiométrique qualitative : en extrayant à l'état gazeux la base azotée, contenue dans les liquides de culture, et en la faisant brûler dans l'eudiomètre il était facile de voir si c'était une amine ou de l'ammoniaque; la présence ou l'absence d'acide carbonique tranchait la question.

» Par suite de l'extrême solubilité de l'ammoniaque et de la méthylamine dans l'eau, la distillation avec de la magnésie de solutions étendues de ces corps ne permet pas d'en recueillir une trace sur la cuve à mercure : tout est condensé en chemin en même temps que la vapeur d'eau entraînée. On s'est alors arrêté au procédé suivant :

» Le liquide à analyser est filtré, additionné d'une goutte d'acide sulfurique et évaporé à sec en présence d'un peu de pierre ponce pulvérisée pour servir de support. Le résidu est mélangé rapidement avec de la chaux sodée, puis introduit dans un tube dont l'extrémité est fermée à la lampe. Dans ces conditions il suffit de chauffer légèrement pour obtenir un mélange d'air et de base azotée.

» En opérant ainsi sur une solution de sulfate de méthylamine non soumise à l'action des ferments, on obtient un gaz qui fournit de l'acide carbonique par combustion dans l'eudiomètre; la chaux sodée ne transforme pas les amines en ammoniaque.

» La combustion d'un gaz provenant d'une culture âgée d'une huitaine de jours n'a pas donné d'acide carbonique; d'un tel liquide on n'a pu extraire que de l'ammoniaque. Il était donc bien démontré que la monométhylamine s'était intégralement transformée en ammoniaque. Cette transformation n'a pas lieu dans des liquides stériles; elle ne se fait pas non plus en l'absence de carbonate de chaux.

» En continuant à observer les cultures où l'ammoniaque avait pris naissance, on vit les nitrites apparaître le sixième jour, puis disparaître après deux semaines, étant remplacés par les nitrates; il n'y avait plus d'ammoniaque depuis treize jours.

» Ainsi la monométhylamine soumise à l'action des ferments du sol se transforme d'abord en ammoniaque; c'est seulement ensuite qu'apparaissent les acides nitreux et nitrique.

» Comment se fait cette transformation? Si l'on considère la formule de la monométhylamine, AzH^3CH^3 , on est conduit à penser que c'est par oxydation que disparaissent le carbone et l'excès d'hydrogène; c'est ce que j'ai

pu vérifier. En effet, d'une part, les ferments du sol n'agissent pas sur l'amine lorsque les cultures sont maintenues dans le vide; d'autre part, en atmosphère confinée, il y a formation d'un peu d'ammoniaque avec absorption d'oxygène et dégagement d'acide carbonique.

» Ces faits étant établis pour l'amine la plus simple, on a cherché comment se comporte un composé un peu plus complexe, la triméthylamine. Ce n'est que treize jours après l'ensemencement que le liquide renferme des traces d'ammoniaque indiquées par le réactif de Nessler, qui ne donne qu'un louche insignifiant avec la triméthylamine. Le dix-huitième jour une analyse eudiométrique, conduite comme précédemment, montrait que la matière carbonée n'était pas encore complètement transformée; mais quelques jours plus tard on a pu obtenir un gaz ne renfermant que de l'ammoniaque.

» Des cultures dans le vide ont prouvé que l'oxygène est nécessaire pour que l'ammoniaque puisse apparaître.

» L'oxydation de la triméthylamine est beaucoup plus lente que celle de la monométhylamine; la plus grande complexité de la molécule suffit pour expliquer cette résistance; mais on peut aussi attribuer le retard observé à une action nuisible de la triméthylamine sur les ferments du sol; j'ai constaté, en effet, qu'une faible quantité de sulfate de cette base, introduite dans des solutions de sulfate d'ammoniaqueensemencées d'un peu de terre, retardait l'apparition des nitrites.

» On n'a jamais observé la formation de monométhylamine pendant l'oxydation de l'amine tertiaire; les trois groupes méthyl sont donc attaqués simultanément; on sait qu'il n'en est pas de même lorsqu'on oxyde la triméthylamine par des réactifs chimiques: il se fait un peu d'amine primaire.

» On a encore fait agir les microorganismes du sol sur des bases encore plus complexes, sur l'aniline, la pyridine et la quinoléine. Prévoyant que ces corps devaient être peu favorables au développement des ferments, on a préparé deux séries de solutions: dans la première, le poids d'amine introduit représentait 10^{mg} d'azote pour 100^{cc} de liquide; cette quantité était réduite à 5^{mg} dans la seconde série.

» L'oxydation a été très lente; ce n'est qu'après dix-huit jours que des traces d'ammoniaque se sont montrées dans les solutions d'aniline les plus étendues, et après un mois seulement que sa présence a été hors de doute. Pour les solutions plus concentrées la réaction de l'ammoniaque n'a été bien visible qu'après deux mois.

» La pyridine est encore plus résistante: il a fallu attendre deux mois pour voir apparaître l'ammoniaque dans les solutions étendues, et plus de

trois mois quand les solutions présentaient une concentration double. Dans ces conditions il devient d'ailleurs difficile d'observer l'ammoniaque par suite de sa nitrification, retardée, il est vrai, par l'action toxique de l'amine non transformée.

» La quinoléine enfin n'a donné naissance à des traces d'ammoniaque qu'après plus de quatre mois.

» En résumé, sous l'influence des ferments de la terre, les amines sont simplifiées et, par oxydation, deviennent de l'ammoniaque qui seule peut passer directement à l'état d'acides azoteux et azotique. La transformation est d'autant plus pénible que la molécule de l'amine est plus complexe; on conçoit donc que l'ammonisation, puis la nitrification de la matière azotée du sol, extrêmement condensée, se fassent avec une très grande lenteur. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Bacilles du bérubéri*. Note de M. GUSTAVE NEPVEU, présentée par M. Bouchard.

« Les caractères purement morphologiques des bacilles dans le bérubéri sont tout à fait spéciaux. Aussi, malgré l'absence de cultures et de preuves expérimentales, genre de recherches qu'on ne peut faire qu'avec des liquides frais, dans les pays d'origine, sous les tropiques, je me crois autorisé à dire que c'est bien au bacille spécifique du bérubéri que j'ai eu affaire.

» Les pièces anatomiques qui m'ont servi pour cette étude viennent toutes du Sénégal; elles ont été recueillies dans les meilleures conditions.

» Les bacilles dans le bérubéri se présentent sous trois formes : le grand, le moyen, le petit bacille.

» Le *grand bacille* se trouve rarement dans les vaisseaux, à côté des formes suivantes. C'est dans le rein qu'il est le plus développé. On l'y observe soit isolé, soit en bouquets dans la cavité des glomérules, dans celle des canalicules contournés ou dans l'anse de Henle, plus rarement dans les canaux droits; leur longueur est de 6μ , 7μ , 8μ , 9μ , 10μ ; leur largeur est de $0^{\mu},3$ à $0^{\mu},4$; leur direction est droite ou légèrement courbe; leurs extrémités sont ovoïdes et toujours sombres; des espaces clairs ou sombres, c'est-à-dire colorés, alternent entre eux au nombre de 5, 6, 8, etc. sur les plus longs bacilles. Une très mince ligne de bordure limite le pourtour du bacille.

» Le meilleur procédé pour découvrir le grand bacille est de mordancer des coupes du rein de 3μ par un bain d'alun d'ammoniaque et de sesquioxys de fer au $\frac{1}{1000}$, de le surcolorer au bleu de Roux et de les décolorer assez fortement; le bleu se fixe sur les espaces sombres et un léger rose colore très élégamment les lignes de bordure et le reste.

» Dans la deuxième forme, les bacilles sont beaucoup moins longs, 3μ à 4μ au maximum ; leur largeur de $0^{\mu},3$ environ. C'est, comme le précédent, un bacille à espaces alternativement clairs et obscurs. Ce bacille se trouve en quantité considérable dans certains vaisseaux, veinules, capillaires, artérioles du rein, à tel point qu'il y forme une véritable purée. Par son abondance même, il serait fort difficile à décrire, si l'on ne parvenait à établir ses caractères par une coloration forte et successive avec la fuchsine et le bleu de méthylène ; on peut ainsi reconnaître les éléments de ce feutrage si épais.

» Dans la troisième forme, les microbes sont extrêmement petits, en quantité considérable dans le sang ; ils ont à peine la largeur des bacilles tuberculeux, mais leur longueur est à peine du double de leur largeur ; leur aspect général est celui d'un petit rectangle. On peut les voir avec l'objectif 1,40 et l'oculaire n° 12 de Zeiss ; ils donnent aux globules rouges, sur le pourtour desquels ils sont disséminés, comme sur leurs faces, un aspect crénelé.

» Ces trois formes bacillaires sont-elles distinctes ? Les grands et moyens bacilles me paraissent être de même nature et fort analogues aux bacilles du choléra des poules et de la septicémie du lapin. Je n'oserais affirmer, vu l'extrême petitesse du petit bacille, que les premiers dérivent ou se rapprochent du dernier, ce qui me paraît probable. Les deux dernières formes s'observent dans le sang de tous les organes : rate, reins, foie, moelle épinière, etc. »

ZOOLOGIE. — *Sur la structure du cirrophore chez les Polynoïdiens* (1).

Note de M. G. DARBOUX fils, présentée par M. Edmond Perrier.

« Au cours de recherches que je poursuis sur les Aphroditiens, j'ai été amené à constater sur le cirre dorsal, dans la région que (suivant en cela la nomenclature établie par Pruvot et Racovitza) je désignerai sous le nom de *cirrophore*, une structure spéciale dont aucun exemple n'a encore été cité, à ma connaissance, et que je me propose de décrire dans la présente Note.

» Mes observations ont porté sur les espèces suivantes, recueillies à Cette (Hérault) ou à Wimereux (Pas-de-Calais) : *Halosydna clava* Mart., *Lepidonotus squamatus* L., *Lagisca extenuata* Gr., *Lagisca rarispina* Mgr., *Evarne impar* Johnst., *Acholoë astericola* Delle Chiaje, et sur des *Harmothoe areolata* Clpd., qui m'ont été adressées de la Station zoologique de Naples.

(1) Travail de la Station zoologique de Cette.

» Je me crois autorisé, dans une certaine mesure, en raison de la parfaite uniformité des résultats obtenus, à les généraliser et à les étendre au moins à toute la tribu des Polynoïdiens, dont les principaux types sont représentés dans la liste qui précède.

» Les faits observés étant toujours les mêmes, quelle que soit l'espèce considérée, je me bornerai à décrire ce que j'ai pu observer, par exemple chez la *Lagisca rarispina* Mgr.; les résultats ont été obtenus par l'étude de coupes en série dirigées soit parallèlement à l'axe du cirrophore, soit perpendiculairement à cet axe, et ont pu être contrôlés complètement par l'observation, à l'état vivant, sur la *L. rarispina*, qui, grâce à sa transparence, constitue un sujet d'étude des plus précieux.

» Typiquement, le cirrophore est défini comme une production saillante formée par l'évagination de toute l'enveloppe musculo-cutanée. Cette portion basilaire du cirre contient un diverticule de la cavité générale du corps et, lorsque divers auteurs parlent de la cavité centrale du cirrophore, c'est à ce diverticule qu'ils font allusion.

» Mais, chez les Polynoïdiens, il y aura lieu d'établir une distinction nouvelle. Dans le cirre dorsal de la *Lagisca rarispina* par exemple, on distingue facilement tout d'abord le cirrostyle et le cirrophore. Ce dernier contient, comme d'ordinaire, une évagination de la cavité générale du corps, limitée par l'enveloppe musculo-cutanée. Mais, ici, la partie profonde, non épidermique, de cette enveloppe musculo-cutanée se creuse d'une cavité nouvelle, complètement indépendante de la cavité générale, cavité qui a la forme d'une outre, dont l'axe est confondu avec celui du cirrophore et dont l'ouverture serait dirigée vers le cirrostyle de façon que, si le cirrostyle vient à disparaître, le contenu de la cavité peut s'épancher au dehors par l'ouverture ainsi formée à l'extrémité du cirrophore. Par suite de l'existence de cette poche, le cirrophore et le cirrostyle ne sont plus reliés l'un à l'autre que par une mince membrane annulaire, de nature épidermique. D'ailleurs, dans toute la région du cirrophore, l'épiderme a pris un développement considérable et présente un caractère glandulaire des plus accentués. On y trouve de grandes cellules gorgées de mucus et bordées de toutes parts de fort petites cellules de soutien. L'ensemble constitue de la façon la plus nette un type tout à fait remarquable de la structure désignée par Soulier sous le nom de *structure alvéolaire*. Le mucus sécrété par les cellules glandulaires peut être déversé dans la poche du cirrophore, où l'on en retrouve parfois d'assez grandes quantités.

» Un certain nombre de muscles, circulant dans les parois du cirrophore, viennent tous s'insérer sur le pourtour de son extrémité distale, au point où il se raccorde avec le cirrostyle, et constituent l'appareil moteur de ce cirrostyle. Quant au nerf du cirre, il a, comme d'habitude, une position latérale dans le cirrophore. Mais, après avoir cheminé le long des parois de la poche intratégumentaire, il s'infléchit brusquement et traverse obliquement la cavité de cette poche pour aller dans le cirrostyle, où il prend, comme d'ordinaire, une position axiale.

» Telle est, sommairement décrite, la disposition anatomique dont le

premier exemple est, je crois, fourni par les Polynoïdiens. On peut tirer des faits qui précèdent quelques conclusions que je vais maintenant indiquer :

» *a.* Et d'abord, bien que la surface d'insertion du cirrostyle sur le cirrophore paraisse, à première vue, assez considérable, on voit que, par suite de la structure du cirrophore, les deux parties du cirre ne sont en réalité reliées l'une à l'autre que par une mince membrane annulaire, insérée sur tout le pourtour de la poche intratégumentaire. Ceci suffirait déjà à expliquer la caducité des cirrostyles.

» *b.* Mais, en outre, en raison de l'énorme développement des cellules muqueuses sur toute sa périphérie, on conçoit que cette poche puisse, lorsque l'animal est irrité, être remplie par le mucus qui, en la distendant, fait éclater ses parois suivant la ligne de moindre résistance, c'est-à-dire précisément au niveau de l'insertion du cirrostyle sur le cirrophore.

» Nous avons donc là une double explication de la fragilité des cirrostyles, si fréquemment signalée par tous ceux qui ont étudié les Polynoïdiens.

» *c.* Je n'ai jamais retrouvé, dans l'élytrophore, de poche intratégumentaire analogue à celle que je viens de décrire dans le cirrophore.

» Je note, en terminant, que la structure décrite plus haut pour le cirrophore se retrouve encore, chez les Polynoïdiens : 1° dans les cirres anaux, qui ne sont d'ailleurs que des cirres dorsaux modifiés; 2° dans les cirres tentaculaires et enfin 3° dans les trois cératophores (antenne médiane et antennes latérales). »

ZOOLOGIE. — *Sur les allongements de la partie antérieure du corps des Prosobranches et leur influence sur la région correspondante du tube digestif.*

Note de M. ALEX. AMAUDRUT, présentée par M. Edmond Perrier.

« La partie antérieure du corps des Mollusques primitifs a été modifiée par des croissances ultérieures produites à des niveaux différents, dont les trois principaux ont intéressé les régions suivantes : 1° la partie libre du muflle située en avant des tentacules (allongement terminal); 2° la partie libre du muflle située en arrière des tentacules (allongement intercalaire post-tentaculaire); 3° la région du dos située en arrière du muflle (allongement intercalaire dorsal). Ces allongements peuvent se présenter isolés ou réunis.

» *a.* L'allongement terminal se présente seul chez *Cypræa*, *Natica*, *Murex*, *Purpura*, *Buccinum*, etc., et donne une trompe normale akrembolique ou pleurembolique.

» *b.* Les allongements terminal et intercalaire post-tentaculaire se présentent déjà chez *Cassidaria thyrrena*, *Cassis saburon*, *Pyrula ficus*, *Dolium olearium*, et atteignent leur maximum chez les *Conus* et les *Terebra*. Le premier a produit une trompe normale; le second, de formation plus récente, a donné un tube protecteur (trocart) dans lequel se ment la trompe. Le développement du trocart est la conséquence du besoin de protection de la trompe qui, à l'état de rétraction, ne peut rentrer dans la cavité antérieure du corps, en raison du développement exagéré de l'appareil glandulaire.

» *c.* L'allongement intercalaire post-tentaculaire se présente chez *Xenophora*, où il produit un muflle spécial, très long, à l'extrémité duquel se trouvent les tentacules, ce qui donne à ce dernier l'apparence d'un trocart de Cône.

» *d.* Les allongements terminal et intercalaire dorsal se rencontrent chez les *Strombus*, les *Rostellaria*, etc. Le premier a donné une trompe normale; le second a reporté les tentacules, la trompe et le pied plus ou moins loin en avant du bord du manteau.

» Ces allongements ont eu pour conséquences des modifications profondes dans l'arrangement, la forme et la structure des organes de la cavité antérieure des Mollusques primitifs.

» *Bulbe.* — Deux cas sont à distinguer dans l'allongement terminal : 1° il s'est produit sur une section sensiblement constante et a donné une trompe cylindrique (cas ordinaire); 2° la section de la région de croissance s'est rétrécie de plus en plus, ce qui a produit une trompe conique (*Conus Terebra*). Dans le premier cas, le bulbe a suivi l'allongement, sans cesser de fonctionner; dans le second, le bulbe est resté à la base de la trompe. Cette position rendant son fonctionnement difficile d'abord et impossible ensuite, son atrophie s'est produite de plus en plus (*Conus* et *Terebra*). Le tube contenu dans la trompe de ces derniers n'est pas l'homologue du contenu de la trompe des premiers; il n'appartient pas à l'œsophage, mais à la cavité buccale. Je le désigne sous le nom de *tube buccal*.

» L'allongement terminal qui a donné la trompe cylindrique s'étant toujours produit selon une section plus faible que celle du muflle primitif, le bulbe, pour suivre le sommet de la trompe, a subi un véritable passage à la filière, qui a eu pour conséquences de lui faire prendre une forme cylindrique allongée, de rapprocher les cartilages multiples des formes primitives, d'amener leur fusion en une plaque unique à bords antérieurs relevés, de faire disparaître la plupart des muscles intercartilagineux, etc., en un mot de simplifier la structure du bulbe, tout en consolidant l'appareil de soutien.

» *Poches œsophagiennes.* — Chez les Diotocardes elles sont placées à la

naissance de l'œsophage, immédiatement en arrière du bulbe. Elles présentent dans leur intérieur des bourrelets longitudinaux tordus de 180°; sur elles passent transversalement, en avant, la branche sus-intestinale de la chiasstoneuric et, en arrière, l'aorte antérieure.

» L'allongement terminal étant postérieur à la torsion, et le bulbe ayant suivi l'allongement (trompes cylindriques), les poches œsophagiennes se sont divisées en deux parties : l'une, postérieure, est restée en place pour constituer le jabot (*Natica*, *Cypræa*, *Cassis*, etc.), l'autre, antérieure, s'est allongée pour donner la portion d'œsophage comprise entre le bulbe et le jabot. Cette dernière ne présente pas trace de torsion, mais le jabot montre toujours dans son intérieur les bourrelets tordus, et ses relations avec l'aorte et le nerf sont les mêmes que chez les Diotocardes, ce qui permet de considérer le jabot, qui appartient topographiquement à la face supérieure de l'œsophage, comme appartenant morphologiquement à sa face inférieure, ramenée en haut par la torsion.

» Le jabot constitue encore une glande intrinsèque, mais chez les Prosobranches supérieurs il s'est séparé de l'œsophage pour donner une glande extrinsèque. Chez les uns la séparation s'est faite d'avant en arrière pour donner la glande de Leiblein et l'on peut suivre les intermédiaires des Cyprées aux Rhachiglosses supérieurs. Chez les autres, au contraire, la séparation s'est produite d'arrière en avant pour aboutir à la glande à venin des Cônes et des (*Vis Terebra*).

» La séparation du jabot d'avant en arrière ne se rencontrant que chez les formes à trompe normale et la séparation d'arrière en avant étant spéciale aux formes pourvues d'un trocart, on peut rattacher l'évolution de ces formations glandulaires au développement et au fonctionnement de la trompe.

» Chez les Prosobranches à trompe de Buccin, la protection de la trompe est assurée par une invagination de sa base qui envahit la cavité antérieure du corps et qui déjà chez les animaux à trompe courte, vient buter contre la partie antérieure du jabot. A mesure que la trompe s'allonge, la rétraction la ramène aussi d'autant plus loin en arrière; elle presse de plus en plus sur le jabot et tend par suite à séparer de plus en plus celui-ci de l'œsophage.

» Chez les formes pourvues d'un tube protecteur, la trompe à l'état d'invagination envahit peu ou pas la cavité antérieure, grâce à un plissement à convexité antérieure de sa gaine, et la séparation du jabot d'arrière en

avant est probablement due à une poussée des organes situés en arrière : dans le *Dolium olearium* la partie détachée de l'œsophage est pressée par la portion antérieure des puissantes glandes salivaires.

» Chez les formes à allongement dorsal (Strombe, Rostellaire), l'allongement ayant intéressé la région primitivement tordue, la partie postérieure des poches œsophagiennes est représentée par un jabot allongé, peu différencié extérieurement de l'œsophage, mais présentant toujours, dans son intérieur, les bourrelets tordus et, à sa surface, les relations constantes avec le nerf et l'aorte. »

ZOOLOGIE. — *Sur une Grégarine cœlomique présentant, dans son cycle évolutif, une phase de multiplication asporulée.* Note de MM. MAURICE CAULERY et FÉLIX MESNIL, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les Grégarines cœlomiques, ou Monocystidées proprement dites, actuellement connues sont peu nombreuses. Nous avons eu l'occasion d'en étudier une espèce nouvelle, parasite dans la cavité générale du *Dodecaccria concharum* OErst. (Annélide de la famille des Cirratulien) et intéressante à divers titres. Nous l'appellerons *Gonospora longissima*.

» 1. Les *Gonospora* sont généralement assez courtes et claviformes. C'est le cas de l'espèce que nous étudions, quand elle est jeune. Mais elle atteint une taille extrêmement considérable et forme des filaments qui peuvent avoir 1^{cm},5 ou même 2^{cm} de longueur. L'endoplasme est constitué par de très fins granules qui sont sans cesse en mouvement par suite de contractions péristaltiques très actives et se propageant d'un bout à l'autre de la Grégarine; la forme de celle-ci est, par suite, très irrégulière. Le noyau elliptique présente un ou plusieurs nucléoles; il est entraîné par les contractions.

» Il se forme des chaînes ou *associations* de deux ou plusieurs individus. L'extrémité de l'un s'enfonce alors parfois dans celle de l'autre en l'invaginant en doigt de gant, phénomène observé antérieurement chez les *Didymophyes* de Stein. Mais ici nous avons vu, dans certains cas, avec une entière certitude, que la cloison de séparation entre deux individus associés était détruite; les mouvements des granules et le déplacement des noyaux ne laissent aucun doute relativement à ce fait.

» Les kystes sont sphériques et de taille variable (0^{mm},3 à 0^{mm},4 de diamètre); ils semblent pouvoir se former aux dépens d'un ou de deux individus. Les spores sont piriformes comme chez les autres *Gonospora*; le pôle mince est en pointe mousse comme chez la *G. Terebellæ* Schn.; le grand axe mesure 10 μ à 12 μ , le diamètre transversal maximum 5-6 μ . Il y a huit sporozoïtes et un reliquat sphérique noircissant par l'acide osmique.

» II. La Grégarine ou ses kystes se rencontrent *constamment* chez les individus *épitoques* de *Dodecaceria* (1). Elle pénètre, *avant la métamorphose*, dans la période où la cavité générale est bourrée de cellules à granulations de réserve éosinophiles. *L'évolution de la Grégarine suit une marche parallèle à celle de l'Annélide*. Les spores sont formées à la maturité sexuelle du *Dodecaceria*, deviennent libres dans la cavité du corps et sont expulsées avec les ovules ou les spermatozoïdes par les organes segmentaires; leur dissémination est ainsi assurée. Chez l'Annélide avec produits génitaux, les cellules mobiles de la cavité générale perdent leurs substances de réserve. Elles constituent alors des phagocytes très actifs englobant les spores libres et *s'attaquant aussi aux Grégarines à l'état végétatif*, qu'elles peuvent arriver à détruire; ce dernier fait est une exception à l'opinion généralement admise.

» Les kystes sont toujours entourés de phagocytes.

» III. Les phases initiales du cycle évolutif des Grégarines cœlomiques sont encore purement hypothétiques. On n'a pas vu l'état intracellulaire comme pour les Grégarines intestinales. On admet généralement que les sporozoïtes, mis en liberté dans le tube digestif de l'hôte, passent rapidement dans le cœlome, et l'on se fonde, pour cela, sur le seul fait que les plus jeunes stades libres dans la cavité générale ne sont guère plus gros que ces sporozoïtes et ont la même forme. Nos observations sur la *Gonospora longissima* comblent cette lacune et mettent en lumière un fait nouveau et très important pour la morphologie générale des Grégarines.

» Si l'on étudie sur des coupes en série l'épithélium intestinal des *Dodecaceria concharum*, *avant la métamorphose*, on trouve, dans la portion antérieure de la région glandulaire, inclus dans les cellules épithéliales, entre le noyau et le plateau, des parasites qui ont l'aspect suivant : 1° de petits corps mesurant de 3 μ à 10 μ de diamètre, composés d'un noyau d'abord arqué (2), puis sphérique, fortement colorable, et d'une couche périphérique de protoplasme; 2° des masses analogues aux plus gros de ces corps, mais avec deux ou quatre noyaux groupés vers un des pôles; 3° des *barilletts* formés par 6-8 croissants disposés comme des fuseaux de même pôle sur la surface d'un ellipsoïde; ces croissants ont 8 μ à 9 μ de long; ils présentent, vers une extrémité, un noyau à peu près sphérique, de 2 μ à 3 μ de diamètre; 4° des croissants isolés en des points divers des cellules épithéliales.

» Ces diverses productions appartiennent incontestablement à un même organisme parasite. On ne peut les interpréter que comme les diverses phases intra-cellulaires de l'évolution d'un Sporozoaire; nous les avons énumérées en suivant l'ordre de leur formation. La ressemblance avec les formes eimériennes, endogènes des Coccidies, s'impose. D'autre part, sur

(1) MESNIL et CAULLERY, *Sur l'existence de formes épitoques chez les Annélides de la famille des Cirratulien* (*Comptes rendus*, 28 septembre 1896).

(2) Les noyaux de cette forme ressemblent beaucoup à ceux des sporozoïtes des spores de la *Gonospora*, souvent nombreuses dans la lumière de cette région du tube digestif.

les très nombreux *Dodecaceria* examinés, nous n'avons jamais trouvé aucun autre stade de Coccidie. Nous ne pouvons donc les rapporter qu'à la Grégarine décrite ci-dessus. Nous concluons donc que les sporozoïtes des spores de *Gonospora*, mis en liberté dans le tube digestif de l'Annélide, pénètrent dans une cellule épithéliale de l'intestin et s'y transforment par croissance et divisions cellulaires en un ensemble de nouveaux sporozoïtes, groupés en barillet. Ces processus constituent une phase de multiplication *asporulée* ou *endogène* étendant l'infection dans l'intérieur d'un même hôte. Ce sont les nouveaux sporozoïtes qui passent dans la cavité générale ; mais nous n'avons pu, jusqu'ici, suivre en détail ce phénomène, naturellement très fugace.

» Ces observations sont d'accord avec les données antérieures. On s'explique en particulier la présence, dans le coelome, de Grégarines à peine plus grandes que les sporozoïtes initiaux, seule base des hypothèses des auteurs qui nous ont précédés. Mais surtout elles offrent un intérêt considérable pour la conception des rapports entre les Grégarines et les Coccidies. En effet, l'existence d'une multiplication *asporulée* chez les Coccidies, affirmée d'abord par R. Pfeiffer en 1892 et rigoureusement démontrée, par voie expérimentale, en 1897, par Simond, est aujourd'hui une donnée certaine et générale. Les formes eimériennes propagent la coccidiose par auto-infection dans les tissus de l'hôte (¹). Les formes en barillet décrites par nous, dans l'évolution de la *Gonospora*, sont l'équivalent et l'homologue des formes eimériennes des Coccidies. Elles constituent, chez les Grégarines, un premier exemple de multiplication *endogène* ou *asporulée*.

» Nous penchons à croire qu'un pareil processus n'est pas particulier à l'espèce étudiée ; des recherches ultérieures détermineront le degré de sa généralité. »

PHYSIOLOGIE. — *Sexe et dissymétrie moléculaire*. Note de M. FÉLIX LE DANTEC, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les découvertes récentes tendent à généraliser de plus en plus la notion de sexualité et à l'étendre à presque toutes les espèces connues,

(¹) Des observations récentes, surtout celles de Schaudinn et Siedlecki (*Verh. d. deutsch. zool. Gesell.*, 1897) ont mis, en outre, en évidence, des phénomènes de sexualité qui précèdent la formation des kystes des Coccidies.

sauf peut-être quelques-unes très inférieures. Les Coccidies elles-mêmes ne feraient pas exception à cette loi générale et présenteraient, dans leur cycle évolutif, des phénomènes de fécondation. La publication annoncée par le professeur Schenk, de Vienne, d'un procédé de procréation artificielle d'enfants mâles ou femelles à volonté, par le mode d'alimentation de la mère, m'engage à faire connaître une hypothèse sur la nature et l'origine du sexe, hypothèse à laquelle j'ai été conduit par des déductions logiques de faits biologiques connus et dont je poursuis, depuis quelque temps, la vérification expérimentale.

» J'ai été amené, au cours d'une étude systématique de l'hérédité (¹), à considérer l'*espèce* comme définie, chez les plastides, par la *qualité* chimique de leurs substances vivantes ou plastiques, la *variété*, la *race*, l'étant au contraire, par les proportions quantitatives de ces substances, *indépendamment de toute question de parenté*. Or, dans chaque race, dans chaque variété, il y a deux types différents : le type mâle et le type femelle. A quelle particularité peut donc tenir l'existence de ces deux types, caractérisés l'un et l'autre par les mêmes proportions de substances plastiques *de même qualité*? Le raisonnement, présenté ainsi, conduit à une réponse immédiate : il faut que chaque qualité de substance plastique ait elle-même deux types différents, *quoique de même composition chimique*, et l'on est immédiatement amené à chercher ces deux types dans la dissymétrie moléculaire, hypothèse d'autant plus vraisemblable que les protoplasmas sont connus pour être des corps dissymétriques.

» Il suffit que *quelques-unes* des substances plastiques des plastides aient un type dissymétrique droit et un type dissymétrique gauche ; la prépondérance de l'un ou l'autre type déterminerait le sexe du plastide, et cette prépondérance serait naturellement plus accusée dans les éléments sexuels mâles et femelles, dans lesquels l'un de ces types pourrait même exister à l'état de pureté. . . .

» La vérification expérimentale de l'hypothèse précédente est beaucoup plus difficile qu'elle ne le paraît au premier abord. Les éléments sexuels sont très petits ou bien sont encombrés d'une quantité considérable de vitellus nutritif qui gêne les observations en lumière polarisée. Beaucoup de substances nutritives sont elles-mêmes douées de pouvoir rotatoire et

(¹) *Évolution industrielle et hérédité. Théorie de la variation quantitative.* Paris ; Alcan, 1898.

les combinaisons de substances actives les unes avec les autres donnent des produits dont l'étude optique est bien complexe. Il faudra étudier, au point de vue de la dissymétrie moléculaire, les aliments qu'utilisent les deux sexes ; mais une nouvelle difficulté s'introduira dans cette étude, aussi bien que dans celle des produits excrémentitiels mâles et femelles, parce que, sauf peut-être dans les éléments sexuels, il y aura dans tous les plastides du corps un *mélange* de substances droites et gauches. En effet, même si l'on suppose que l'un des types de substance existe à l'état de pureté dans les éléments sexuels mâles et l'autre type dans les éléments femelles, l'œuf fécondé et, par suite, tous les tissus qui en dérivent, contiendra forcément, en vertu du phénomène même de la fécondation, un mélange de substances des deux types ; ce sera donc seulement la *prépondérance* de l'un ou l'autre type dans les tissus d'un être qui déterminera son sexe, et les substances alimentaires et excrémentitielles ne différencieront, pour les deux sexes, que quantitativement.

» La question de la nutrition est très importante, et c'est peut-être son étude qui donnera la solution du problème. On sait, en effet, que tel corps dissymétrique, susceptible de se combiner avec le type droit d'un autre corps également dissymétrique, peut être incapable de se combiner avec le type gauche du même corps. M. Pasteur a trouvé une Mucédinée qui, dans une solution de paratartrate d'ammoniaque, se nourrissait *uniquement* du tartrate droit sans toucher au tartrate gauche ; on connaît aujourd'hui d'autres espèces vivantes jouissant d'une propriété analogue et aussi des bactéries qui donnent, comme produit excrémentitiel, une substance droite ou gauche à l'exclusion du type opposé. Or ceci se produit chez des êtres dans lesquels on n'a jamais vu de fécondation, ce qui serait déjà un argument en faveur de l'hypothèse d'une relation entre le sexe et la dissymétrie moléculaire. Il y aurait là un exemple de *sexe absolu*, sans sexualité, telle espèce ne contenant peut-être que le type droit d'une ou plusieurs substances plastiques, à l'exclusion du type gauche.

» La maturation de l'ovule par expulsion des globules polaires serait une épuration donnant un plastide absolument femelle (présence exclusive d'un type dissymétrique donné) chez un être dont les autres tissus présenteraient seulement la prépondérance du type femelle ; ce serait le contraire pour la maturation du spermatozoïde chez le mâle.

» A la fécondation, le sexe de l'œuf serait déterminé par la prépondérance des substances droites ou gauches apportées par l'ovule et le sper-

matozoïde et serait donc mâle ou femelle suivant que le spermatozoïde serait plus *frais* que l'ovule ou réciproquement (¹), puisque, depuis leur maturation jusqu'à la fécondation, les éléments sexuels, plastides incomplets, sont à l'état de destruction plastique lente.

» Mais le sexe de l'œuf, ou du moins de l'être qui en résulte par développement embryologique, pourrait être ensuite modifié par l'alimentation suivant la nature droite ou gauche des aliments, telle substance plastique droite se multipliant plus vite que sa congénère gauche dans un milieu où dominerait un type donné d'aliments dissymétriques, ce qui ferait succéder la prépondérance du type droit à la prépondérance initiale du type gauche. C'est par des phénomènes de cette nature qu'on pourra expliquer, il me semble, les expériences de détermination du sexe par l'alimentation, comme celles de Molliard sur le chanvre et celles qu'annonce en ce moment le professeur Schenk.

» L'hypothèse que je viens d'exposer se vérifie *a posteriori* par la facilité avec laquelle elle permet d'expliquer des phénomènes très généraux et très bien connus, comme l'attraction du spermatozoïde par l'ovule, le rajeunissement karyogamique des ciliés, la stérilité de certains hybrides, le retour à la forme ancestrale des produits de croisement, la ressemblance tantôt croisée, tantôt directe, du père avec la fille et de la mère avec le fils, etc.... Il importe cependant de mettre en évidence expérimentalement la relation entre le sexe et la dissymétrie moléculaire des substances plastiques; je m'en occupe pour ma part, et je voudrais que cette notion nouvelle intéressât quelques savants mieux armés que moi pour les recherches d'Optique physique. »

M. EDMOND PERRIER présente, au sujet de la Note de M. *Le Dantec*, les observations suivantes :

« Les nombreuses recherches dont l'origine des éléments génitaux et de leurs caractères distinctifs a été l'objet, aussi bien dans le règne animal que dans le règne végétal, ont donné, dans les deux règnes, des résultats concordants de nature à légitimer les recherches expérimentales dans les-

(¹) Si l'on suppose, naturellement, que, chez l'ovule *frais*, la quantité des substances d'un type dissymétrique est à peu près équivalente à la quantité des substances du type opposé dans le spermatozoïde *frais*. Cela n'a pas toujours lieu et l'on connaît bien des exemples d'unions dans lesquelles le sexe d'un des conjoints est prépondérant.

quelles M. Le Dantec est engagé, et qui auraient, si l'on en croit certains bruits, abouti, dans le laboratoire du professeur Schenk, à des résultats effectifs. Il y a déjà dans le règne animal, des exemples de détermination du sexe : les plus remarquables sont relatifs aux Abeilles (Dzierzon) et aux Rotifères (Maupas); dans les deux cas, les œufs non fécondés évoluent de manière à donner naissance à des mâles, tandis que les œufs fécondés donnent régulièrement naissance à des femelles. Il semble, au premier abord, que ces phénomènes de détermination du sexe se présentent avec un caractère tout à fait exceptionnel, puisque la règle, aussi bien dans le règne végétal que dans le règne animal, est que les œufs non fécondés ne se développent pas. Toutefois, si l'on considère que les Insectes et les Rotifères sont des animaux très éloignés; que si le mode de reproduction des Abeilles, malgré l'identité dans la cause de la détermination du sexe, est très différent de celui des Rotifères, il y a d'autres Arthropodes où les choses se passent à très peu près comme chez ces derniers (*Branchipus*, *Apus*, Cladocères, divers Ostracodes, *Cynipidae*, Pucerons, Cochenilles); il faut bien reconnaître qu'il y a là quelque chose de général. Chez tous ces animaux, en effet, des individus, issus d'œufs normalement fécondés, produisent des œufs qui, sans fécondation, donnent naissance à des individus semblables à celui d'où ils proviennent, et jouissent de la même faculté de se reproduire sans fécondation, faculté dite de *parthénogénèse*; la série de ces reproductions parthénogénétiques est close par l'apparition de mâles et de femelles qui s'accouplent. Les femelles pondent des œufs différant par des caractères très nets des œufs parthénogénétiques; en particulier, leur développement présente toujours un temps d'arrêt, tandis que le développement des œufs parthénogénétiques est immédiat.

» Les recherches de M. Maupas ont éclairé le phénomène de la production des individus sexués chez les Rotifères, et il est vraisemblable que des résultats analogues pourraient être obtenus dans tous les groupes où l'on observe la même succession de phénomènes. Lorsqu'un individu producteur d'œufs parthénogénétiques est soumis à une température supérieure à 20°, *avant qu'il ait pondu ou même que ses œufs aient atteint un certain degré de développement*, les œufs qu'il pondra donneront naissance à des individus différant assez souvent de leur progéniture par certains caractères extérieurs, en différant toujours par les dimensions plus petites de leurs œufs. Les producteurs de ces petits œufs sont les véritables femelles. Seules, en effet, elles sont aptes à être fécondées, à l'exclusion des

individus producteurs de gros œufs; ces individus ne peuvent donc pas être considérés comme sexués. L'élévation de la température a eu pour effet de faire apparaître non pas le *sexe*, mais la *sexualité*, c'est-à-dire l'*aptitude à produire des individus d'un sexe déterminé*. Effectivement, si ces femelles ne sont pas fécondées, de leurs œufs qui se développent immédiatement ne sortent que des mâles. Si l'un de ces mâles vient à s'accoupler avec une femelle, l'œuf de celle-ci change de caractère, se rapetisse encore, se revêt d'une coque opaque diversement ornementée et son contenu, après avoir atteint un degré plus ou moins avancé de développement, passe à l'état de vie ralentie; ces œufs sont de véritables kystes permettant à l'embryon de traverser les périodes critiques de l'année.

» Malgré les apparences, la température n'ayant rien à faire avec la différenciation des sexes chez les Rotifères, cette différenciation chez ces derniers est ramenée au cas bien connu des Abeilles, et l'on doit se demander comment il se fait que la sexualité puisse être distincte de la différenciation sexuelle. Toutes les recherches récentes sur les éléments sexuels ont montré que ces éléments présentaient un caractère commun par lequel ils diffèrent des éléments constitutifs de l'organisme qui les produit. Au cours de leur multiplication on reconnaît dans le noyau de ces derniers la présence de corpuscules spéciaux en forme de U ou de Y, fortement colorables par le carmin; ce sont les *chromosomes*. Ces corpuscules sont en nombre constant pour chaque organisme: soit $2n$, ce nombre; il est réduit de moitié dans les éléments sexuels et égal à n , aussi bien chez les végétaux que chez les animaux. De nombreuses observations, portant sur divers types, rendent très vraisemblable que l'absence de sexualité chez les œufs parthénogénétiques des Rotifères tient à ce qu'ils n'ont pas subi cette réduction du nombre des chromosomes; l'élévation de la température la détermine; elle permet dès lors la formation des éléments mâles et des œufs véritables.

» La question se pose maintenant de déterminer la cause de la réduction du nombre des chromosomes qui caractérise les éléments sexuels. Un point qui semble de plus en plus fermement établi, c'est que les deux sortes d'éléments sexuels sont dérivées d'un élément reproducteur commun, primitivement asexué; cet élément, apte d'abord à se développer directement, a perdu ensuite cette faculté, comme s'il était devenu incomplet; le développement n'est demeuré possible que par suite de l'union de deux éléments d'abord semblables (*conjugaison*), mais qui, par la suite, sont devenus très dissemblables; et comme, dans cette union, un des éléments

le plus gros, dit *élément femelle*, paraissait absorber l'autre, il a semblé qu'il était l'élément principal et que l'union des deux éléments avait pour but sa *fécondation*. Du fait que les éléments sexuels ont été primitivement semblables il résulte que *l'explication de leurs caractères communs, en particulier de la réduction du nombre de leurs chromosomes, doit s'appliquer à l'un comme à l'autre*. Cette explication pour la phase où les deux éléments sont encore semblables et pour l'élément femelle se déduit clairement des faits déjà connus. L'élément femelle est caractérisé par l'abondance du protoplasme qui entoure son noyau, par la richesse de ce protoplasme en substances nourricières. Or il résulte des recherches de M. Maupas sur les Infusoires que la production du protoplasme et des matériaux de réserve, est sous la dépendance de la substance des chromosomes, et qu'à ce travail cette substance s'use au point que son renouvellement devient, au bout d'un certain temps, nécessaire (*rajeunissement karyogamique*). Le noyau des éléments reproducteurs n'échappe pas à cette loi : il s'use et c'est au cours de l'expulsion de ces parties usées que s'effectue, par l'expulsion des *globules polaires* ou *corpuscules de rebut*, la réduction du nombre des chromosomes de l'œuf. Un élément reproducteur riche en matériaux nutritifs n'ayant plus qu'un noyau usé ou réduit est incapable d'évoluer; de là la nécessité de la conjugaison ou de la fécondation qui restaure le noyau.

» L'anthérozoïde des plantes et le spermatozoïde des animaux sont dans de tout autres conditions. Ce dernier surtout est caractérisé par l'absence de toute substance de réserve dans son protoplasme et par la réduction de ce dernier à ce qui est strictement nécessaire pour assurer sa locomotion, soit à l'aide de mouvements amiboïdes (*Nématodes*), soit à l'aide de mouvements vibratiles. Son noyau ne s'est donc pas usé; il est cependant réduit et nous nous trouvons, ainsi que nous l'avons fait remarquer tout à l'heure, dans la nécessité paradoxale d'expliquer sa réduction par l'usure qui a déterminé cette réduction dans l'élément femelle.

» On échappe à cette contradiction par l'application d'une des lois de l'hérédité qui intervient constamment, souvent dès la segmentation de l'œuf, dans les phénomènes embryogéniques, qui permet de les comparer et de les coordonner rigoureusement, mais à laquelle les embryogénistes se bornent d'ordinaire à faire allusion en termes inexacts ou dénués de précision, sans essayer d'en mesurer les effets. C'est la loi de la *tachygénèse* ou de l'*accélération embryogénique* dont j'avais déjà signalé l'importance en

1881 (1). Elle exprime ce fait que l'hérédité, en se substituant aux causes extérieures qui ont produit une succession donnée de caractères, tend à produire cette succession de plus en plus rapidement et arrive à le faire d'une manière tout à fait indépendante des causes qui l'ont déterminée. En conséquence, il est tout à fait normal que les réductions du nombre des chromosomes, qui était primitivement un phénomène d'épuration du noyau, consécutif du travail et de l'usure de celui-ci, ait pu, dans certains cas, se produire, par hérédité, indépendamment de tout travail et de toute usure du noyau, d'une manière de plus en plus précoce. Il est évident qu'un noyau ainsi réduit sera peu capable de produire des matières alibiles et du protoplasme. L'application de la loi de la tachygénèse permet donc de prévoir la formation et les caractères d'éléments n'ayant que la moitié du nombre normal de chromosomes, n'ayant pas de réserves et peu de protoplasme, incapables d'évoluer par eux-mêmes, mais capables d'apporter aux éléments qui n'ont pas été affectés par la tachygénèse justement ce qui leur manque pour évoluer. Le jour où ces éléments se sont régulièrement produits, les éléments mâles ont été réalisés.

» Cette explication de l'origine des éléments mâles fondée sur la tachygénèse permet de comprendre pourquoi chez les animaux hermaphrodites le sexe mâle se développe généralement le premier (*protandrie*); pourquoi, dans les formes bourgeonnantes fortement affectées de tachygénèse, un certain nombre de générations exclusivement mâles précèdent les générations femelles ou hermaphrodites (*Botryllidæ*, *Pyrosomidæ*); pourquoi les formes fixées ou parasites à développement rapide sont souvent des mâles rudimentaires (beaucoup de *Cirripèdes*, *Bopyridæ*, *Rotifères*, etc.), et même pourquoi la fécondation est susceptible de transformer des œufs qui, sans elle, ne produiraient que des mâles en des œufs qui produisent des femelles et dont le sexe semble, par conséquent, interverti.

» C'est donc une différence dans la rapidité de la réduction des chromosomes, entraînant une différence fondamentale dans le mode de nutrition de l'élément, suivant qu'elle se produit plus tard ou plus tôt, qui distingue les éléments mâles des éléments femelles. Il n'est pas impossible de rattacher cette différence aux causes indiquées par M. Le Dantec; mais ces causes devront nécessairement se raccorder avec celles que nous venons d'indiquer

(1) *Les Colonies animales et la formation des organismes*, 1^{re} édition, p. 726. La loi est ici désignée sous le nom de *Principe de l'accélération métagénésique*.

ou les englober. Il n'y a rien d'in vraisemblable, d'autre part, à ce qu'une différence dans le mode de nutrition des organismes producteurs des éléments sexués influe sur la façon dont s'accomplit, chez leurs descendants, la réduction karyogamique et provoque par conséquent l'apparition de tel ou tel sexe. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur le prétendu chlorogène de la cavité générale des Ophéliés.* Note de MM. J. RUNSTLER et A. GRUVEL, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Le liquide de la cavité générale de l'Ophélie commune contient des éléments particuliers d'une constitution fort remarquable et qui sont surtout caractérisés par la présence d'un axe médian, interne, plus ou moins vivement coloré.

» En 1894, il a été soutenu que ces éléments n'étaient autre chose que des amibocytes ordinaires dans la substance desquels se creusaient des vacuoles, où se déposaient des granulations de nature excrétrice. La fusion, suivie d'une soudure complète, de ces corpuscules serait l'origine de l'axe.

» La nature chimique de l'axe est assez particulière. Toutes les réactions microchimiques concourent à démontrer que c'est là non pas de la chitine ordinaire, mais une variété spéciale de cette substance, ne contenant aucune trace d'un corps quelconque de la série xanthique.

» Comment concilier cet état chimique avec le point de vue auquel se place *Schappi*, après *Eisig*, et considérer ce produit de la sécrétion du photoplasme, si répandu, comme un résultat de la fonction désassimilatrice de la substance vivante, sorte de chlorogène spécial aux cellules lymphatiques des Ophéliés?

» Nulle part, jusqu'ici, on n'a observé un rejet continu de chitine pure, dans des conditions telles que l'on puisse comparer le phénomène à une excrétion avec ses caractères ordinaires.

» Du reste, la manière dont se développe l'axe en question et la structure même de cet axe sont en contradiction formelle avec les assertions mentionnées plus haut.

» Jamais l'axe ne se constitue aux dépens de sphérules de chitine préexistantes. En effet, il en est de toutes les dimensions et de tous les diamètres, depuis ceux d'un simple bacille, jusqu'à la taille normale. C'est indubitablement un accroissement progressif qui donne lieu aux parties adultes. Dans toute cette évolution, on ne saurait constater, nulle part, la moindre trace de fusion de globules. Mieux encore, la constitution de l'axe oppose un obstacle absolu à cette conception.

» Ainsi, après décoloration à la potasse bouillante, et même quelquefois à

l'observation directe, l'axe chitineux présente une structure des plus nettes et bien en rapport avec son mode de formation véritable.

» Sa substance laisse voir des stries d'accroissement, parallèles, continues, s'étendant à l'ensemble du bâtonnet avec une régularité et une symétrie parfaites, telles, du reste, que le montre la substance chitineuse typique.

» Dans la région axiale du bâtonnet, toute trace de couches régulières fait défaut; l'on y perçoit une substance granuleuse qui paraît remplir tout l'intérieur, à l'exception, peut-être, de certains points qui semblent constituer parfois de véritables cavités.

» Du reste, ces axes chitineux arrivent si régulièrement à des dimensions à peu près analogues et à des aspects plus ou moins identiques, qu'une évolution à ce point régulière ne saurait qu'éveiller l'idée de formations bien définies.

» Il a été avancé qu'entre les amibocytes véritables et les éléments particuliers qui nous occupent ici il existait tous les passages.

» Cette affirmation est en contradiction formelle avec diverses observations. Tout d'abord, les formes les plus petites de nos éléments spéciaux sont de dimensions plus minimes même que les amibocytes les plus petits, quoiqu'elles contiennent déjà un petit axe bien formé présentant les particularités caractéristiques ordinaires.

» D'un autre côté, la constitution du protoplasma des amibocytes et de ces jeunes éléments est bien différente; elle suffirait amplement à établir une distinction nette.

» Il en est de même des différences que l'on peut rencontrer entre les pseudopodes et les éléments nucléaires de ces deux sortes de corps.

» Ainsi, quelles que soient les dimensions de nos éléments, on y trouve toujours un axe, dont l'origine paraît être double. Et c'est l'accroissement progressif de cet axe qui constituera le bâtonnet si apparent des éléments adultes, en même temps que le protoplasma prend une constitution caractéristique.

» Le mode de reproduction le plus ordinaire de ces éléments consiste en une *multiplication nucléaire* accompagnée de proliférations plus ou moins abondantes de l'axe.

» Le noyau, quand il est seul, se trouve placé, le plus souvent, dans une courbure qui existe généralement au milieu de l'axe; mais il peut aussi être situé tout autre part. Quand il en existe plusieurs, ils sont répartis de façons les plus diverses, dans toute la masse du corps.

» La multiplication du noyau se fait toujours, par un processus de division simple, dite *directe*.

» Après la séparation des noyaux de nouvelle formation, il semble se produire, au sein de la masse protoplasmique, un groupement énergidique

qui est le point de départ d'un ou plusieurs jeunes individus. Chacun de ces groupements comprend un noyau et un ou plusieurs bourgeons axiaux, le tout enveloppé d'une couche variable de protoplasma.

» Il est donc à remarquer que cet axe diffère profondément de toutes les formations chitineuses ordinaires par une activité vitale inconnue dans ce genre de tissu.

» Pendant toute la période de la vie de ces éléments, que l'on peut qualifier d'adulte, ce bâtonnet montre une tendance à se couvrir de gibbosités qui s'accroissent de façon à devenir de véritables bourgeons.

» Le résultat ultime de ce processus est la formation d'un nombre variable, souvent énorme, de bourgeons, qui finissent par se détacher pour devenir libres. Il arrive même, vers la fin de la période de la vie individuelle, que ce phénomène de prolifération prend une telle extension que la totalité du bâtonnet se transforme en un amas de corpuscules. Ce phénomène peut être poussé encore plus loin, de façon que l'on puisse le comparer à une véritable pulvérisation.

» L'axe diffère encore de la chitine par des propriétés chromophiles d'une grande intensité; il se colore vivement par tous les réactifs nucléaires, beaucoup plus même que le véritable noyau. Toutefois, il diffère de la nucléine en ce qu'il est insoluble dans les alcalis étendus ou concentrés bouillants, dans l'acide chlorhydrique concentré et fumant, dans l'acide azotique, etc.

» On rencontre quelquefois dans le liquide cavitaire de véritables amas d'axes, de tous âges, de toutes formes et de toutes dimensions; ces amas, constitués quelquefois par un très petit nombre de bâtonnets et d'autres fois par une quantité considérable, sont contenus dans des masses protoplasmiques généralement plus ou moins ovalaires, qui paraissent correspondre à des sortes de plasmodes, dus à la réunion d'un nombre variable d'individus.

» En terminant, nous citerons encore quelques faits susceptibles de jeter une certaine lumière sur la valeur morphologique à attribuer aux éléments à bâtonnets.

» Remarquons d'abord qu'il est des Ophélias qui, sans aucun doute, sont absolument dépourvues de ces éléments. Le fait est rare, mais hors de doute. Chez d'autres individus, il peut y en avoir très peu ou bien une quantité relativement énorme. D'un autre côté, les différentes Ophélias observées montrent souvent des collections d'éléments à aspects concordants. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'existence d'une faune malacologique polybathyque dans les grands fonds de l'Atlantique et de la Méditerranée.* Note de M. ARNOULD LÉCARD, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Lorsqu'on examine la répartition bathymétrique des Mollusques marins vivant au voisinage de nos côtes, aussi bien dans l'Atlantique que dans la Méditerranée, on constate que cette répartition s'effectue dans d'étroites limites, très exactement définies. Dans notre Conchyliologie française, par exemple, nous avons été conduit à répartir cette faune suivant trois zones parfaitement limitées et dont l'extension varie à peine de quelques mètres : une première zone, ou zone *littorale*, correspond au niveau superficiel du balancement des marées; une seconde zone, ou zone *herbacée*, correspond aux vastes prairies sous-marines des Zostères, des Posidonies, des Laminaires, ne dépassant jamais de 27^m à 28^m de profondeur, aussi bien dans l'Atlantique que dans la Méditerranée; enfin, entre ces 27^m à 28^m, et jusqu'à 72^m ou 75^m, s'étend la zone *corallienne*, caractérisée par la présence d'algues incrustantes, Corallines et Nullipores, particulièrement abondantes à ces niveaux. Chacune de ces trois faunules est ainsi très nettement définie et, si quelques espèces passent de l'une à l'autre, il en est, par contre, un grand nombre qui demeurent exclusivement cantonnées dans ces étroites limites.

» Au delà de cette dernière zone, l'extension bathymétrique de nos Mollusques se fait sur une échelle beaucoup plus étendue. L'étude de la faune malacologique, si riche et si variée, provenant des campagnes de dragage du *Travailleur* et du *Talisman*, entreprises sous la direction de M. A. Milne-Edwards, nous a permis de constater l'existence de toute une faune vivant indifféremment dans l'Atlantique et dans la Méditerranée, et dont l'extension bathymétrique se présente dans des conditions inconnues jusqu'à ce jour. Cette faune, que nous désignerons sous le nom de *polybathyque*, par opposition à la petite faune dite *cosmopolite* ou *ubiquiste*, déjà signalée par Gwyn Jeffreys et P. Fischer, est constituée par une série nombreuse et très variée de Mollusques susceptibles de vivre impunément à des niveaux variant de plus de 2000^m de profondeur, et compris depuis le niveau du balancement des marées jusqu'aux plus grands fonds explorés.

» Si des 832 espèces de Mollusques testacés rapportés par ces dragages nous éliminons une quarantaine de formes exclusivement littorales

ou pélagiques, comme les Ptéropodes, Janthines, Litiopics, Littorines, Patelles, etc., nous signalerons un total de 201 espèces bien définies, faisant partie de notre faunule polybathyque. Toutes les classes de Mollusques testacés y figurent, mais dans des proportions intéressantes à relever. En effet, sur 519 Gastropodes rapportés par la mission, nous ne comptons que 45 espèces polybathyques, tandis que, pour 34 Scaphopodes, il y en a 17 espèces et, pour 259 Lamellibranches, nous relevons 45 espèces polybathyques. La proportion des Scaphopodes et des Lamellibranches polybathyques est donc notablement plus grande que celle des Gastropodes.

» De telles différences peuvent se justifier, lorsque l'on considère le plus ou moins de robusticité de nos différents Mollusques. On sait en effet que les Lamellibranches et les Scaphopodes sont, pour la plupart, plus robustes, plus résistants, qu'ils ont en somme un organisme moins complexe et pourtant plus apte à se plier aux variations du *modus vivendi* que les Gastropodes. Ce sont eux, comme on le sait, qui se sont le moins développés dans leur évolution durant les derniers âges des périodes géologiques, eux encore dont la dispersion géologique est le plus considérable sous des milieux plus différents. Ils sont donc en réalité beaucoup plus susceptibles que les autres Mollusques de se prêter ou de s'adapter aux conditions biologiques des milieux que nous venons de signaler.

» La limite supérieure à laquelle la faune polybathyque commence à apparaître est extrêmement variable. Quelques espèces vivant normalement dans la zone littorale peuvent descendre à des profondeurs de 3000^m et même 3800^m; ce sont presque exclusivement des Lamellibranches. Les Gastropodes polybathyques ne commencent à se manifester que dans la zone corallienne. Il est à remarquer qu'au delà de 4000^m à 4500^m la faune abyssale est plus particulièrement autochtone; elle remonte rarement dans des niveaux supérieurs; mais en revanche, son *area* de dispersion géographique est parfois considérable; bon nombre des espèces que l'on y rencontre sont communes aux grands fonds de l'ancien et du nouveau continent.

» Il existe une intime corrélation entre les espèces malacologiques ubiquistes et polybathyques. Toutes les formes susceptibles d'une dispersion exceptionnelle en surface peuvent également se retrouver dans des milieux bathymétriques très différents. Pareille conclusion était du reste à prévoir, puisqu'elle est surtout basée sur la robusticité et la facilité d'adaptation des êtres dans des milieux différents.

» En résumé, outre les formules malacologiques marines bien définies

des zones littorale, herbacée et corallienne, dont les limites sont particulièrement restreintes, il existe dans l'Atlantique comme dans la Méditerranée une faune dite *polybathyque* capable de vivre et de se développer à des niveaux dont l'extension bathymétrique varie de plus de 2000^m. Cette faune, déjà riche en Gastropodes, renferme, contrairement à la faune de surface, un plus grand nombre de Scaphopodes et de Lamellibranches. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'origine de la double coiffe de la racine chez les Tropéolées.* Note de M. CAMILLE BRUNOTTE, présentée par M. L. Guignard.

« La graine de la Capucine (*Tropæolum majus* L.) contient, sous ses téguments, une amande formée par deux cotylédons charnus, au milieu desquels se trouve la gemmule. La radicule est assez volumineuse et son extrémité est dirigée vers le micropyle.

» Lorsqu'on étudie l'embryon développé et qu'on examine le sommet de la racine primaire jeune, avant la germination, on constate que cette racine, déjà nettement différenciée dans la graine mure, possède, outre son cylindre central, son parenchyme cortical et sa coiffe normale, une gaine radiculaire terminale qui forme comme un capuchon assez épais à l'extrémité de la radicule.

» M. Flahaut (¹), en signalant ce fait, s'exprimait ainsi :

» Il y a autour de la radicule du *Tropæolum* une véritable gaine radiculaire, qui ne diffère de celle du Maïs que parce que, dans le *Tropæolum*, elle ne forme pas la coiffe. La présence de cette gaine radiculaire est un fait rare chez les Dicotylédones; les Graminées, les Commelynées, les Palmiers, etc. ont aussi leurs racicules entourées d'une gaine qui démontre l'origine profonde de ces organes (²). L'origine profonde, ajoute M. Flahaut, est depuis longtemps mise hors de doute pour les racines adventives et les radicules; on ne peut pas nier non plus que la radicule soit endogène dans le cas où elle est recouverte d'une gaine radiculaire, mais je crois qu'on a trop généralisé et qu'on a étendu à tort, à toutes les racines, les caractères qu'on avait reconnus chez beaucoup d'entre elles (³).

» D'où vient cette gaine radiculaire? Aux dépens de quel tissu est-elle

(¹) FLAHAUT, *Recherches sur l'accroissement terminal de la racine chez les Phanérogames.* Thèse, Paris; 1878.

(²) *Loc. cit.*

(³) *Loc. cit.*

formée? C'est là une question qui devait être posée et qui jusqu'ici n'a pas été résolue. *A priori*, deux explications paraissent pouvoir être données à ce sujet : 1° ou bien la racine primaire est née par voie endogène, comme on l'admettait jusqu'ici, aux dépens d'un tissu profond appartenant à l'axe hypocotylé ou à la tigelle; en se développant, cette racine aurait poussé devant elle le tissu de cet axe qui aurait plus tard constitué la gaine radiculaire externe; 2° ou bien la racine principale de la Capucine (se comportant comme celle que j'ai signalée dans une espèce d'une famille voisine, *Impatiens noli-tangere* L.) (1) aurait complètement avorté et aurait été remplacée par une racine latérale. Celle-ci, étant née dans le voisinage du sommet de la vraie racine primaire, aurait pu, en se développant, prendre la place de cette dernière. La présence d'une gaine radiculaire au sommet de cette racine latérale serait alors un fait normal facile à expliquer.

» Mais ces deux hypothèses sont absolument gratuites et aucun fait précis ne vient jusqu'ici à l'appui de l'une ou l'autre de ces théories. L'anatomie des organes âgés ne pouvant fournir suffisamment de renseignements à ce sujet, l'Embryologie seule pouvait résoudre la question et l'étude du développement de la racine devait être faite complètement.

» Dans le sac embryonnaire du *Tropaeolum*, alors que l'œuf est déjà cloisonné, on constate la présence, au sommet d'un suspenseur assez long, d'une masse pluricellulaire à peu près sphérique et qui représente le jeune embryon. Les cellules qui le constituent se multiplient rapidement et cet embryon ne tarde pas à différencier à son sommet deux petits bourrelets qui deviendront plus tard les cotylédons. Au milieu de ceux-ci apparaît une petite proéminence qui représente le sommet végétatif de la tige primaire, à l'opposé de laquelle, vers le suspenseur, se différencie le sommet végétatif de la radicule.

» L'accroissement de chacune des portions de l'embryon se continue rapidement. Les lobes cotylédonaires ne tardent pas à se colorer en vert et deviennent bilobés à leur base. Les deux lobes de chaque cotylédon se développent autour du suspenseur, dont ils paraissent entourer l'extrémité. Pendant ce temps, le suspenseur s'est lui-même accru; tandis que ses cellules supérieures, voisines du micropyle, ne s'accroissent qu'en longueur, ses cellules inférieures, voisines de l'embryon, se divisent dans tous les sens. La gemmule apparaît entre les deux cotylédons lobés. La tigelle porte de petites proéminences, rudiments des jeunes feuilles, et la radicule est entourée par les cellules du suspenseur qui se sont groupées autour d'elle.

» A l'aide de préparations fraîches obtenues par dissection et rendues un peu transparentes par divers procédés, j'ai pu suivre le développement de cet embryon

(1) C. BRUNOTTE, *Comptes rendus*, avril 1896.

jusqu'au moment où apparaissent les premières différenciations des tissus de la racine. A ce moment, la radicule paraît enfoncée profondément dans une sorte d'entonnoir dont les parois, formées par les cellules de l'extrémité du suspenseur, se prolongent à la surface de l'embryon, dans la région radiculaire.

» Des coupes faites dans le sens longitudinal et passant par le grand axe de l'embryon et le plan méridien des cotylédons montrent l'organisation suivante : la racine primaire offre à son sommet les trois groupes d'initiales normales du cylindre central, du parenchyme cortical et de l'épiderme qui constitue la vraie coiffe. Au sommet de cette radicule, la vraie coiffe est constituée par quelques rangées de cellules qui s'étendent sur les flancs de la racine et vont en diminuant d'épaisseur, ainsi que M. Flahault l'a parfaitement décrit dans son Mémoire.

» Puis, recouvrant le tout, et cela sur toute la longueur de la racine, se trouve un tissu formé de cellules plus grandes que celles de la vraie coiffe, formant parfois au sommet de dix à quinze rangées cellulaires constituant le tissu de la gaine. Celle-ci s'amincit sur les flancs de la racine et l'on peut facilement observer sur les préparations la région occupée par ce tissu et le point exact où il cesse à la surface de l'organe. Ce tissu est en continuité avec les cellules du suspenseur et est formé, sans aucun doute, par les cellules inférieures de cet organe qui, pendant que l'embryon continuait à se développer, a été le siège d'une prolifération destinée à former la gaine radiculaire qui persiste au sommet de la racine.

» Cette prolifération du suspenseur, dans sa région terminale, ne doit pas étonner outre mesure, dans le cas des *Tropæolum*, si l'on se rappelle les premières phases du développement de l'œuf, décrites par Schacht (1), dont j'ai vérifié, en partie, les observations.

» Le suspenseur portant l'embryon à son extrémité est seul logé dans le sac embryonnaire, mais il est en relation avec deux prolongements qui, au lieu de rester dans ce sac, en percent la paroi et vont chercher leur nourriture dans les tissus avoisinants. Ces deux appendices, extérieurs au sac embryonnaire qui, avec le suspenseur vrai, forment le corps à trois branches décrit par Schacht et figuré dans l'Ouvrage d'Engler et Prantl (2), constituent de vrais appendices nourriciers. Avant la maturité de la graine, ils fournissent au suspenseur resté dans le sac les éléments nutritifs nécessaires à la formation des cellules qui constituent le tissu de renforcement du sommet de la racine primaire, laquelle est ainsi pourvue, dès son jeune âge, d'une gaine radiculaire surnuméraire formée par la prolifération des cellules du suspenseur vrai (3). »

(1) SCHACHT, *Entwickelungs Geschichte des Pflanzen-Embryon*, Amsterdam. Analyse dans les *Annales des Sciences naturelles*, 4^e série, t. IV.

(2) ENGLER ET PRANTL, *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, 47^e livraison; 1890.

(3) Laboratoire de Botanique de l'École supérieure de Pharmacie de l'Université de Nancy.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la préparation du gentianose.*

Note de MM. ÉM. BOURQUELOT et L. NARDIX, présentée par M. L. Guignard.

« Le gentianose, sucre analogue au sucre de canne, a été découvert, en 1881, dans la racine de gentiane (*Gentiana lutea* L.), par Arthur Meyer (1). Bien que la gentiane soit une plante très commune, au moins dans certaines contrées montagneuses de l'Europe, et que Meyer avoue, dans son Mémoire, n'avoir pu élucider certains points de ses recherches parce qu'il a manqué de produit, il ne semble pas qu'on ait tenté, depuis cette époque, soit de vérifier les observations de ce chimiste, soit de compléter son travail.

» Il nous a paru que cela pouvait tenir à ce qu'une bonne méthode de préparation du gentianose faisait défaut. En réfléchissant aux conditions biologiques dans lesquelles se trouvent, en général, les polyglucoses au sein des tissus, nous avons été amenés à imaginer le procédé suivant, auquel on ne peut avoir recours que si l'on a à sa disposition de la racine de gentiane fraîche et récoltée depuis quelques heures (2).

» Dans un ballon placé sur un bain-marie, on chauffe de l'alcool à 95° jusqu'à l'ébullition. On découpe la racine fraîche en tranches minces qu'on fait tomber au fur et à mesure dans l'alcool bouillant. Après quoi, on relie le ballon à un réfrigérant ascendant et l'on maintient l'ébullition pendant vingt à vingt-cinq minutes.

» En opérant ainsi, et en supposant que la racine de gentiane renferme un ferment soluble capable d'hydrolyser le gentianose, on est assuré de détruire ce ferment, de telle sorte que le gentianose ne pourra être dédoublé.

» Après refroidissement, on exprime, on filtre et l'on distille. Comme le liquide restant dans la cornue est acide, on ajoute, pour neutraliser, une petite quantité de carbonate de chaux précipité, et l'on filtre de nouveau. Enfin, on évapore au bain-marie en consistance d'extrait mou.

» Si l'on abandonne cet extrait à lui-même, on voit, au bout d'un temps assez long (trois semaines à un mois), la masse se remplir de cristaux. Sans tenir compte de la présence de ces cristaux, d'ailleurs difficilement séparables, on dissout, au bain-marie, l'extrait dans la plus petite quantité d'eau possible (1 partie d'eau pour 2 parties d'extrait); puis on ajoute, toujours à chaud, 4,5 parties d'alcool à 95°. L'opération se fait dans un ballon. On laisse reposer à la température du laboratoire pendant une

(1) *Ueber gentianose* (*Zeitschr. f. physiol. Chemie*, t. VI, p. 135).

(2) La racine que nous avons employée a été récoltée aux environs de Belfort. Récoltée le matin, elle a été traitée l'après-midi.

quinzaine d'heures, puis on décante le liquide dans un autre ballon, pour le séparer d'un enduit visqueux qui s'est déposé sur les parois du premier.

» La cristallisation commence aussitôt après; elle se fait lentement et ne peut être considérée comme complète qu'au bout d'une quinzaine de jours. Le gentianose cristallisé forme une croûte blanche adhérente aux parois du ballon. On le purifie par cristallisation dans l'alcool à 95°.

» Le produit que nous avons obtenu en opérant ainsi (rendement : $\frac{1}{6}$ environ du poids de l'extrait) se présente en lamelles quand on le fait cristalliser entre deux lames de verre. Il ne renferme pas d'eau de cristallisation. Il donne des solutions aqueuses complètement incolores et, chauffé sur une lame de platine, il brûle sans laisser de résidu. Il fond à 207-209° (température corrigée); Arthur Meyer a trouvé 210°.

» Ce corps est dextrogyre. Nos observations conduisent à lui attribuer, comme pouvoir rotatoire en solution aqueuse : $\alpha_D = + 31^{\circ}, 25$. Nous n'avons pas constaté de phénomène de birotation, tandis qu'Arthur Meyer aurait trouvé pour un échantillon de son gentianose dissous à la température de 100° : $\alpha_D = + 65^{\circ}, 7$ et pour un autre échantillon dissous à froid et dont la solution avait été cependant abandonnée à elle-même pendant une nuit : $\alpha_D = + 33^{\circ}, 36$. Mais il convient d'ajouter que ce chimiste, ayant employé tout son produit, n'a pu répéter ses observations.

» Enfin notre composé ne réduit pas la liqueur cupro-potassique, mais il devient lévogyre et réduit abondamment après traitement à chaud par l'acide sulfurique étendu. Ces dernières observations concordent avec celles que Meyer a faites sur ce point. »

BOTANIQUE. — *Sur la germination et la fécondation hivernales de la Truffe.*

Note de M. A. DE GRAMONT DE LESPARRE, présentée par M. Chatin.

« La Truffe peut être considérée comme un amas de petits sacs ou asques, contenant chacun d'une à quatre spores. Ces asques sont reliés entre eux par des filaments transparents, cloisonnés. Des veines aérifères, qui nous apparaissent blanches, sillonnent la pulpe tout entière.

» Il y aurait à examiner le mode de germination de ces spores, leur fécondation, le développement des spores fécondées jusqu'à production de la spore finale ou téléospore qui, tombée en terre, produit vraisemblablement le mycélium truffier, enfin le rôle véritable de cet arôme particulier à la Truffe qui lui donne sa valeur.

» Je parlerai aujourd'hui de la germination et de la fécondation hivernales des spores, me proposant d'examiner, dans une Communication ultérieure, la germination d'été, la production des téléospores et l'utilité de l'arome.

» Mes recherches ont porté sur la *Tuber melanosporum* ou Truffe du Périgord et, dans une moindre mesure, sur la *Tuber magnatum* ou Truffe à l'ail du Piémont.

» *Germination et fécondation.* — La Truffe est un champignon hétéroïque. Ses spores, comme celles de beaucoup de Puccinies, ont besoin, pour évoluer, d'être transportées sur un terrain nouveau. Elles ne germent ni en terre, ni dans leurs asques, aussi longtemps du moins que ceux-ci demeurent intacts.

» Pour que la germination ait lieu il faut que la spore ait été extraite de son asque puis déposée sur le limbe des feuilles de certains arbres.

» L'asque est détruit par pourriture ou par les mandibules des insectes tubérivores et de leurs larves; le transport s'opère sur les pattes, le corps et les ailes de ces mêmes insectes. Le tout a lieu dans des conditions que je ne puis examiner ici.

» La spore déposée par l'insecte ne tarde pas à germer lorsqu'elle se trouve sur feuille de chêne, de noisetier, de conifères (épicéas, pins, genévriers, etc.) et, sans

Fig. 1.



doute, de plusieurs autres arbres. Retenue par ses piquants, elle s'attache au limbe; sur conifères, les exsudations de la surface paraissent aider à l'adhésion. La nervure

Fig. 2.



centrale et son voisinage sont le meilleur centre de germination (fig. 1 et 2, spores germant sur épicéa, pin à cinq feuilles et genévrier de Virginie).

» C'est du 15 novembre à janvier que germination et fécondation se produisent avec le plus d'intensité et, surtout, de la façon la plus visible, et l'on observe ces phénomènes non seulement sur feuilles fraîches et pleines de sève, mais encore sur feuilles anciennes et desséchées. Je les ai vus se développer avec grande énergie sur feuilles de chêne pubescent cueillies depuis un an et conservées tout ce temps dans un tiroir. Leur marche, toujours la même, est la suivante :

» Peu de temps après avoir été déposées sur le limbe, hors de leurs asques, les spores mâles germent et émettent un filament épais, transparent, terminé par une pseudo-spore, grosse, lisse, légèrement transparente, brun clair ou ambrée. Parmi ces germes, les uns percent l'épiderme au sortir de la spore et émergent ensuite à petite distance, les autres courent à la surface et présentent la même pseudo-spore terminale en laissant bien voir le filament gros et transparent qui les relie à la spore d'où ils sortent.

» Dans sa marche superficielle ou sous-épidermique, la pseudo-spore mâle se dirige vers une spore femelle voisine; elle l'atteint quelquefois (*fig. 3*, n^{os} 1 et 4); d'autres fois, elle ne l'atteint pas du premier coup; souvent alors, de la pseudo-spore arrêtée

Fig. 3.



part un nouveau jet qui arrive à la spore femelle (*fig. 3*, n^o 3) et applique sa pointe à côté ou en-dessous. Quand c'est nécessaire, un troisième et un quatrième jet peuvent succéder aux premiers; parfois, plusieurs jets sortent de la pseudo-spore à la recherche d'une fécondation à accomplir.

» La *fig. 3* représente différents types de fécondation; le n^o 7 montre une spore mâle germant sur un poil; car les spores, rarement il est vrai, germent sur les poils comme sur l'épiderme.

» Dans certains cas rares, si la spore mâle se trouve tout près de la femelle, l'évo-

lution suit la marche indiquée *fig. 4*, c'est-à-dire que le germe mâle prend la forme d'un petit ver dont l'extrémité fine féconde directement ou par filament et dont la

Fig. 4.



tête reste parfois coiffée du morceau d'épiderme rugueux qu'elle a arraché à la spore (*fig. 3*, n° 2).

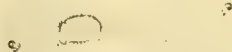
» Que font les spores femelles pendant ce temps? Restent-elles immobiles? En aucune façon. Si elles ont été fécondées, elles germeront pour de bon. Si le germe mâle ne les atteint pas, elles émettent un filament terminé par une pseudo-spore qui va au-devant ou à la recherche du germe mâle et se fait féconder (*fig. 3*, nos 5, 6, 8 et *fig. 5*). La *fig. 5* montre une double fécondation par spore mâle : l'une directement, l'autre par jet secondaire.

Fig. 5.



» Les pseudo-spores femelles sont généralement plus petites que les mâles, noires, rugueuses, pointues. Elles cheminent sous l'épiderme, très rarement à la surface

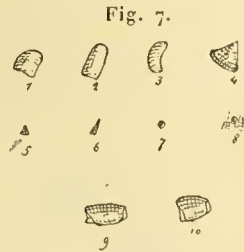
Fig. 6.



(*fig. 6*, production de pseudo-spore femelle; *fig. 7*, nos 1, 2, 3 et 4, pseudo-spores mâles; 5, 6, 7 et 8, pseudo-spores femelles).

» En prenant les délais *les plus courts* la fécondation peut commencer sept jours après l'ensemencement, durer en apparence un jour ou deux. La spore ou pseudo-spore fécondée produira vers le douzième jour des téléntosporos.

» La fécondation accomplie, la pseudo-spore mâle brunit, devient granuleuse, se flétrit et tombe ou bien s'effrite en laissant sur la feuille une tache noire (*fig. 3, n°9*) ;



souvent la pseudo-spore qui a émis un jet secondaire se dessèche et prend l'aspect d'un tube évidé, d'une peau de serpent (*fig. 7, n°s 9 et 10*).

» Les délais minimum donnés ci-dessus sont fréquents en hiver ; mais, même en cette saison, ils peuvent se prolonger, si bien que, parfois, plusieurs semaines après l'ensemencement on voit encore sur le limbe des feuilles des pseudo-spores fraîches et des accouplements.

» A mesure que janvier s'avance, la végétation des spores diminue ; seules quelques rares germinations mâles persistent. Il en va ainsi jusqu'en juillet, époque à laquelle germination et fécondation recommencent dans des conditions un peu différentes.

» La germination et la fécondation de la Truffe du Piémont se font comme pour la Truffe du Périgord, mais l'observation est difficile à cause de la transparence des spores. »

GÉOLOGIE. — *Sur les gisements de minerais de fer oolithiques du nouveau bassin de Briey (Meurthe-et-Moselle)*. Note de M. **GEORGES ROLLAND**, présentée par M. Michel Lévy.

« Un événement de première importance pour l'avenir de la métallurgie française est la découverte de l'extension imprévue des gisements de minerais de fer oolithiques qui affleurent et sont depuis longtemps exploités sur une grande échelle dans l'ancien département de la Moselle, gisements dont le prolongement souterrain dans l'arrondissement de Briey et jusque dans la Meuse vient d'être constaté par de nombreux sondages d'exploration. Actuellement on ne compte pas moins de 115 de ces sondages, et d'autres suivront sans doute. Une première série fut exécutée de 1882 à

1886 sur les conseils de M. Genreau, alors Ingénieur en chef des Mines à Nancy; la seconde série principale va de 1892 à ce jour.

» Chargé, pour le Service de la Carte géologique détaillée de France, des feuilles de Longwy et de Metz, j'ai dressé une Carte de la *topographie souterraine de la formation ferrugineuse du nouveau bassin de Briey*, et j'en ai fait une étude spéciale, tant au point de vue géologique qu'en prévision des exploitations projetées dans cette région. A cet effet, j'ai coordonné les indications que me fournissaient, d'une part, les terrains de la surface et, d'autre part, les coupes des sondages de recherche, au sujet desquels de nombreux renseignements m'ont été obligeamment fournis par M. Cousin, récemment encore Ingénieur des Mines à Nancy, et par M. Croisille, Contrôleur des Mines à Longwy, ainsi que par les industriels.

» J'ai l'honneur aujourd'hui de présenter à l'Académie une réduction de ladite Carte, accompagnée de deux profils.

» On sait que la formation ferrugineuse de la Lorraine se place en haut du Lias supérieur, au-dessous de l'étage des calcaires du Bajocien, dont elle est séparée par un petit massif de Marnes dites *micacées*, et au-dessus des Grès et Marnes supraliasiques avec pyrites.

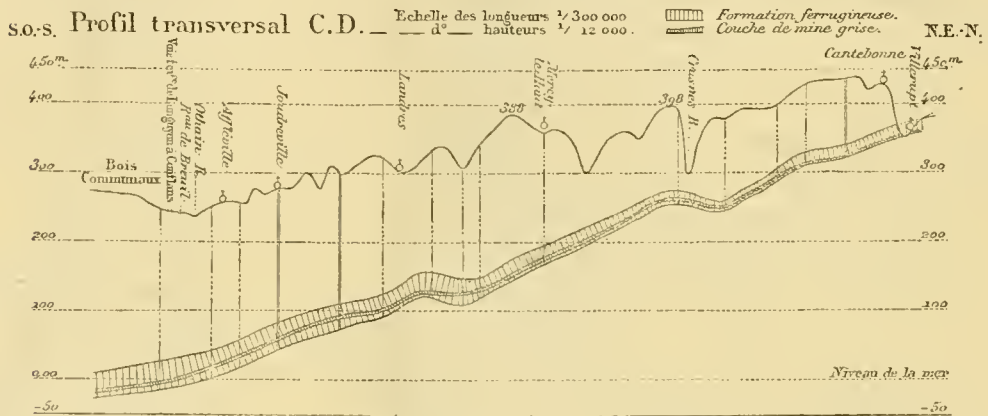
» Elle affleure à la surface suivant une large zone, qui s'étend d'abord de l'ouest à l'est au travers de toute la région de Longwy, ainsi que sur la bordure limitrophe de la Belgique et dans le Luxembourg, puis qui, tournant à angle droit et se dirigeant du nord au sud, règne en Lorraine annexée le long de la frontière, jusqu'au delà de Metz, et se retrouve plus loin dans la région de Nancy. Les couches de minerai y sont exploitées, soit au moyen de galeries ouvertes à flanc de coteau, soit à ciel ouvert. La formation offre une allure lenticulaire; elle varie, tant comme puissance totale que comme nombre de couches et composition. Sa plus grande puissance se rencontre entre Hussigny, Villerupt, Ottange et Esch; à la Côte Rouge, elle atteint 27^m, et l'on peut y voir cinq couches, toutes exploitées, représentant ensemble 16^m de minerai. A l'autre extrémité du bassin de Longwy, près de Gorcy, elle n'a plus que 4^m,65 avec une seule couche. Les minerais sont siliceux dans l'ouest de ce bassin et calcarifères dans l'est.

» La formation ferrugineuse, dont les affleurements forment ainsi une demi-ceinture dans le nord et à l'est de l'arrondissement de Briey, plonge vers l'intérieur avec un pendage général à l'ouest-sud-ouest et s'enfonce, en augmentant de puissance, à des profondeurs croissantes sous le Bajocien et le Bathonien. Les épaisseurs de terrains superposés approchent de 300^m

Topographie souterraine des gisements de minerais de fer oolithiques DE L'ARRONDISSEMENT DE BRIEY par M^r Georges Rolland



vers l'ouest, où la formation pénètre dans la Meuse. De proche en proche, les sondages ont déjà démontré son extension souterraine sur près de 40^{km} du nord au sud et sur 7^{km} à 24^{km} de l'est à l'ouest. La superficie totale sous laquelle les gisements ont été jusqu'ici reconnus exploitables peut être évaluée à 54 000^{ha}. J'ai tracé approximativement sa limite à l'ouest (1). Elle figure en grand trois promontoires allongés vers l'ouest et le sud-ouest. Au nord, c'est l'ancien *bassin de Longwy*, où existe un premier groupe de concessions, dont une grande partie des minerais a déjà été extraite, et qui,



en y adjoignant quelques concessions récentes au sud-est, représente 10622^{ha}. Au centre et au sud, c'est le nouveau *bassin de Briey*, où l'on peut distinguer deux régions. La région méridionale, de Briey, Conflans, Batilly, est dite parfois *bassin de l'Orne*; elle possède un second groupe de concessions, accordées à la suite des sondages de 1882 à 1886, et comprenant 16 147^{ha}; on y trouve déjà deux sièges d'extraction par puits, à Jœuf et près d'Homécourt, et trois autres en préparation, à Auboué, Homécourt et Montiers. La région centrale enfin, d'Avril et Audun-le-Roman à Baroucourt, que j'appellerai *bassin d'entre-Moselle-et-Meuse*, entièrement nouvelle et découverte depuis 1892, ne présente pas moins de 22 000^{ha} exploitables et concessibles (sans parler de ce qui reste disponible au nord et au sud, ni des extensions probables et encore ignorées du gisement).

» Sous le bassin de Briey, la formation présente jusqu'à six couches

(1) J'ai classé comme exploitable toute région qui possède au moins une couche de 1^m,75 d'épaisseur avec 30 pour 100 de fer (une plus faible teneur pouvant même être admise si la proportion de chaux est suffisante).

distinctes de minéral, savoir, de haut en bas : deux couches dites *rouges*, la *jaune*, la *grise*, la *noire* et la *verte*. Mais habituellement il n'y a qu'une couche *rouge*; la *jaune* peut manquer, et souvent la *verte* ou la *noire*. Il ne faut donc compter que sur quatre couches ou même trois, dont une ou deux exploitables. La couche *grise* est la plus régulière; normalement c'est la plus épaisse, la plus riche, la meilleure comme qualité, avec gangue calcaire (sauf vers le nord).

» La puissance totale de la formation, y compris le toit (en sables ou calcaires ferrugineux) et les stériles entre les couches de mine, varie de 19^m à 53^m. Quant à la couche *grise*, elle a 1^m, 80 à 8^m, 80 (épaisseur maxima vers Landres); elle renferme généralement de 30 à 40 pour 100 de fer, sur 2^m à 4^m (avec 3 à 14 pour 100 de chaux); on y rencontre parfois des niveaux plus riches, mais ce sont des exceptions.

» Le *mur de la couche grise* étant le niveau le mieux déterminé dans les sondages, c'est lui que j'ai choisi pour figurer la topographie du gisement. La Carte ci-jointe indique ses altitudes avec courbes de niveau équidistantes de 20^m. A son inspection et avec les deux profils complémentaires, on peut juger de l'allure de la formation. Non seulement celle-ci est lenticulaire, mais, loin d'être plane, elle offre des alternances fort intéressantes de ploiments synclinaux et anticlinaux à faible courbure.

» De distance en distance, le bassin de Briey est traversé par des failles importantes, qui se poursuivent en Lorraine annexée. Leur direction oscille du N 29° E au N 52° E. Je citerai les failles de Crusnes et d'Avril; entre elles, la faille de Fontoy, en Lorraine, meurt à la frontière, mais sur son prolongement on remarque un fond de bateau, passant par Tucquegnieux. Les failles principales sont accompagnées d'un système parallèle de failles secondaires et de lignes de cassures. Les terrains sont traversés, en outre, par un second système de cassures sensiblement perpendiculaires. Le bassin de Briey se trouve ainsi divisé en compartiments plus ou moins grands; certaines parties sont littéralement hachées.

» Les sondages ont rencontré l'eau à des profondeurs très variables sous la surface (0^m, 60 à 70^m). Le plus souvent son niveau est resté stationnaire. Parfois il a baissé. Plus souvent il a monté, par suite de la rencontre de nappes ascendantes (principalement dans la formation). A signaler enfin huit sondages et un puits jaillissants, situés soit vers l'aval-pendage de la formation, soit à proximité de failles.

» La question de l'épuisement des eaux ne laisse pas que de préoccuper vivement pour les futures exploitations du bassin de Briey. Règle générale,

le gisement ferrugineux est perméable et plus ou moins aquifère. Toutefois, quand on pourra choisir des massifs de terrain non disloqués, on aura chance de ne rencontrer que peu d'eau dans les travaux; mais des mesures devront être prises pour faire face à des venues d'eau brusques et abondantes, toujours à craindre dans des terrains aussi fissurés. »

HYDROLOGIE. — *Sur les avens de Sauve (Gard) et la forme des réservoirs des sources en terrains calcaires.* Note de MM. E. A. MARTEL et A. VIRÉ, présentée par M. Albert Gaudry.

« L'un de nous a déjà démontré matériellement, par ses explorations souterraines, que, dans les terrains calcaires fissurés, les réservoirs naturels des sources revêtent la forme non pas de *nappes d'eau* étendues en tous sens, mais de *galeries* et de *poches* où la longueur, la hauteur et l'étroitesse l'emportent toujours de beaucoup sur la largeur (MARTEL, *Comptes rendus*, 25 novembre 1889; *Les Abîmes*, p. 534, 557, etc.; *Annales des Mines*, juillet 1896, p. 54, etc.). La méconnaissance de ce fait a souvent produit des mécomptes dans les travaux de forage des puits. Et, bien qu'il ait été présenté par Arago dès 1835 (*Notice sur les puits artésiens*), il ne paraît pas encore suffisamment établi, puisque certains géologues belges croient toujours à la *continuité des nappes d'eau* dans les terrains calcaires (voir publications de la Société belge de Géologie et d'Hydrologie, 1887 à 1896 *passim*) et que M. Keller, dans une toute récente et remarquable étude sur la *saturation hygrométrique de l'écorce du globe* (*Annales des Mines*, juillet 1897, p. 32-87), vient d'énoncer que « les grottes vides en contact avec » la partie supérieure d'une nappe aquifère se remplissent d'eau et se » vident alternativement, suivant que la nappe elle-même se gonfle ou se » dégonfle.

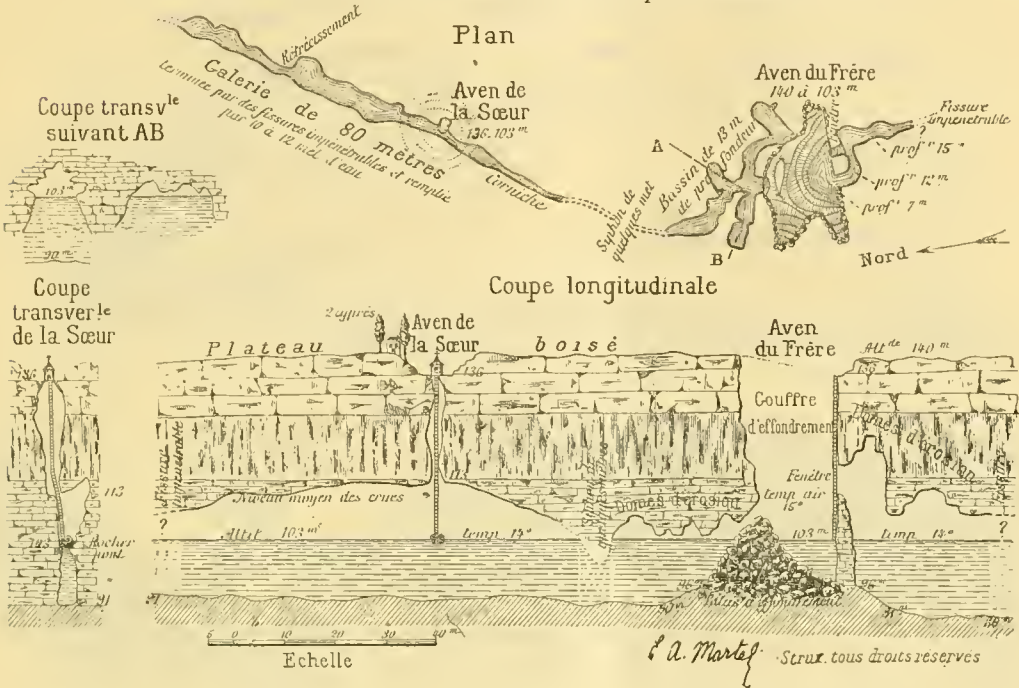
» Il est donc intéressant de multiplier sur cette question les constatations de fait. Or, nous en avons effectué une des plus probantes, les 26 et 27 septembre 1897, dans les trois avens de Sauve (Gard) (voir la coupe ci-contre et les *Comptes rendus*, 29 novembre 1897).

» Les deux premiers, la *Sœur* (puits d'érosion) et le *Frère* (gouffre d'effondrement), à 140^m d'altitude et à 1400^m ouest de Sauve, ont 33^m de profondeur; ils nous ont conduits à des *galeries* remplies d'eau, que nous avons pu suivre sur 150^m environ d'étendue, et bornées soit par des siphons, soit par des rapprochements de parois. La profondeur de l'eau y varie de 7^m à 15^m.

» A un kilomètre au sud-sud-est de ces deux trous et à 1100^m au sud-ouest de Sauve, le *Trou de l'Aven* (effondrement) a une ouverture d'environ 80^m sur 40^m, (altit. : 145^m) et 43^m de profondeur. Dans une série de galeries (environ 250^m de développement), qui servent de trop-pleins aux crues souterraines, nous avons, en trois points, ren-

AVENS DU FRÈRE ET DE LA SŒUR A SAUVE (GARD)

E. A MARTEL. A VIRÉ, L. ARMAND. 26 Septembre, 1897



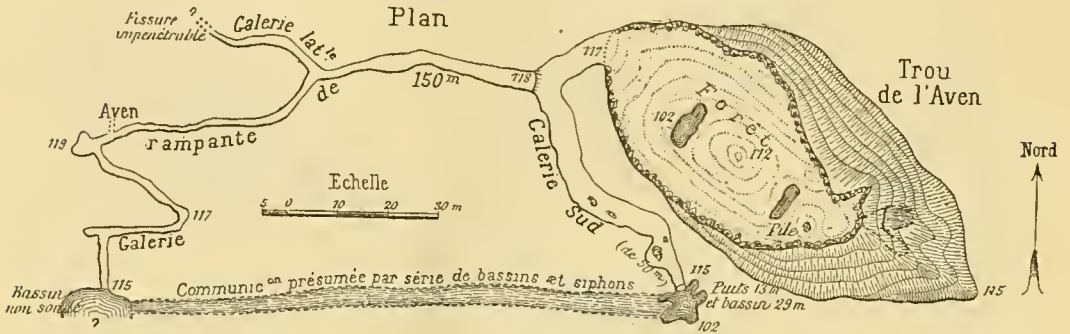
contré l'eau, toujours *dans des salles étroites et hautes* : un seul de ces bassins a pu être sondé. De toutes parts il était clos, siphonnant et en forme de cloche (diamètre environ : 10^m) ; l'eau y atteignait l'énorme profondeur de 29^m, la plus considérable jusqu'ici trouvée dans une caverne.

» L'altitude de tous ces bassins et galeries (103^m à 102^m), l'uniformité de la température (14° C.), le pendage des couches de terrain et une expérience à la fluorescéine prouvent qu'ils font bien partie du réservoir d'alimentation de la source de Sauve (altit. : 100^m; temp. : 14° C.). Comme disposition générale, ce réservoir se compose d'une succession de bassins formés par érosion, corrosion et pression hydrostatique, réunis par de hautes et longues diaclases ou séparés par des siphons, par des strates plongeant dans l'eau et qui n'ont pas encore cédé aux efforts hydrauliques souterrains.

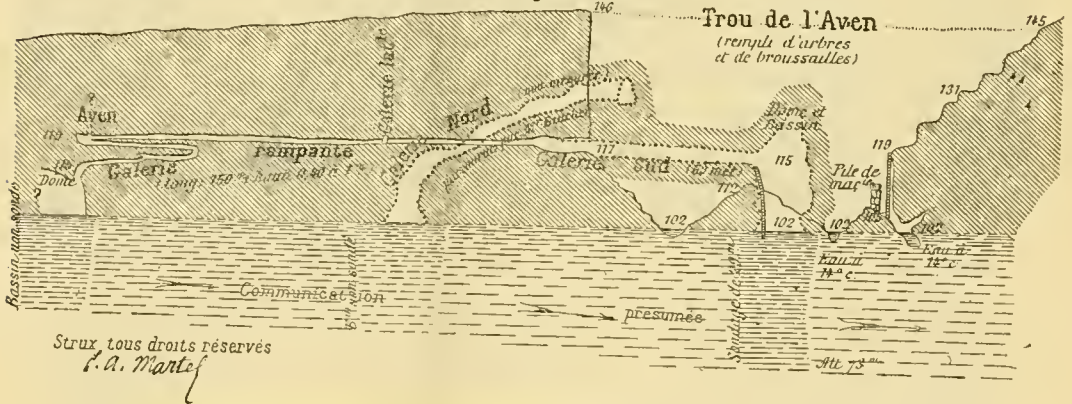
» Les avens de Sauve confirment les suppositions que nous avait déjà suggérées la rivière souterraine de Padirac (Lot), sur la forme probable

des réservoirs des sources en terrains calcaires (MARTEL, *Les Abîmes*, p. 282, 559) : ici, en effet, nous avons trouvé une sorte de chapelet de grandes galeries et d'expansions circulaires (petits lacs), et nous avons mesuré les hauteurs de voûtes les plus variées (de 1^m,50 à 90^m).

TROU DE L'AVEN PRÈS SAUVE (GARD)
E. A. MARTEL, A. VIRÉ, P. FAUCHER, L. ARMAND. 26 Septembre. 1897.



Coupe longitudinale.



» Les grandes profondeurs d'eau et la file de six bassins reconnue à Sauve dénoncent clairement qu'il existe là aussi un aqueduc principal (sinon unique), presque entièrement rempli par l'eau ; les siphons de Sauve sont les voûtes les plus basses, qui mouillent encore : les six cloches et galeries, où nous avons pu accéder, sont au contraire les voûtes les plus hautes, actuellement seules émergées, au moins à l'étiage ; car, après les orages, les eaux s'y élèvent à un niveau supérieur à celui que nous y avons rencontré. Il en résulte que Padirac est un ancien réservoir presque vidé, tandis que celui de Sauve continue à fonctionner. La topographie explique

cette dissemblance, puisque la source de Sauve et la vallée du Vidourle ne sont que de 2^m à 8^m en contre-bas des surfaces d'eau des trois avens de Sauve, tandis que la vallée de la Dordogne est maintenant creusée jusqu'à 120^m-150^m au-dessous du niveau des eaux de Padirac, qu'elle a drainées.

» Lorsque le Vidourle coulera 30^m plus bas, les poches-réservoirs de Sauve qui, actuellement, *descendent au-dessous de son niveau*, trouveront une issue vers son thalweg approfondi et prendront le même aspect que Padirac, avec des voûtes allant jusqu'à 50^m de hauteur.

» C'est donc bien une citerne allongée, plus ou moins dilatée par les eaux, *surtout dans le sens de la hauteur*, qui alimente la source de Sauve, aux lieu et place de la *nappe* souterraine qu'on pourrait y supposer.

» A la différence de Padirac, où l'on ne peut pénétrer que par un unique effondrement de voûte, il y a, sur le conduit souterrain de Sauve, au moins quatre regards (avens) actuellement connus (voir la coupe); cela tient au peu d'épaisseur du terrain (33^m à 50^m) surincombant, et cela confirme cette autre opinion, que la fréquence des effondrements et la communication *directe* des avens avec les rivières souterraines sont en raison inverse de l'épaisseur du terrain interposé (MARTEL, *Comptes rendus*, 14 octobre 1889, etc.).

» Enfin, l'aqueduc naturel de Sauve passe sous le lit même (presque toute l'année à sec) du Rieumassel; ce bizarre entrecroisement de la circulation extérieure et de la circulation intérieure a déjà été observé en divers endroits, notamment, par M. G. Gaupillat (1892), à la Goule de la Baume de Sauvas (Ardèche) (*Les Abîmes*, p. 129). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Considérations sur la circulation océanique dans le golfe de Gascogne.* Note de M. I. THOULET.

« La constitution lithologique d'un fond marin dépend d'un certain nombre de variables dont les plus importantes, particulièrement s'il s'agit de fonds terrigènes, sont : la profondeur, la distance à la côte et surtout les courants superficiels ou profonds, qui entraînent les matériaux solides provenant des continents et les laissent ensuite se déposer le long de leur parcours. L'examen d'un fond est donc susceptible de renseigner sur les conditions statiques et dynamiques de l'océan sus-jacent.

» Cet examen comporte, entre autres dosages, celui de la matière argileuse amorphe ou vase et celui des minéraux lourds, c'est-à-dire ayant une

densité supérieure à 2,7 et qui sont en quantité relativement faible, car ni le quartz, ni le silex, ni le carbonate de chaux, ni les feldspaths, ni l'argile, qui représentent la masse principale d'un dépôt, n'en font partie. Ces éléments se dosent avec une extrême précision ; le microscope permet, en outre, de reconnaître la nature de chaque grain sableux.

» Parmi ces derniers, la magnétite offre un intérêt spécial, à cause de son poids, de son opacité, de sa couleur noire à reflets bleuâtres, de son inaltérabilité, de sa facilité à être attirée par le barreau aimanté, qui laissent reconnaître aisément, enfin, à cause de son gisement le plus ordinaire, les roches cristallines basiques, qui, dans bien des circonstances, permet de soupçonner sa localité d'origine.

» J'ai exécuté l'analyse complète de 21 échantillons de fonds du golfe de Gascogne, recueillis pour la plupart par moi-même pendant la campagne océanographique du *Caudan* en 1895, à différentes distances de terre et à des profondeurs variant entre 0^m et 2200^m. Parmi les minéraux lourds retirés de chacun d'eux, j'ai isolé la magnétite et j'en ai évalué la proportion. Les résultats obtenus m'ont conduit à faire certaines suppositions relatives aux lois de la distribution de ces fonds.

» Dans le but d'en vérifier l'exactitude, et comme il m'a été impossible d'établir une formule empirique en même temps fonction de la profondeur, de la distance à la terre et de la direction du courant, j'ai eu recours à une sorte de synthèse graphique des phénomènes.

» J'ai rangé en abscisses les diverses stations, d'après l'ordre qui me paraissait le meilleur pour mettre en lumière l'hypothèse particulière que je désirais vérifier ; au-dessous de chacune d'elles, en ordonnées et à une échelle convenable, j'ai pointé les résultats fournis par l'analyse, pour les minéraux lourds, la magnétite et la vase amorphe ; j'ai examiné si la marche des courbes était conforme à l'hypothèse qui avait servi de base au schéma et, dans les cas d'anomalies manifestées graphiquement, j'ai recherché si celles-ci infirmaient la loi supposée ou si elles étaient susceptibles d'une explication.

» J'ai dressé ainsi trois schémas, se rapportant respectivement à la profondeur, à la distance à la terre et au courant. Je suis arrivé ainsi aux conclusions suivantes, qui précisent celles que j'avais énoncées à la suite de mes observations exécutées pendant la campagne (1) :

» La distribution de la magnétite, confirmée par la distribution des

(1) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 382 ; 15 février 1897.

minéraux lourds et des vases, rend très probable l'existence d'un courant sous-marin qui longe d'abord de l'ouest à l'est la côte cantabrique espagnole et qui, parvenu au point le plus reculé du golfe de Gascogne, remonte la côte française en s'infléchissant ensuite vers le nord-ouest ou l'ouest-nord-ouest. Ce courant est, par conséquent, de direction opposée au courant de surface dont toutes les observations ont établi l'existence.

» Due considération étant accordée au voisinage de la terre et à l'effet du courant précédent, la quantité de magnétite d'un fond est inversement proportionnelle à la profondeur, et il en est de même de l'ensemble des minéraux lourds.

» Jusqu'à 120 milles de la côte, la proportion de magnétite et celle des minéraux lourds sont directement proportionnelles à la distance à la terre.

» Au delà de 150^m de profondeur et de 20 milles des côtes environ, la vase est distribuée à peu près uniformément sur le fond.

» La masse totale des minéraux lourds ayant une origine beaucoup moins locale que la magnétite, sa distribution est plus uniforme. Il y a donc avantage à s'adresser, pour se renseigner, non pas à cette somme des minéraux lourds, mais à des minéraux particuliers compris parmi ces derniers. Aucun n'est plus avantageux que la magnétite. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation d'un bolide double, à Vannes, le 3 janvier 1898.*

Note de M. GEORGET, présentée par M. O. Callandreau.

« Le 3 janvier dernier, rentrant chez moi vers 8^h40^m du soir, j'ai vu, en me retournant, dans la direction du nord-est, à une hauteur de 30° à 40°, un météore lumineux assez brillant, de la couleur de la planète Mars, et parcourant le ciel assez lentement. Il s'est éloigné dans la direction du nord et a disparu à l'horizon sur le prolongement des étoiles ζ et η Grande Ourse, derrière les collines situées au nord de Vannes, à 8^{km} ou 10^{km}, et dominant la ville de 110^m.

» Il a parcouru une trajectoire d'une étendue de 45° en cinq ou six minutes, pendant lesquelles il a constamment diminué d'éclat, comme un corps lumineux qui s'éloigne. Vers la disparition, on a cru voir un éclat jaune rougeâtre.

» J'ai pu examiner ce météore pendant quelques minutes à l'aide d'une petite lunette de 30^{mm} (lunette terrestre à stadia de Goulier). Il paraissait

formé de deux corps lumineux A et B situés à peu près à même hauteur, le plus brillant A en avant. Particularité remarquable : le mouvement de B était soumis à des oscillations brusques; elles duraient une demi-seconde environ; on en a compté 4 ou 5 par minute.

» On eût dit deux ballons lumineux reliés l'un à l'autre. »

M. CALLANDREAU ajoute la remarque suivante :

« L'observation faite par le commandant Georget est fort importante. Elle est à rapprocher d'une observation, jusqu'ici peut-être unique dans son genre, due à Schmidt. Cet astronome vit, le 19 octobre 1863, un bolide marchant avec une lenteur exceptionnelle. Il put l'examiner avec un chercheur de comètes et constata qu'il était double. »

M. BALLAND adresse de nouvelles observations « Sur les essais d'aluminium ».

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

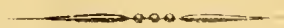


TABLE DES ARTICLES. (Séance du 17 janvier 1898)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

| | Pages. | | Pages. |
|---|--------|--|--------|
| M. HATT. — Notice sur la vie et les travaux de M. d'Abbadie..... | 173 | M. HENRI BEGQUEREL. — Observations relatives à la Communication de M. Cornu.. | 187 |
| M. A. CORNU. — Sur quelques résultats nouveaux relatifs au phénomène découvert par M. le Dr Zeeman..... | 181 | M. AD. CARNOT. — Sur la séparation et le dosage de l'iode, du brome et du chlore.. | 187 |

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

| | | | |
|--|-----|--|-----|
| M. HENRI DE SARRAUTON. — Sur le Système de l'heure décimale, les divisions du jour et du cercle, et la Table géographique.. | 192 | M. CASSEDERAT adresse une Note « Sur un corps simple gazeux, sécrété par le <i>Bacterium coli commune</i> »..... | 195 |
| M. E. PAIN adresse une Note relative à un instrument géodésique « L'opérateur rapide », pour levés de plans, nivellements, tracés d'épures, etc..... | 194 | M. CH. SIRILLOT adresse une Note relative à la faculté d'orientation chez les pigeons voyageurs..... | 195 |
| M. A. BAUDOÛIN adresse une Note « Sur la cause du mouvement obtenu dans le radiomètre exposé à la lumière »..... | 195 | M. CHANTRON adresse un complément à sa Communication « Sur le vol des oiseaux ».. | 195 |
| | | M. SOULHAGAN adresse diverses Communications relatives à la Navigation aérienne. | 195 |

CORRESPONDANCE.

| | | | |
|---|-----|--|-----|
| M. J. BERTRAND informe l'Académie que M. Schiaparelli, Correspondant de la Section d'Astronomie, dont la mort avait été annoncée, vient de lui écrire pour démentir lui-même cette nouvelle..... | 195 | M. MAURICE FOUCHEL. — Sur les systèmes de surfaces triplement orthogonales, où les surfaces d'une même famille admettent la même représentation sphérique de leurs lignes de courbure..... | 199 |
| M. le SECRETAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume de M. Orlof..... | 195 | M. ZEUTHEN. — Sur le fondement de la Géométrie projective..... | 213 |
| MM. ANDRÉ, BEAUREGARD et BOULARD, BLONDEL, D ^e BOSC et VEDEL, BRILLIÉ, CONTREMOULINS, DELEZENNE, ERIKSSON, FABRE DOMERGUE, FABRY, FLAHAULT, D ^e GAUCHER, GOSSELET, GUINARD, HALLER, LEBEAU, LENART, LIOUVILLE, MARIE et RIBAUT, ŒILBERT, PETTIT, PRUVOT, D ^e RÖNTGEN, PAUL SABATIER, SAPPIN-TRUFFEY, V. THOMAS, D ^e TISSIÉ, J. VALLOT adressent des remerciements à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux..... | 195 | M. W. STERKLOFF. — Sur le problème du refroidissement d'une barre hétérogène.. | 215 |
| M. G. BIGOURDAN. — Occultation des Pléiades par la Lune, le 3 janvier 1898, observée à l'équatorial de la tour de l'Ouest de l'Observatoire de Paris..... | 196 | M. A. LEDUC. — Sur le mélange des gaz... .. | 218 |
| M. CH. ANDRÉ. — Occultation du groupe des Pléiades, le 3 janvier 1898, à Lyon... .. | 197 | M. TH. SCHLESING. — Détermination de la densité des gaz sur de très petits volumes. | 220 |
| M. ÉMILE ANCEAUX. — Sur les quatre grosses planètes..... | 199 | M. R. PERSONNE DE SENNEVOY. — Sur un appareil dit <i>verseur hermétique</i> | 224 |
| M. PAUL PAINLEVÉ. — Sur la représentation des fonctions analytiques uniformes..... | 200 | M. A. PONSOT. — Sur le potentiel thermodynamique..... | 226 |
| M. PAUL STAECKEL. — Sur la convergence des séries représentant les intégrales des équations différentielles..... | 203 | M. BIRKELAND. — Sur le spectre des rayons cathodiques..... | 228 |
| M. A. HORN. — Sur les intégrales irrégulières des équations différentielles linéaires..... | 205 | M. MAURICE HAMY. — Sur le spectre du cadmium dans un tube à vide..... | 231 |
| M. RIQUIER. — Sur l'existence des intégrales d'un système partiel, déterminées par certaines conditions initiales..... | 208 | M. TH. MOUREAUX. — Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1 ^{er} janvier 1898..... | 234 |
| | | MM. GIN et LELEUX. — Contribution à l'étude des fours électriques..... | 236 |
| | | M. E. BOUTY. — Nouvelle méthode pour la mesure de l'intensité des champs magnétiques..... | 238 |
| | | M. CH. CAMICHEL. — Sur l'ampèremètre thermique à mercure..... | 240 |
| | | M. JEAN PERRIN. — Décharge par les rayons de Röntgen. Effet secondaire..... | 243 |
| | | M. FERNAND LE ROY. — Sur la résistance électrique du silicium cristallisé..... | 244 |
| | | M. ANDRÉ JOB. — Sur de nouveaux composés des métaux de la célite..... | 246 |
| | | M. DE FORCRAND. — Sur l'aldéhydate d'ammoniaque..... | 248 |

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

| Pages. | Pages. | | |
|---|--------|--|-----|
| MM. PH. BARBIER et V. GRIGNARD. — Sur l'acétylbutyrate d'éthyle β -isopropyllé et les acides diisopropylhexénoïdiques stéréoisomères..... | 251 | faune malacologique polybathyque dans les grands fonds de l'Atlantique et de la Méditerranée. | 275 |
| M. E. DEMOUSSY. — Sur l'oxydation des ammoniacques composées par les ferments du sol..... | 253 | M. CAMILLE BRUNOTTE. — Sur l'origine de la double coiffe de la racine chez les Tropaeolées..... | 277 |
| M. GUSTAVE NEPVEU. — Bacilles du béri-béri..... | 256 | M. ÉM. BOURQUELOT et L. NARDIN. — Sur la préparation du gentianose..... | 280 |
| M. G. DARBOUX fils. — Sur la structure du cirrophore chez les Polynoidiens..... | 257 | M. A. DE GRAMONT DE LESPARRÉ. — Sur la germination et la fécondation hivernales de la Truffe..... | 281 |
| M. ALEX. AMAUDRUT. — Sur les allongements de la partie antérieure du corps des Prosobranches et leur influence sur la région correspondante du tube digestif..... | 259 | M. GEORGES ROLLAND. — Sur les gisements de minerais de fer oolithiques du nouveau bassin de Briey (Meurthe-et-Moselle).... | 285 |
| MM. MAURICE CAULLERY et FELIX MESSIL. — Sur une Grégarine caelomique présentant, dans son cycle évolutif, une phase de multiplication asporulée..... | 262 | MM. E.-A. MARTEL et A. VIRÉ. — Sur les avens de Sauve (Gard) et la forme des réservoirs des sources en terrains calcaires..... | 290 |
| M. FELIX LE DANTEC. — Sexe et dissymétrie moléculaire..... | 264 | M. I. THOULET. — Considérations sur la circulation océanique dans le golfe de Gascogne..... | 293 |
| M. EDMOND PERRIER. — Remarques au sujet de la Communication de M. Le Dantec.. | 267 | M. GEORGET. — Observation d'un bolide double, à Vannes, le 3 janvier 1898..... | 295 |
| MM. J. KUNSTLER et A. GRUVEL. — Sur le prétendu <i>chloragogène</i> de la cavité générale des Ophélies..... | 272 | M. CALLANDREAU. — Remarque au sujet de la Communication précédente..... | 296 |
| M. ARNOULD LOGARD. — Sur l'existence d'une | | M. BALLAND adresse de nouvelles observations « Sur les essais d'aluminium »..... | 296 |

1898

FEB 23 1898

PREMIER SEMESTRE.

3029

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

=====
TOME CXXVI.
=====

N° 4 (24 Janvier 1898).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Quai des Grands-Augustins, 55.

—
1898

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1^{er}. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5^h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

FEB 23 1899

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 JANVIER 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la réduction des intégrales doubles et sur un nouvel invariant dans la théorie des surfaces algébriques.* Note de M. ÉMILE PICARD.

« 1. J'ai défini, dans une Communication récente (*Comptes rendus*, 6 décembre 1897), ce qu'on devait entendre par intégrale double de *seconde espèce* relative à une surface algébrique. La considération des intégrales doubles de seconde espèce conduit à un nombre *invariant*; j'ai en effet énoncé que, étant donnée la surface

$$f(x, y, z) = 0,$$

il existe un certain nombre ρ d'intégrales J de seconde espèce

$$\iint R(x, y, z) dx dy$$

(R étant rationnelle en x, y, z) dont aucune combinaison linéaire n'est de la forme

$$(1) \quad \iint \left(\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial y} \right) dx dy$$

(P et Q étant rationnelles en x, y et z), et telles que toute autre intégrale de seconde espèce est une combinaison linéaire des intégrales J, à un terme additif près de la forme (1). Le nombre ρ est l'invariant dont je viens de parler; sans vouloir entrer pour le moment dans le détail du calcul de ce nombre, je voudrais faire voir au moins comment on peut établir son existence.

» Je montre d'abord que toutes les intégrales de seconde espèce relatives à la surface f peuvent, par la soustraction d'un terme convenable de la forme (1), être ramenées à la forme

$$(2) \quad \iint \frac{M(x, y, z)}{f'_z} dx dy,$$

M désignant un polynome en x, y et z . Le problème qui se pose alors est de chercher à réduire autant que possible les intégrales de la forme (2), sans se préoccuper d'ailleurs, dans cette première réduction, de l'espèce de l'intégrale. J'entrerai dans quelques détails sur cette réduction, en supposant que la surface f soit une surface générale de degré m .

» Désignons par p le degré du polynome M; j'envisage l'expression

$$(3) \quad \frac{1}{p-m+3} \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{U}{f'_z} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{V}{f'_z} \right) \right],$$

U et V étant des polynomes de degré $p+1$ en x, y et z . Nous allons chercher à déterminer ces polynomes de manière que l'expression (3) soit de la forme

$$\frac{N(x, y, z)}{f'_z}$$

et que, dans le polynome N de degré p , les termes de degré p soient les mêmes que dans M. Soient M_1 les termes homogènes de degré p dans M; nous posons

$$U = xM_1 + H, \quad V = yM_1 + K,$$

H et K étant des polynomes de degré p . Nous satisferons aux conditions indiquées si l'expression

$$M_1(xf'_x + yf'_y) + Hf'_x + Kf'_y$$

s'annule pour les points de la courbe donnée par les deux équations

$$f = 0, \quad f'_z = 0.$$

» En appliquant les formules relatives aux conditions imposées à une surface qui doit passer par une courbe, on voit que l'on pourra déterminer H et K de la manière voulue, si le nombre p satisfait à l'inégalité

$$\frac{(p+1)(p+2)(p+3)}{3} - \frac{(p-m+2)(p-m+3)(p-m+4)}{6} \\ > (p+m-1)m(m-1) - \frac{m(m-1)(m-3)}{2}.$$

Or, il se trouve que cette inégalité est très facile à résoudre; elle est vérifiée pour $p = 2m - 3$ et les nombres supérieurs, et elle ne l'est pas pour $p = 2m - 4$. De là se tire une conséquence importante : *Toutes les intégrales de la forme (2) peuvent, par la soustraction d'une intégrale convenable de la forme (1), être ramenées à une intégrale*

$$(4) \quad \iint \frac{A(x, y, z) dx dy}{f'_z},$$

où A est un polynome de degré au plus égal à $2m - 4$.

» Je n'insiste pas sur la réduction ultérieure qui reste encore à faire sur les expressions (4), et il faut en plus écrire, dans notre problème, que l'intégrale est de seconde espèce. Tout cela ne présente pas de difficultés, au moins dans le cas général, mais cependant dans certains cas particuliers la discussion peut être assez délicate. Le seul point qui nous intéresse ici est la démonstration de ce fait que *le nombre des intégrales distinctes de seconde espèce est limité*; c'est ce qui résulte immédiatement de l'analyse qui vient d'être développée.

» 2. Je profite de l'occasion pour compléter l'étude de la réduction élémentaire des intégrales abéliennes relative à une courbe algébrique, sous la forme que je lui ai donnée dans mon *Traité d'Analyse* (t. I, p. 50-65), et ma *Théorie des fonctions algébriques de deux variables* (p. 159). Soit

$$f(x, y) = 0$$

l'équation d'une courbe algébrique, n'ayant comme points singuliers que des points doubles, de degré m et de genre p . Par des soustractions de fonctions rationnelles de x et y on ramène facilement toutes les intégrales

abéliennes relatives à la courbe f aux deux types

$$\int \frac{P(x, y)}{f_y'} dx \quad \text{et} \quad \int \frac{Q(x, y)}{(x-a)f_y'} dx,$$

P et Q étant des polynômes, et le polynôme $P(x, y)$ étant au plus de degré $2m - 4$. Si l'on se borne à considérer les intégrales de *seconde* espèce, elles se ramèneront toutes à la première forme par une soustraction convenable d'une fonction rationnelle de x et y . Des réductions ultérieures sont encore possibles, et nous avons ramené (*Fonctions algébriques*, p. 163) le polynôme $P(x, y)$ à ne plus contenir que

$$2p + d$$

constantes arbitraires, d désignant le nombre des points doubles de f . Cette réduction suffisait pour notre objet, mais on peut encore aller plus loin. Par la soustraction d'une expression convenable de la forme

$$\frac{\lambda(x, y)}{(x-a_1) \dots (x-a_d)},$$

où λ est un polynôme et où a_1, a_2, \dots, a_d désignent les abscisses des d points doubles, on obtient l'intégrale

$$\int \frac{P(x, y)}{f_y'} dx,$$

dans laquelle le polynôme P de degré $2m - 4$ contient seulement $2p$ arbitraires, et qui donnent $2p$ intégrales *distinctes* de seconde espèce, de telle sorte que la réduction est complète pour les intégrales de seconde espèce. »

OPTIQUE. — *Addition à ma Note précédente sur le phénomène de Zeeman;*
par M. A. CORNU.

« Par inadvertance j'ai écrit (p. 182, avant-dernière ligne) le mot *diminuant* au lieu de *augmentant*; de sorte qu'il faut lire :

» ... le dédoublement magnétique de leurs composantes va en augmentant suivant une loi rapide avec la réfrangibilité, bien que la longueur d'onde varie d'une quantité insignifiante de l'une à l'autre.

» Voici d'ailleurs quelques-unes des séries de mesures micrométriques de ce dédoublement qui m'ont conduit à cette conclusion :

GROUPE $b_1 b_2 b_3$ DU MAGNÉSIUM.

Observations parallèlement aux lignes de force.

| | | | |
|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | $b_1 (\lambda = 518,30).$ | $b_2 (\lambda = 517,20).$ | $b_3 (\lambda = 516,67).$ |
| Distance des raies dédoublées. | { 26,5 | 36,2 | 39,9 |
| | } 25,8 | 35,1 | 37,1 |

Observations perpendiculairement aux lignes de force.

| | | |
|------|------|------|
| 27,1 | 31,4 | 31,5 |
| 24,7 | 34,6 | 40,5 |

GROUPE DES RAIES BLEUES DU ZINC.

Observations parallèlement aux lignes de force.

» Les mesures relatives aux trois raies bleues du zinc ont été effectuées sur des clichés photographiques :

| | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| $(\lambda = 480,97).$ | $(\lambda = 472,14).$ | $(\lambda = 467,95).$ |
| 15,3 | 19,6 | 28,4 |

» L'intensité du champ magnétique, dans ces observations (1^{er} décembre 1897), était d'environ 7 000 à 8 000 unités C.G.S.

» Ainsi la grandeur du dédoublement (exprimée en centièmes de tour du micromètre déjà décrit) augmente bien avec la réfrangibilité ('). »

(1) Je ne saisis pas bien l'opportunité des remarques que M. H. Becquerel a ajoutées à la suite de ma Communication. La loi qu'il avait annoncée, sans aucune restriction, sur la nature des radiations soumises au magnétisme (au moins pour une même substance), est contredite par l'expérience. Aussi ne vois-je pas pourquoi notre Confrère cherche à justifier ses vues en empruntant à mes études des distinctions dont il n'était nullement question dans la Note à laquelle il renvoie et qui en modifient complètement la portée.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les conditions de formation des carbures alcalins, des carbures alcalino-terreux et du carbure de magnésium.* Note de M. HENRI MOISSAN.

« Nous avons pu préparer au four électrique un grand nombre de carbures définis et cristallisés (1), en réduisant les oxydes ou les carbonates métalliques par le charbon. Certains, tels que les carbures alcalins, ne peuvent pas s'obtenir par ce procédé. Il nous a semblé intéressant de rechercher pourquoi ces méthodes de préparation ne s'appliquaient pas à cette série de composés.

» Dans son Mémoire sur une nouvelle classe de radicaux métalliques M. Berthelot (2) a signalé l'existence des composés C^2HNa et C^2Na^2 , qui s'obtiennent par l'action d'une chaleur plus ou moins élevée sur du sodium maintenu dans une atmosphère d'acétylène. Le corps C^2Na^2 ainsi formé est le carbure de sodium, analogue par l'ensemble de ses propriétés au carbure de calcium que j'ai préparé avec facilité au four électrique et qui a été le point de départ de l'industrie de l'acétylène.

» Il est bien vraisemblable que les métaux alcalino-terreux chauffés dans une atmosphère d'acétylène fourniraient de même les carbures alcalino-terreux. L'impossibilité d'avoir ces métaux à l'état de pureté nous a empêché de réaliser cette expérience.

» *Carbure de potassium.* — M. Berthelot a préparé ce composé par l'action de l'acétylène au rouge sombre sur le métal alcalin.

» Lorsque l'on chauffe au four électrique un mélange de carbonate de potassium et de charbon ($CO^2 K^2 + 2C$) avec un courant de 900 ampères et 45 volts, on obtient comme résidu une substance noire, pulvérulente, constituée par du carbone à peu près pur, ne renfermant que des traces de métal alcalin et ne produisant pas de dégagement gazeux au contact de l'eau. Avec un courant aussi intense, il ne se forme pas de carbure de potassium.

» Dans une deuxième expérience, nous avons chauffé au four électrique,

(1) H. MOISSAN, *Le four électrique*, p. 284.

(2) BERTHELOT, *Sur une nouvelle classe de radicaux métalliques composés* (*Annales de Ch. et de Ph.*, 4^e série, t. IX, p. 385; 1886).

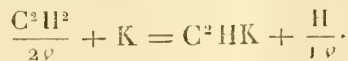
dans un tube de charbon fermé à l'une de ses extrémités, le mélange de flux noir et de charbon qui est employé pour la préparation du potassium. La durée de la chauffe a été de huit minutes, et le courant, plus faible que précédemment, était de 45 volts et 350 ampères. Après refroidissement, le produit retiré du tube était en poudre grossière. Quelques parcelles présentaient même l'aspect fondu et la masse, jetée dans l'eau, produisait de suite un dégagement gazeux. Si cette matière noire est simplement humectée d'eau, elle devient incandescente et fournit un gaz brûlant avec une flamme rouge violacée. Quelques fragments produisent même une faible explosion.

» Traitée par l'eau dans un tube rempli de mercure, elle donne lieu à un faible dégagement gazeux. Le résidu noir est formé de charbon et l'eau filtrée a pris une teinte jaunâtre. Cette solution est très alcaline et renferme une petite quantité de carbonate et de cyanure.

» Le gaz dégagé est formé d'un peu d'azote, d'hydrogène et d'acétylène. Deux analyses de ce mélange gazeux nous ont donné les chiffres de 70 et 66,6 pour 100 d'acétylène. Le dégagement gazeux est très faible et la quantité de carbure de potassium produite dans ces conditions est très petite. Ces premières expériences nous démontrent que la température du four électrique est beaucoup trop élevée pour qu'il soit possible d'y préparer le carbure de potassium.

» D'autre part, nous avons remarqué que le potassium métallique était attaqué lentement à froid et à la pression ordinaire par le gaz acétylène. Si l'expérience est assez prolongée, l'attaque peut même se faire d'une façon complète. Dans une expérience nous avons placé un fragment de potassium dans le haut d'un tube de 0^m, 50 de long et fermé à son extrémité supérieure. Ce tube avait été rempli de gaz acétylène et disposé sur la cuve à mercure. Dès le deuxième jour, on a constaté que le niveau du mercure s'élevait d'une façon sensible. L'absorption s'est continuée lentement et nous avons mis fin à l'expérience quarante-neuf jours plus tard.

» L'appareil renfermait, au début, 17^{cc} de gaz acétylène à 0° et 760^{mm}. Après l'expérience, le volume restant était de 8^{cc}, 35 contenant 4^{cc}, 48 d'hydrogène (le tout ramené à 0° et à 760^{mm}). Le volume d'acétylène absorbé était de 8^{cc}, 65. Il est sensiblement le double de celui de l'hydrogène produit, ce qui découle de l'équation suivante



» On obtient ainsi à froid un produit blanc⁽¹⁾, peu adhérent au tube, et qui se décompose de suite au contact de l'eau froide en fournissant de l'acétylène pur. Le volume de gaz recueilli dans ces conditions a été de 7^{cc}, ce qui est un peu inférieur à la quantité théorique. Cette légère différence est due à la polymérisation d'une petite quantité d'acétylène.

» Ainsi à froid, par l'action du potassium sur l'acétylène, on obtient le composé C²HK ou acétylène potassé, déjà indiqué par M. Berthelot, composé intermédiaire entre l'acétylène C²H² et le carbure de potassium C²K².

» *Carbure de sodium.* — La réduction du carbonate de sodium par le charbon sous l'action d'un courant intense (1000 ampères 70 volts) n'a pas donné de carbure. Au contraire, en chauffant dans un creuset fermé, disposé dans un tube de charbon, un mélange de soude et de charbon de sucre avec un courant plus faible (350 ampères, 45 volts), on a obtenu une poudre noire fournissant au contact de l'eau froide un faible dégagement d'acétylène.

» L'absorption du gaz acétylène par le sodium à froid est beaucoup plus lente qu'avec le potassium. Elle est presque nulle⁽²⁾.

» A cause de cette faible absorption, nous avons modifié l'expérience de la façon suivante : on fait un tube scellé avec du sodium et de l'acétylène liquide bien sec, puis on l'abandonne à la température du laboratoire. Au début, l'action est assez lente; mais, après plusieurs jours, le sodium se ternit et se recouvre d'une couche d'un blanc jaunâtre, dont l'épaisseur augmente sans cesse. Enfin la transformation du métal se fait totalement. Le tube, fortement refroidi, a été ensuite ouvert, et les gaz ont été recueillis au moyen de la trompe à mercure. Au milieu de l'acétylène en excès, il nous a été facile de séparer de l'hydrogène libre. Le produit, d'un blanc

(1) Le composé transparent, qui se produit par la réaction du potassium sur l'acétylène à froid, possède tout d'abord, lorsqu'on le regarde à la loupe, une couleur bleue dans les portions qui se trouvent au contact du métal. Cette teinte disparaît au fur et à mesure que la transformation du potassium se produit. On doit rapprocher ce phénomène de la coloration bleue que prend le chlorure de potassium au rouge en présence de la vapeur de potassium, coloration mentionnée par M. Le Roux (*Comptes rendus*, t. LXVII, p. 1022; 1868) et qui semble résulter d'une diffusion du métal.

(2) La formation plus facile de l'acétylène potassé explique pourquoi M. Berthelot a rencontré des traces d'acétylène dans l'hydrogène produit par la décomposition de l'eau au contact du potassium, tandis qu'il n'en a pas trouvé dans l'hydrogène obtenu au moyen du sodium.

jaunâtre, qui remplace le sodium a été analysé de la façon suivante : un poids donné de ce composé est détruit par l'eau, et l'acétylène recueilli est mesuré, puis analysé pour être bien certain de sa pureté. Le sodium est dosé par un titrage alcalimétrique de la soude formée. Le dérivé ainsi obtenu à froid répond à la formule C^2HNa . C'est donc encore le composé intermédiaire entre l'acétylène et le carbure, l'acétylène sodé, qui se produit tout d'abord.

» Il n'est pas indispensable d'employer dans cette préparation l'acétylène liquide, la même réaction peut être faite à la température ordinaire avec le gaz acétylène comprimé. La vitesse de la réaction paraît être fonction de la pression.

» Ainsi que nous le faisons remarquer plus haut, la combinaison du sodium et de l'acétylène ne se produit que difficilement à la pression ordinaire et elle exige plusieurs mois pour être sensible. Sous une pression d'une atmosphère, la combinaison est plus rapide et, si l'on chauffe légèrement même sous pression réduite, l'attaque se fait avec plus de rapidité. Vers 50° , elle est déjà très nette et nous avons pu transformer complètement un petit fragment de sodium en composé C^2HNa en le maintenant au contact de l'acétylène pendant quinze jours à la température de $+70^\circ$.

» *Dissociation du composé C^2HNa .* — Le corps blanc de formule C^2HNa , obtenu par l'action de l'acétylène à froid sur le sodium, a été placé dans un tube de verre de Bohême, fermé à l'une de ses extrémités et relié à une trompe à mercure. Si l'on chauffe lentement ce composé C^2HNa dans le vide, on le voit brunir et il se dégage tout d'abord du gaz acétylène pur.

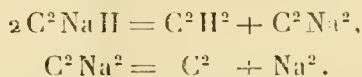
» En continuant à chauffer, la teinte du produit devient plus foncée et, en même temps que l'acétylène se dégage, il se condense, dans la partie froide du tube, une petite quantité de carbures d'hydrogène liquides. En arrêtant alors l'expérience, avant toute déformation du tube de verre, le produit solide qui reste comme résidu donne au contact de l'eau froide un dégagement d'acétylène pur. C'est le carbure de sodium de M. Berthelot, de formule C^2Na^2 . Si, au lieu de décomposer ce produit par l'eau, on continue à le chauffer dans le vide jusqu'au rouge, il ne se produit plus de dégagement gazeux; il reste du carbone noir au fond du tube ⁽¹⁾, et

(1) Nous avons constaté, après l'expérience, que cette poudre était formée de carbone pur. Elle ne fournissait plus de dégagement gazeux au contact de l'eau.

l'on voit un anneau brillant de sodium métallique venir se condenser au-dessus de la partie chauffée.

» Par une élévation de température, qui atteint à peine le point de ramollissement du verre de Bohême, le carbure de sodium, dans le vide, est donc décomposé en charbon et en sodium. Ce fait nous explique l'insuccès de nos expériences sur la réduction de la soude ou du carbonate de sodium par le charbon. La température du four électrique est beaucoup trop élevée pour que le carbure de sodium puisse exister dans ces conditions.

» Les expériences précédentes peuvent être représentées par les deux équations suivantes :



» *Carbure de lithium.* — Nous avons déjà fait remarquer, à propos de la préparation du carbure de lithium, que, même avec un courant de 350 ampères et 50 volts, il ne fallait pas chauffer plus de dix minutes, sans quoi il ne restait que du graphite au fond du tube de charbon dans lequel se fait l'expérience. La température de cette préparation présente une grande importance au point de vue du rendement en carbure. Le composé du lithium se dissocie, en effet, plus facilement par la chaleur que le carbure de calcium. La température de décomposition du carbure de lithium est intermédiaire entre celle du carbure de sodium et celle des carbures alcalino-terreux.

» *Carbure de calcium.* — Un certain nombre d'expériences nous ont démontré que, dans le four électrique, le carbure de calcium peut être décomposé lorsque l'on emploie des courants d'une grande intensité :

» 1° Lorsque nous avons préparé de petites quantités de carbure de calcium avec des courants de 1200 ampères et 60 volts, il nous est arrivé, si l'expérience dure dix minutes, d'obtenir un résidu formé de graphite pulvérulent, ne contenant plus que des traces de carbure de calcium.

» Il n'y a pas eu volatilisation du composé, car le carbone en poudre est resté dans le creuset. Il est plus vraisemblable de penser que l'on se trouve en présence d'une dissociation du carbure, le calcium distillant avec facilité et le carbone pulvérulent restant comme résidu.

» 2° Dans des expériences faites au moyen du tube froid de Deville, et qui avaient pour but d'étudier la condensation de la vapeur de carbone, nous n'avons jamais obtenu de condensation de carbure de calcium. Si l'on chauffe en effet, dans le four électrique, du carbure de calcium fondu, on

ne retrouve sur le tube de cuivre, traversé par un courant d'eau froide, que de la poussière de graphite, de la chaux pulvérulente et du calcium; ce dernier, au contact de l'eau, dégage de l'hydrogène dont la pureté a été vérifiée par une analyse eudiométrique.

» Comme les carbures de sodium et de lithium, mais à une température beaucoup plus élevée, le carbure de calcium peut donc se décomposer en métal et en carbone.

» *Carbure de magnésium.* — En chauffant avec précaution de la poudre de magnésium dans un courant de gaz acétylène (réaction indiquée par M. Berthelot), on obtient un carbure de magnésium impur, mélangé de charbon, mais fournissant nettement, au contact de l'eau froide, du gaz acétylène.

» Ce carbure de magnésium a été disposé dans un double creuset de graphite pur et chauffé dans un tube de charbon fermé à l'une de ses extrémités (600 ampères, 60 volts). Durée de l'expérience, six minutes. Après refroidissement, la matière noire retirée du creuset ne donnait aucun dégagement gazeux au contact de l'eau. Le carbure de magnésium avait été totalement décomposé sous l'action de cette température élevée. Cette expérience nous explique pourquoi nous avons pu fondre la magnésie et l'amener à l'état liquide dans des creusets de charbon sans qu'il y ait réduction de cet oxyde. A la température de fusion de la magnésie, le carbure de magnésium ne peut plus exister.

» *Conclusions.* — En résumé, par l'action du gaz acétylène froid ou par l'action de l'acétylène liquide, avec ou sans pression, on peut obtenir les composés intermédiaires ou acétylènes sodés et potassés à l'état de pureté C^2KH et C^2NaH .

» Par une élévation de température, ces corps peuvent se décomposer : ils produisent un dégagement d'acétylène et ils laissent, comme résidus, les carbures C^2K^2 et C^2Na^2 .

» Par une élévation plus grande de température, ces carbures sont dissociés en métal et en carbone. Le phénomène est identique, bien qu'il se produise à une température plus élevée pour les carbures alcalino-terreux. Il en est de même pour le carbure de magnésium.

» La stabilité de ces carbures, pour des variations de plus en plus grandes de température, ira donc en croissant des métaux alcalins aux métaux alcalino-terreux.

» Ces expériences établissent que les carbures de potassium, de sodium

et de magnésium ne peuvent pas être produits à la température du four électrique. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Mécanisme histologique de la cicatrisation; de la réunion immédiate vraie; par M. L. RANVIER.*

« La réunion immédiate ordinaire, celle qui se produit par l'intermédiaire des fibres synaptiques, n'est pas la plus simple. Il faut distinguer une réunion immédiate synaptique et une réunion immédiate vraie. Cela ressort des expériences que je vais exposer aujourd'hui.

» On pratique sur la cornée d'un lapin vivant, au moyen d'un couteau à cataracte, une série d'incisions parallèles, les unes superficielles, les autres profondes. Ces incisions doivent être voisines les unes des autres. Il convient qu'aucune ne soit pénétrante. La cornée reste transparente. Presque toutes les plaies consécutives aux incisions se remplissent de cellules épithéliales provenant du glissement et de l'éboulement de l'épithélium circonvoisin. Les cellules épithéliales qui s'avancent en masse sur chacune des lèvres de la plaie arrivent au contact et se soudent. Au bout de vingt-quatre heures, quelle que soit la profondeur de la plaie, celle-ci possède un revêtement épithélial continu, dans lequel il est impossible de distinguer les lieux de la soudure. Toutes les cellules sont séparées et unies par le même ciment, le ciment intercellulaire physiologique, qui, comme je l'ai dit dans une Communication récente, se colore en bleu verdâtre par la thionine.

» Ce phénomène de soudure épithéliale paraît correspondre à la réunion immédiate la plus simple qui se puisse voir. Il n'y est pas employé d'autres matériaux que ceux du tissu lui-même. On ne doit y faire intervenir ni lymphie plastique, ni prolifération.

» Peut-on observer, dans la partie conjonctive de la cornée, des phénomènes du même ordre ou plus simples encore? Tant que j'ai fait dans cette membrane une ou deux incisions seulement, comprenant le tiers ou la moitié de son épaisseur, il m'a été impossible de le savoir, parce que toujours les lèvres de la plaie étaient écartées l'une de l'autre par la masse épithéliale éboulée. Dans ces conditions, la réunion immédiate vraie ne saurait se produire.

» Il paraissait difficile d'éviter la pénétration des cellules épithéliales entre les lèvres de la plaie. Enlever l'épithélium par raclage sur une partie

de la surface de la cornée et faire ensuite une incision dans la partie dénudée semblait fort logique. J'ai tenté l'expérience. Probablement à cause de la violence du traumatisme ou de l'action du liquide lacrymal, la réunion immédiate vraie ne s'est pas produite. L'épithélium s'est avancé à partir des régions où il avait été ménagé, il est arrivé à la plaie et l'a remplie.

» J'ai des préparations dans lesquelles on voit qu'une des lèvres de la plaie a acquis un revêtement épithélial, tandis que l'autre en est encore dépourvue. Si l'on avait attendu quelques heures de plus, l'épithélium aurait, sans doute, envahi la plaie tout entière. Après être descendu sur l'une de ses lèvres, il aurait remonté l'autre pour s'étendre ensuite sur toute la surface dénudée.

» Cette expérience n'ayant pas réussi, il a fallu en imaginer une autre. Il m'a semblé que si l'on pratiquait un grand nombre d'incisions parallèles, les unes profondes, les autres superficielles, comme il est dit plus haut, il faudrait, pour les remplir toutes, une si grande quantité de cellules que le revêtement épithélial deviendrait impuissant à les fournir et que quelques-unes des incisions superficielles pourraient ainsi échapper à l'invasion.

» L'expérience a confirmé cette hypothèse. Parmi les petites incisions, surtout celles qui sont entre deux incisions un peu profondes, comprenant par exemple le tiers de l'épaisseur de la cornée, il y en a dont les deux lèvres sont en contact; il ne s'y est pas insinué de cellules épithéliales. A leur niveau, l'épithélium de revêtement a été divisé par l'instrument tranchant et cependant on n'y voit plus rien de la solution de continuité. Il s'est réparé suivant le mécanisme de la réunion immédiate vraie, que j'ai indiqué précédemment.

» Tout cela peut être constaté, au bout de vingt-quatre heures, par l'examen de coupes faites, perpendiculairement à la plaie, sur la cornée convenablement fixée et colorée. Mais c'est seulement vingt-quatre heures plus tard, c'est-à-dire dans des plaies de quarante-huit heures, que l'on peut bien observer les détails de la réunion.

» J'ai déjà montré qu'à ce moment, dans les plaies comblées d'épithélium, les prolongements sectionnés des cellules conjonctives bourgeonnent, végètent, s'anastomosent les uns avec les autres et forment ainsi, au-dessous de l'épithélium, une membrane protoplasmique fenêtrée. Il semble évident que si ces prolongements ne s'étendent pas plus loin c'est que l'épithélium les en empêche, et l'on conçoit aisément que ceux qui occupent une des

lèvres de la plaie s'anastomoseraient avec ceux de l'autre lèvre, si elles étaient en contact.

» Tel est, en effet, le mécanisme de la réunion immédiate vraie du tissu conjonctif de la cornée dans la plaie de quarante-huit heures, où l'épithélium n'a pas pénétré et dont les lèvres se touchent; on peut voir les cellules conjonctives hypertrophiées émettre des prolongements qui s'insinuent dans la solution de continuité, s'anastomosent et forment ainsi une cicatrice protoplasmique résistante.

» Là pas de ciment, comme dans la cicatrice épithéliale, mais seulement accroissement du protoplasma cellulaire et fusion des prolongements protoplasmiques. On pourrait se laisser entraîner à voir dans ce dernier processus un mécanisme plus compliqué parce qu'il est d'observation moins facile; mais si l'on va au fond des choses, il est plus simple. Il est dans la nature des cellules du tissu conjonctif de s'unir les unes aux autres par leurs prolongements. Si donc ces cellules déterminent la formation d'une cicatrice en s'anastomosant entre elles, elles ne font qu'obéir à une de leurs propriétés fondamentales.

» Il peut se faire que quelques cellules épithéliales seulement aient pénétré entre les lèvres de la plaie. Elles forment alors un lobule, une sorte de globe, complètement isolé au sein du tissu conjonctif. On dirait un lobe d'épithéliome lobulé. Au-dessus et au-dessous de ce lobe, la plaie est fermée par une cicatrice protoplasmique. Ces préparations sont fort démonstratives. Elles permettent de bien juger de la direction et de la forme de la cicatrice, et de voir comment les prolongements des cellules conjonctives se sont agencés pour l'établir. Certains prolongements cellulaires semblent la traverser simplement. Les deux lèvres de la plaie sont alors unies, à ce niveau, par un simple pont protoplasmique.

» Quelques expériences que j'ai déjà faites sur la cicatrisation de divers tissus m'autorisent à penser que les faits exposés dans cette Note ont une signification très générale. »

PHYSIOLOGIE. — *L'ampliation de l'oreillette droite du cœur pendant l'inspiration, démontrée par la radioscopie.* Note de M. CH. BOUCHARD.

« En examinant, par le dos, le thorax d'une jeune fille atteinte d'infiltration tuberculeuse légère du sommet du poumon droit, j'ai remarqué une saillie convexe qui, à certains moments, élargissait à droite l'ombre por-

tée par la colonne dans une partie correspondant à celle où l'ombre du cœur se montrait à gauche de la colonne.

» En suivant les mouvements de saillie et de retrait de cette onde noire qui n'était pas due aux mouvements propres du cœur, et en les comparant avec les mouvements alternatifs d'abaissement et d'élévation du foie, j'ai constaté et fait constater que l'ombre faisait saillie à droite du sternum quand le foie s'abaissait et que le retrait vers le bord du sternum s'effectuait quand le foie remontait.

» En faisant pivoter légèrement le corps sur lui-même, de manière à porter l'épaule gauche un peu en arrière, je vis plus distinctement la masse des oreillettes et arrivai à y reconnaître, ce qu'il n'est pas rare de constater, les battements propres des oreillettes. Je rendis aussi plus évident le gonflement de la masse auriculaire pendant l'abaissement du foie, c'est-à-dire pendant l'inspiration.

» Chez deux autres malades, affectées, l'une d'infiltration légère du sommet droit, l'autre d'induration étendue du sommet gauche, je ne pus pas réussir à faire la même détermination. Je procédai alors à l'examen de deux femmes atteintes d'asthme : chez l'une des deux seulement, je pus faire la démonstration de l'ampliation que provoque, dans l'oreillette droite, la légère diminution de pression qui se produit dans le thorax pendant l'inspiration et qui fait un appel à la fois sur le sang et sur l'air. J'ai fait la même constatation chez une troisième femme qui n'était affectée d'aucune maladie des organes de la circulation ou de la respiration. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la quatrième campagne de la Princesse-Alice* ;
par **S. A. S. ALBERT I^{er}**, Prince de Monaco.

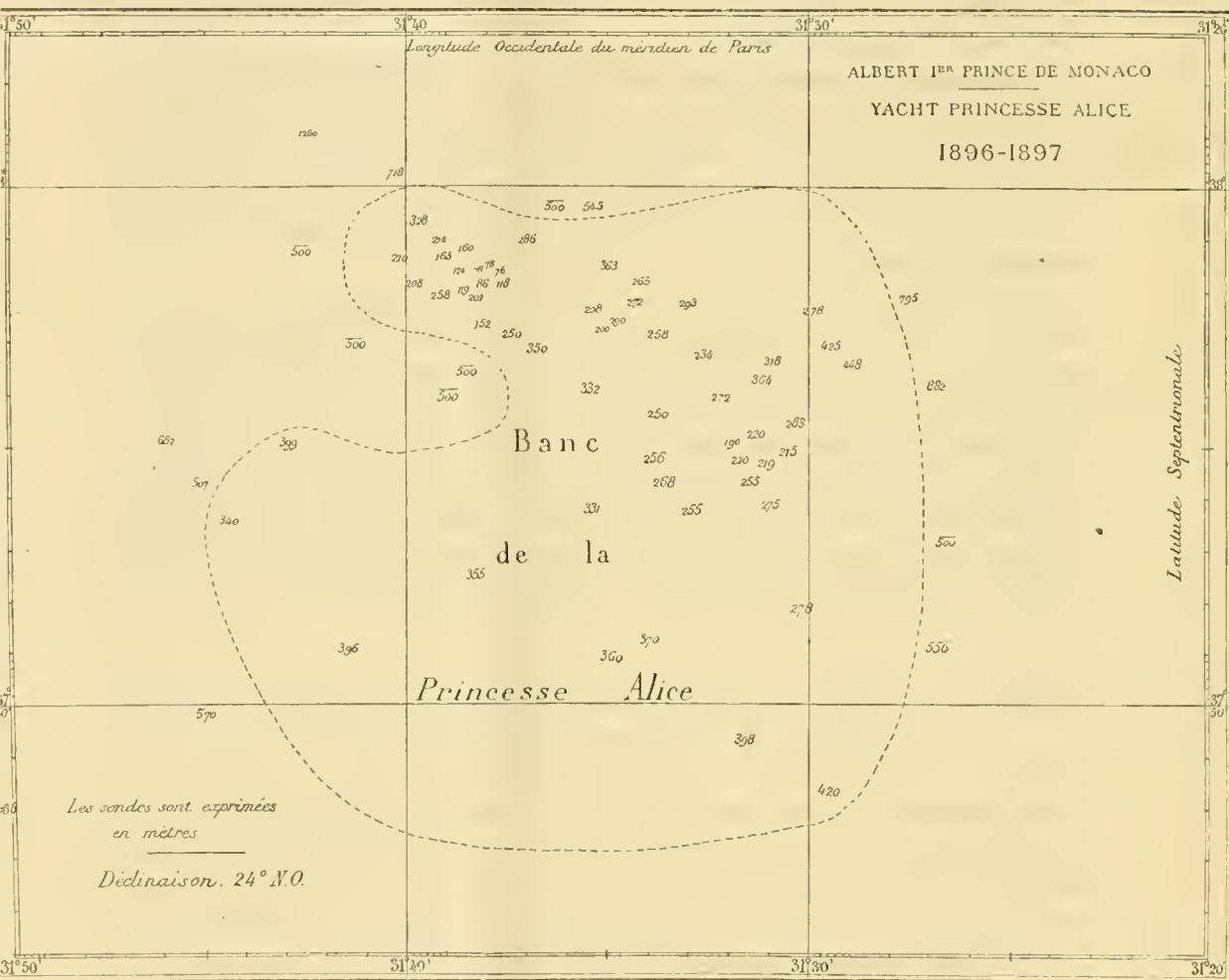
« La *Princesse-Alice* a quitté Monaco cette année, le 2 juin, dans les conditions habituelles : MM. le capitaine Carr, le Dr Jules Richard et M. Neuville secondant mes recherches scientifiques ; M. Boutet de Monvel, artiste peintre, pour prendre les notes de couleur nécessaires au laboratoire.

» Sauf quelques opérations devant Monaco, le travail s'est effectué sur la côte occidentale du Maroc, autour de Madère, aux Açores jusqu'à 400 milles dans le sud de ces îles et dans l'ouest du Portugal.

» *Océanographie*. — L'Océanographie proprement dite comprend : 50 sondages jusqu'à 5530^m sans compter ceux qui ont été exécutés pour l'hydrographie d'un banc ; 21 prises de températures du fond et autant de

la surface; 20 prises d'échantillons d'eau depuis 599^m jusqu'à 5440^m et autant à la surface.

» J'ai continué l'étude du banc *Princesse-Alice*, que j'avais découvert l'an passé; une surface importante doit lui être ajoutée dans le sud et le sud-ouest. (Voir la Carte qui accompagne cette Note.)



» Les éléments qui suivent permettent d'entrevoir l'intensité de la vie animale sur ce banc. Trois goélettes, montées chacune par une douzaine d'hommes, y ont pris cet été, durant un total général de trente-neuf jours de pêche, 22 515^{kg} de poisson; ces pêcheurs essayaient presque au hasard

le fond qu'ils connaissaient à peine et ils n'employaient que des lignes à la main.

» *Zoologie*. — La Zoologie comprend 16 coups de chalut entre 98^m et 5440^m,

- » 14 poses de nasse entre 200^m et 5310^m,
- » 3 coups de chalut de surface,
- » 5 descentes de barre à fauberts entre 599^m et 1425^m,
- » 3 poses de palancre entre 1169^m et 5310^m,
- » 4 poses de trémail entre 1230^m et 1638^m,
- » 6 pêches de surface à la lumière électrique.

» Dans la Méditerranée, deux Cétacés (*Globicephalus melas*) de 4^m, 10 et de 3^m, 86, ont été capturés. C'étaient deux femelles dont l'une portait un fœtus de 0^m, 12. Sur la côte du Maroc, un Dauphin a été harponné. Aux Açores, on a pris un autre Cétacé : *Grampus griseus* mâle, de 2^m, 70.

» Entre le Portugal, les Açores et la côte de Bretagne, 7 Germons de 2^{kg} à 17^{kg} ont été pris et étudiés pour leurs parasites et pour le contenu de leur estomac.

» Aux Açores, 19 Tortues (*T. caretta*) ont été prises. L'une d'elles, qui pesait seulement 680^{gr}, est la plus petite que j'aie jamais rencontrée dans cette région, et la présence d'un animal évidemment tout jeune paraît compliquer davantage la question de provenance des Tortues aux Açores; car, suivant ce que j'ai déjà exposé, elles n'ont pas le moyen de se reproduire dans cet archipel, en observant leurs habitudes connues.

» Le travail des chaluts a rapporté, notamment de 4360^m et en outre des récoltes habituelles, un Poisson, *Cyema atrum* (?), et un petit Céphalopode bathypélagique très intéressants.

» Les nasses ont présenté deux faits remarquables. L'une d'elles, posée dans la profondeur de 1260^m, aux Açores, et laissée vingt-quatre heures, a rapporté juste 1200 animaux dont 1198 Poissons (1176 *Simenchelys* et 22 *Synaphobranchus*). Une autre, descendue à la profondeur de 5285^m, a ramené un Amphipode géant de 14^{cm}, nouveau comme espèce et comme genre, de la famille des Lysianassidés; plusieurs Amphipodes plus petits, qui sont également nouveaux comme genre et comme espèce, et un Poisson du genre *Sirembo*. Une dernière nasse descendue à 5310^m a rapporté également deux Amphipodes.

» Une barre à fauberts, traînée près de Madère et par 1425^m, a donné, parmi des *Scalpellum*, des Stellérides et des Hydraires, un *Pentacrinus Wyville Thomsoni* vert bleuâtre.

» Un trémil descendu par 1260^m entre Pico et São-Jorge, a pris des Éponges siliceuses, une Holothurie, des Stellérides, des Bryozoaires et un *Centrophorus* (?). Ces filets ont aussi ramené un grand nombre de certaines boules vaseuses grosses comme des prunes, réticulées et tellement fragiles que leur sortie de l'eau suffisait pour les faire fondre en un nuage. Ces objets, qui semblent avoir une origine organique, ne nous avaient encore jamais été fournis par aucun autre appareil et, grâce à des précautions spéciales, plusieurs ont pu être conservés intacts dans de la gélatine.

» Un palancre a pris, dans le sud de Madère, à une profondeur intermédiaire de 1105^m environ, un Poisson voisin de l'*Alepisaurus ferox*.

» Des Céphalopodes nouveaux ou très rares ont été recueillis à la surface : notamment, près de Madère, un spécimen d'*Histiotoothis* et un autre de *Cuciotoothis*, genre dont on ne connaissait que les bras, et dont le Cachalot, visité par la *Princesse-Alice* en 1895, renfermait une couronne : on connaît maintenant l'animal complet; puis, vers 30° de latitude nord, un *Taonius pavo* (?), extrêmement rare, et deux autres tout petits du genre *Chranchia*, dragués avec un filet de surface; enfin, aux Açores, pendant une chasse très serrée faite à une troupe de Cétacés, plusieurs débris d'*Alloposus mollis*, probablement rejetés par ces animaux. »

M. EDMOND PERRIER, en présentant à l'Académie la deuxième édition de son Livre : *Les colonies animales et la formation des organismes*, s'exprime de la façon suivante :

« Malgré les difficultés qu'il a rencontrées au début, l'Ouvrage dont j'ai l'honneur de présenter la seconde édition à l'Académie est aujourd'hui devenu classique; il a été souvent cité non seulement par les biologistes, mais aussi par les philosophes et les sociologistes. Je rappellerai donc simplement qu'il a pour but d'expliquer le mode de constitution des animaux, en prenant pour point de départ l'exercice d'une faculté commune à tous les organismes inférieurs; d'étendre, par conséquent, aux êtres vivants les méthodes d'explication des physiciens.

» L'observation démontre effectivement que les organismes inférieurs ne sont susceptibles de grandir, en demeurant géométriquement semblables à eux-mêmes, que jusqu'à une taille très restreinte; cette taille une fois atteinte la croissance se localise, et donne naissance à des *bourgeons* qui, chez les organismes fixés, s'orientent sous n'importe quel angle, par rapport à l'organisme initial; qui, chez les organismes libres, se disposent

en série linéaire. De là deux formes fondamentales d'organismes : les *organismes ramifiés*, dont les formes rayonnées ne sont qu'une modification, et les *organismes segmentés* tels que les Arthropodes, les Vers annelés et les Vertébrés.

» Lès bourgeons tendent toujours à revêtir la même organisation que l'organisme d'où ils proviennent. Ils sont susceptibles de se détacher et de mener une existence indépendante (*scissiparité, génération alternante*) ou bien ils demeurent unis et présentent alors des adaptations réciproques dont il suffit de suivre les diverses étapes pour relier entre eux, par des relations de cause à effet, les phénomènes essentiels de la Morphologie et de l'Embryogénie. Cette dernière est ramenée à l'étude des divers modes de formation, de groupement et d'adaptation des éléments anatomiques et des bourgeons nés les uns des autres, et comme cela a été indiqué dans de récentes publications (¹), tous ces phénomènes se rangent sous trois chapitres principaux : les phénomènes de *patrogenie*, de *tachygonie* et d'*armozogonie*.

» Dans cette nouvelle édition, l'auteur a refondu le chapitre relatif aux formes originelles des animaux segmentés; il a donné au chapitre relatif à l'individualité et aux rapports de la Biologie et de la Sociologie des conclusions plus précises. Il a surtout mis en tête de l'Ouvrage une préface où il s'est efforcé de rechercher quels agents ont déterminé l'évolution du Règne animal et quelle part revient à chacun d'eux dans les complications ou les dégradations des organismes. De plus en plus, la façon dont les animaux font usage de leurs organes, les attitudes qu'ils prennent pour en user le plus avantageusement possible, les déchéances qui résultent du défaut d'usage apparaissent comme ayant joué un rôle de première importance, non seulement dans l'évolution paléontologique des organismes, mais aussi dans leur évolution embryogénique. C'était là le fondement même de la doctrine de Lamarck. A un moment où, sous l'influence de Cope, le lamarckisme ressuscite en Amérique, où la Biomécanique provoque en Allemagne d'intéressants travaux, il était important d'établir à quel point est féconde la doctrine, trop négligée en France, du fondateur véritable du transformisme, et de montrer que les progrès de la Biologie n'ont fait que mettre en les mains des naturalistes actuels des bases d'induction et des moyens de démonstration qui manquaient à leur illustre précurseur. »

(¹) *Rapport sur le prix Serres (Comptes rendus, t. CXXIII, p. 1155; 1896)* et *Rapport sur le prix da Gama Machado (Ibid., t. CXXVI, p. 9; 1898)*.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A. DEMANET adresse une Note « Sur une nouvelle méthode de résolution des équations algébriques et transcendantes ».

(Commissaires : MM. Darboux, Appell.)

M. DEISS adresse, de Bâle, une Note relative à une mesure directe de la parallaxe du Soleil.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

CORRESPONDANCE.

M. GASTON BONNIER fait hommage à l'Académie des neuf premiers Volumes de la *Revue générale de Botanique*, Recueil qui a été fondé par lui en 1889.

La *Revue générale de Botanique* renferme des Mémoires et des Articles scientifiques dus à des Botanistes français, et en particulier à la plupart des Membres de la Section de Botanique. En outre, elle rend compte méthodiquement des travaux publiés en France et à l'Étranger.

M. Bonnier fera parvenir tous les mois à l'Académie les fascicules suivants de cette Revue.

M. FAYE, en présentant à l'Académie un Volume imprimé en langue russe et intitulé : « *Cours de Géodésie pratique*, professé à l'Académie d'État-Major de Saint-Petersbourg par M. le colonel *Witkowski* », s'exprime comme il suit :

« Cet Ouvrage m'est parvenu par les soins intelligents de M. Véoukoff, qui a bien voulu m'en expliquer le texte en langue russe.

» L'auteur a passé d'abord en revue les théories de la haute Géodésie, d'après les Ouvrages classiques de M. le général Puissant, du colonel Clarke, de M. Helmert, etc. Il donne comme types plus de cent modèles de calcul, tirés des Rapports publiés par les géodésiens de France,

d'Angleterre, d'Allemagne, de Russie, etc. Il passe ensuite aux applications et aux instruments relatifs aux bases de la Topographie, du Nivellement, de la construction des réseaux cartographiques et des Cartes elles-mêmes, et, comme il a beaucoup voyagé en Europe et en Amérique pour étudier sur place les méthodes et la marche des travaux, son Livre est une œuvre essentiellement pratique. Elle donne une haute idée de l'instruction fortement donnée, à l'Académie d'État-Major de Saint-Petersbourg, aux géodésiens actuels de l'Empire russe.

» Voici, pour en donner une idée, la Table des matières contenues dans cet Ouvrage de 800 pages :

» Vue et dimensions de la Terre. — Sphéroïde terrestre. — Triangulations. — Reconnaissances. — Signaux trigonométriques. — Mesure des bases. — Mesure des angles. — Réduction au niveau de la mer. — Calcul d'une triangulation. — Calcul des coordonnées géographiques. — Détermination des hauteurs. — Travaux exécutés avec un théodolite nivelleur. — Nivellement géométrique. — Planchettes pour les levés topographiques. — Projections cartographiques. — Dessin des Cartes. — Publication des Cartes. — Tableaux divers et conclusions. »

MM. G. BOUDRAU, J. CHÉRON, COURTADE et GUYON, F. GOSSOT, A. HÉBERT adressent des remerciements à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

MÉTÉOROLOGIE. — *Étoiles filantes des mois de novembre et décembre 1897, observées à Basse-Terre (Guadeloupe)*; par **M. CH. DUPRAT**.

« *Observations du 13-14 novembre 1897.* — La nuit du 13-14 novembre 1897 a été assez belle à la Guadeloupe, et j'ai eu le regret de constater que le passage des Léonides a été à peu près nul. A part quelques petits météores sans importance, aucun essaim n'a été visible, bien que mes observations se soient prolongées assez avant dans la nuit. L'espoir exprimé par M. Lœwy, dans la séance de l'Académie du 15 novembre dernier, que les observateurs américains seraient peut-être plus favorisés que ceux de la métropole, n'a pas été réalisé.

» *Brillant essaim d'étoiles filantes du 12 décembre 1897.* — Dans la soirée du 12 décembre 1897, à Basse-Terre (Guadeloupe), j'ai observé de 7^h à 9^h30^m (11^h16^m à 13^h46^m de Paris) un brillant essaim d'étoiles filantes,

dont le point d'émanation paraissait situé dans la région de la Girafe et du Lynx.

» Les météores, dont quelques-uns fort beaux, apparaissaient soit isolément, soit par groupes; on en comptait 8 ou 10 par minute au moment du maximum, ce qui, pendant deux heures et demie d'observation, permet d'estimer leur nombre à 1000 ou 1200. Leurs trajectoires sillonnaient le ciel, du nord vers l'ouest, entre l'horizon et 45° de hauteur environ.

» A 9^h30^m, des brumes opaques envahirent l'atmosphère, rendant toute observation impossible. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement des fonctions uniformes ou holomorphes dans un domaine quelconque.* Note de M. PAUL PAINLEVÉ, présentée par M. Picard.

« Je voudrais indiquer brièvement, dans cette Note, quelques modes de développement remarquables d'une fonction analytique, holomorphe (ou uniforme) dans un domaine quelconque.

» On peut établir d'abord les théorèmes suivants :

» THÉORÈME I. — *Soit D un domaine fini du plan des z , limité par un contour simple C. Toute fonction $F(z)$ holomorphe dans (D) est développable dans D en série de polynomes :*

$$(1) \quad F(z) = \sum P_n(z),$$

la série convergeant absolument et uniformément dans toute aire intérieure à D (¹).

» Les coefficients des P_n se calculent à l'aide d'intégrales définies. Le développement est possible d'ailleurs d'une infinité de façons.

» THÉORÈME II. — *Toute fonction $F(z)$, holomorphe dans D, est développable en un produit infini :*

$$(2) \quad F(z) = \prod \left(1 - \frac{a_n}{z} \right)^{q_n} e^{P_n(z)},$$

(¹) Dans ma thèse, *Sur les lignes singulières des fonctions analytiques*, p. 88-90 (*Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, 1888), j'ai déjà démontré ce théorème lorsque D est convexe. Lorsque D est quelconque, j'établissais seulement que $F(z)$ est représentable par une série de fractions rationnelles dont les pôles sont certains points fixes z_1, \dots, z_c du plan (en nombre fini). Dans un Mémoire récent (*Vachrichten ... zu Göttingen*; 1897), M. Hilbert a démontré le théorème I par une méthode qui diffère d'ailleurs de celle que j'emploie.

où q_n est un entier positif et $P_n(z)$ un polynome. Toute fonction $F(z)$ méromorphe dans D est le quotient de deux développements (2).

» THÉORÈME III. — Toute fonction analytique $F(z)$, uniforme dans D et n'y possédant que des points singuliers isolés, est représentable par une série

$$(3) \quad F(z) = \sum \left[\gamma_n \left(\frac{1}{z - a_n} \right) + P_n(z) \right],$$

γ_n désignant une série entière en $\frac{1}{z - a_n}$ et $P_n(z)$ un polynome.

» Le théorème I peut recevoir une forme plus générale. Soit $F(z)$ une fonction (ou une expression) analytique, uniforme et holomorphe pour toute valeur de z , sauf pour des valeurs exceptionnelles formant, dans le plan des z , un ensemble quelconque E .

» Supposons que cet ensemble E soit *parfaitement continu* : j'entends par là qu'entre deux points quelconques z_1, z_2 de E , il existe un ensemble *parfait et bien enchaîné* de points z appartenant à E . Soit enfin α un point arbitrairement choisi de E .

» La fonction $F(z)$ est développable dans tout le domaine D en une série de polynomes en $\frac{1}{z - \alpha}$ (D désigne l'ensemble des points du plan distincts du point E). Si, notamment, le point $z = \infty$ fait partie de E , $F(z)$ est développable dans D en une série de polynomes $\Sigma P_n(z)$.

» Par exemple, si $F(z)$ admet comme coupure (essentielle ou artificielle) une droite L du plan, F est développable en une série $\Sigma P_n(z)$ qui converge dans tout le plan, sauf sur L .

» Les théorèmes II et III comportent une généralisation analogue.

» Si l'ensemble E se décompose en un nombre fini q d'ensembles continus E_1, \dots, E_q (ensembles qui peuvent se réduire à un seul point), choisissons arbitrairement un point $\alpha_1, \dots, \alpha_q$ de chaque ensemble E_1, \dots, E_q . Toute fonction $F(z)$ holomorphe dans D , se laisse mettre sous la forme

$$F(z) = \sum_{n=1}^{n=\infty} P_n^{(1)} \left(\frac{1}{z - \alpha_1} \right) + \sum_{n=1}^{n=\infty} P_n^{(2)} \left(\frac{1}{z - \alpha_2} \right) + \dots + \sum_{n=1}^{n=\infty} P_n^{(q)} \left(\frac{1}{z - \alpha_q} \right),$$

les $P_n(u)$ désignant des polynomes en u .

» *Théorème général.* — Admettons enfin que l'ensemble E soit *quelconque*. Si cet ensemble renferme des ensembles *continus*, remplaçons chacun de ces ensembles par un de ses points arbitrairement choisi : soit \mathcal{E} l'ensemble ainsi obtenu, ensemble qui est contenu dans E et qui peut

renfermer des ensembles *parfaits*, mais non plus *continus*. La fonction $F(z)$ est représentable dans tout le domaine D par une série

$$(4) \quad F(z) = \sum \frac{P_n(z)}{[(z-a_n)(z-b_n)]^{q_n}} \equiv \sum R_n(z),$$

où P_n désigne un polynome, q_n un entier positif, a_n et b_n deux points de \mathcal{E} .

» Dans une Note antérieure, j'ai indiqué un autre mode de développement de $F(z)$, soit $F(z) = \sum \rho_n(z)$, où les fractions rationnelles $\rho_n(z)$ ont pour pôles des points quelconques de E , ces pôles et leurs points limites définissant TOUTES les singularités de F . Ici les pôles a_n , b_n des R_n et leurs points limites définissent seulement l'ensemble \mathcal{E} . Si donc E renferme des ensembles continus, la fonction $F(z)$ présente des singularités en dehors des pôles a_n , b_n des R_n et de leurs points limites.

» *Cas où le domaine D est convexe.* — Plaçons-nous dans le cas où la fonction $F(z)$ est holomorphe à l'intérieur d'un domaine *convexe* D : j'entends par là que les points de D situés sur une même droite forment un segment unique. Soient z_0 un point de D , et F_0, F'_0, F''_0, \dots les valeurs en ce point de F et de ses dérivées successives. On peut alors former explicitement un développement (1) où les P_n sont composés linéairement avec $F_0, F'_0, \dots, F_0^{(n)}$. D'une façon précise *connaissant D et z_0 , on sait calculer une suite de polynomes*

$$(5) \quad \Pi_{n,0}(z), \quad \Pi_{n,1}(z), \quad \dots, \quad \Pi_{n,n}(z) \quad (n = 1, 2, 3, \dots),$$

telle que toute fonction $F(z)$, holomorphe dans (D) , soit développable dans (D) sous la forme

$$(6) \quad F(z) = \sum_{n=1}^{n=\infty} [F_0 \Pi_{n,0}(z) + F'_0 \Pi_{n,1}(z) + \dots + F_0^{(n)} \Pi_{n,n}(z)] \equiv \sum P_n(z).$$

» De même, on peut mettre F sous la forme (2), où les P_n sont composés à l'aide des valeurs F_0, F'_0, \dots , exactement comme dans le cas où F est holomorphe dans tout le plan.

» Il existe, d'ailleurs, une infinité de suites telles que (5). Mais astreignons D à la condition supplémentaire d'être limité par une courbe qui admette en chaque point *une tangente continue* (sauf en un nombre fini de points anguleux) *et une courbure finie*. Parmi les suites (5), il en existe alors une plus simple que toutes les autres, parfaitement déterminée quand on se donne D et z_0 : soit S cette suite. Inversement, toute suite de la nature S définit un domaine convexe D et un point z_0 tels que toute

fonction $F(z)$, holomorphe dans D , soit développable dans D sous la forme (6). Par exemple, si D est un cercle et z_0 son centre, les polynomes Π de la suite S sont :

$$\Pi_{n,0} \equiv 0, \quad \dots, \quad \Pi_{n,n-1} \equiv 0, \quad \Pi_{n,n} = \frac{(z-z_0)^n}{n!} \quad (n = 1, 2, 3, \dots).$$

» Toutefois, pour calculer *exactement* la suite S attachée à D , il faut connaître une des fonctions $Z = \varphi(z)$ qui effectuent la représentation uniforme de D sur un cercle (1).

» *Extension aux fonctions de plusieurs variables.* — Certaines des propositions précédentes peuvent être étendues aux fonctions de plusieurs variables. Soit notamment $F(z, w)$ une fonction analytique, holomorphe quand z et w varient respectivement dans des aires finies D, Δ (à contour simple) des plans z et w . La fonction F peut être développée, dans le domaine D, Δ , en séries de polynomes $\Sigma P_n(z, w)$. Si les aires D, Δ sont convexes, soit z_0 un point de D , w_0 un point de Δ : quand on connaît, pour $z = z_0, w = w_0$, les valeurs de F et de ses dérivées partielles d'ordre quelconque, on sait calculer linéairement les P_n (de la même manière que les coefficients d'une série de Taylor). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les types de croissance et sur les fonctions entières.* Note de M. ÉMILE BOREL, présentée par M. Picard.

« La théorie des zéros des fonctions entières, dans laquelle d'importants résultats avaient été obtenus par Laguerre et par M. Poincaré, a été renouvelée par le Mémoire de M. Hadamard, que l'Académie a couronné en 1892. En m'appuyant sur les résultats de ce Mémoire et sur un théorème fondamental, donné par M. Picard dès 1880, j'ai obtenu une proposition très générale, que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie le 12 octobre 1896. Il semble que (si l'on se borne à considérer les modules des zéros, sans s'inquiéter de leurs arguments), cette théorie se trouve maintenant ébauchée dans ses traits essentiels : on doit donc s'occuper d'en perfectionner les détails. C'est dans l'espoir d'y arriver sur quelques points que j'ai entrepris les recherches résumées dans cette Note.

» L'une des plus grandes difficultés que l'on rencontre dans l'étude des

(1) J'ai déjà introduit cette suite S dans ma thèse (*loc. cit.*, p. 91-112).

fonctions entières provient de l'infinie multiplicité des *types de croissance* possibles : les raisonnements applicables à tous ces types sont à la fois ardues et difficiles à étendre (1). D'ailleurs, ces difficultés ne se présentent pas seulement lorsqu'on considère des fonctions qui croissent extrêmement vite; à cause d'un principe analogue à celui de l'*homogénéité du continu*, il y a *exactement les mêmes difficultés* à faire une étude *complète* des fonctions qui croissent plus vite que e^x et moins vite que e^{2x} , par exemple, qu'à faire l'étude de toutes les fonctions croissantes. Aussi, *en nous bornant, dans ce qui suit, aux fonctions entières de genre fini*, nous ne restreignons pas la généralité autant qu'on pourrait le croire. D'ailleurs, on verra aisément que plusieurs des remarques qui suivent s'étendent sans peine au cas général.

» On peut associer à toute fonction entière une fonction positive croissante $M(r)$, égale au maximum du module de la fonction entière pour $|z| = r$. L'hypothèse que la fonction est de genre fini s'exprime par le fait qu'il existe un nombre positif ρ' tel que l'on ait, à partir d'une certaine valeur de r , $M(r) < e^{r^{\rho'}}$. Il y a évidemment alors une infinité de tels nombres ρ' ; si ρ désigne leur limite inférieure (qui n'est pas nécessairement atteinte), on dit que la fonction est d'*ordre apparent* ρ . Si, d'autre part, on désigne par a_n le module du $n^{\text{ième}}$ zéro de la fonction, la limite inférieure ρ des nombres ρ' , tels que la série $\sum a_n^{-\rho'}$ soit convergente, est dite l'*ordre réel* de la fonction. Le théorème fondamental qui, pour les fonctions de genre fini, résume les recherches citées plus haut, est le suivant : *sauf le cas d'exception unique de M. Picard, l'ordre réel est égal à l'ordre apparent*. D'ailleurs, ce cas d'exception ne peut se présenter que si l'ordre apparent ρ est un nombre entier. Nous nous proposons de préciser, dans certains cas, ce résultat, ou, plus exactement, de préciser les conséquences que l'on peut en tirer relativement à la croissance des a_n ; nous poserons $a_n = \theta(n)$.

» Nous dirons qu'une fonction croissante $\varphi(r)$ appartient au *type exponentiel* s'il existe un nombre positif ρ , tel que, quel que soit le nombre positif ε , les inégalités $e^{r^{\rho-\varepsilon}} < \varphi(r) < e^{r^{\rho+\varepsilon}}$ soient vérifiées à partir d'une certaine valeur de r ; de plus, s'il en est ainsi, nous conviendrons de dire aussi que $\log \varphi(r)$ et $e^{\varphi(r)}$ appartiennent au type exponentiel.

» Avec ces définitions, la première proposition que nous avons à énoncer est la suivante : *Si la fonction $M(r)$ appartient au type exponentiel, il en est*

(1) J'ai donné un exemple d'un tel raisonnement dans ma Note du 11 mai 1896.

de même de la fonction $\theta(n)$, et réciproquement (à moins que l'on ne se trouve dans le cas de M. Picard). On voit que cette proposition permet de préciser beaucoup les résultats obtenus sur les a_n ; en effet, si l'on connaît seulement l'ordre apparent ρ , sans rien savoir du type de croissance de $\theta(n)$, les circonstances les plus diverses peuvent se présenter; car une série peut être convergente, tout en ayant une infinité de termes supérieurs aux termes correspondants d'une série divergente. Au contraire, si, l'ordre apparent étant ρ , on sait de plus que la fonction $\theta(n)$ appartient au type exponentiel, on peut affirmer que les inégalités $n^{\frac{1}{2}-\varepsilon} < a_n < n^{\frac{1}{2}+\varepsilon}$ sont vérifiées à partir d'une certaine valeur de n .

» Pour obtenir, dans chaque cas, un résultat aussi précis que celui-là, il faudrait étudier d'autres types de croissance; mais cette étude longue et peut-être indéfinie ne semble pas nécessaire si l'on remarque que toutes les fonctions croissantes qui s'introduisent naturellement en Analyse appartiennent au type exponentiel ou à des types s'y rattachant directement. Cette remarque me paraît d'ailleurs avoir de l'importance dans bien des questions.

» Parmi les types de croissance que l'on peut fabriquer, si je puis ainsi dire, mais qui ne s'offrent pas naturellement, les types lacunaires sont parmi les plus curieux. Pour faire comprendre ce que j'entends par là, je vais donner un exemple d'un type lacunaire qui se rattache indirectement à la fonction exponentielle. Dans le développement en série de e^x , ne conservons que les termes dont le rang est n^n , n étant un entier; nous obtiendrons une fonction croissante $\varphi(x)$ qui, pour une infinité de valeurs de x , différera extrêmement peu de e^x (leur rapport sera de l'ordre de grandeur de \sqrt{x}) mais qui, en général, sera beaucoup plus petite que e^x . Si l'on suppose x imaginaire, la fonction entière $\varphi(x)$ offre la propriété curieuse de différer extrêmement peu de certains polynômes dans des couronnes circulaires dont l'étendue est très considérable (1). Cette propriété permet d'étudier avec la plus grande facilité la distribution des zéros d'une telle fonction; de plus, on voit que, dans ces couronnes, pour toutes les valeurs de x qui ont même module, la fonction a sensiblement le même module, c'est-à-dire que le module de la fonction diffère très peu de son maximum.

» Enfin, pour ces fonctions et, d'une manière générale, pour toutes celles

(1) Pour préciser, si l'on considère un cercle de centre fixe et de rayon croissant, le rapport des aires des couronnes intérieures au cercle, à l'aire du cercle, tend vers un lorsque le rayon augmente indéfiniment.

qui n'appartiennent pas au type exponentiel, le cas d'exception de M. Picard ne peut pas se présenter.

» Dans le cas où une fonction croissante $\varphi(r)$ n'appartient pas au type exponentiel, il peut arriver qu'il existe des nombres ρ'' et ρ' , tels que les inégalités $e^{r^{\rho''}} < \varphi(r) < e^{r^{\rho'}}$ soient vérifiées à partir d'une certaine valeur de r ; mais la limite supérieure ρ_1 des diverses valeurs de ρ'' ne coïncide pas avec la limite inférieure ρ des diverses valeurs de ρ' . On peut alors, en étendant une manière de parler introduite, mais insuffisamment définie, par Paul du Bois-Reymond, dire que la fonction a des *enveloppes d'indétermination exponentielles*. En introduisant ces nombres ρ et ρ_1 , on peut obtenir, sur les zéros, des résultats assurément moins précis que dans le cas du type exponentiel, mais plus précis que dans le cas général. Observons aussi que, même dans le cas du type exponentiel, les théorèmes qui précèdent, comme je l'ai déjà remarqué ailleurs, n'épuisent pas la question.

» Enfin, en terminant, indiquons que les observations ici présentées sur les types de croissance et en particulier sur le rôle prépondérant du type exponentiel, ne sont pas restreintes aux fonctions entières. Des observations analogues s'appliqueraient à l'étude d'une série de Taylor quelconque; la distribution des zéros d'une telle fonction à l'intérieur de son cercle de convergence suit des lois générales analogues à celles qu'on vient de rappeler, mais un peu moins simples (1). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur des systèmes d'équations aux dérivées partielles analogues aux équations du premier ordre.* Note de M. JULES BEUDON, présentée par M. Darboux.

« Je considère les systèmes d'équations aux dérivées partielles définissant une fonction Z de n variables x_1, \dots, x_n et dont la solution générale dépend d'une fonction arbitraire de $n - 1$ arguments; le cas le plus simple est l'équation du premier ordre.

(1) Renseignements bibliographiques principaux relatifs à cette Note : E. PICARD, *Mémoire sur les fonctions entières* (*Annales de l'École Normale*, 1880); LAGUERRE, *Comptes rendus*, 1882-1884; *Œuvres*, t. I; H. POINCARÉ, *Sur les fonctions entières* (*Bulletin de la Société mathématique*, 1883); J. HADAMARD, *Sur les propriétés etc.* (*Journal de Mathématiques*, 1893); E. BOREL, *Sur les zéros des fonctions entières* (*Acta mathematica*, t. XX); DU BOIS-REYMOND, *Théorie générale des fonctions*, p. 209 et 210 de la traduction française.

» Si un tel système est donné d'ordre p , on peut toujours le rendre linéaire, s'il ne l'est déjà, en formant les équations d'ordre $p + 1$; le degré de généralité n'est pas changé, à des constantes arbitraires en nombre fini près; je supposerai donc le système linéaire. J'ai démontré qu'il avait alors la forme

$$a_1 Z_{\alpha_1+1 \dots \alpha_n}^p + a_2 Z_{\alpha_1 \alpha_2+1 \dots \alpha_n}^p + \dots + a_n Z_{\alpha_1 \dots \alpha_{n-1}+1}^p = A_{\alpha_1 \dots \alpha_n},$$

$$\alpha_1 + \dots + \alpha_n = p - 1.$$

» Ce système possède des caractéristiques à une dimension définies par les équations suivantes :

$$dt = \frac{dx_1}{a_1} = \frac{dx_2}{a_2} = \dots = \frac{dx_n}{a_n} = \frac{dZ_{\alpha_1 \dots \alpha_n}^{p-1}}{\Lambda_{\alpha_1 \dots \alpha_n}}$$

$$= \frac{dZ_{\lambda_1 \dots \lambda_n}^k}{a_1 Z_{\lambda_1+1 \dots \lambda_n}^{k+1} + a_2 Z_{\lambda_1 \lambda_2+1 \dots \lambda_n}^{k+1} + \dots + a_n Z_{\lambda_1 \dots \lambda_{n-1}+1}^{k+1}}.$$

» Si l'on se donne une multiplicité ponctuelle à $n - 1$ dimensions, on obtient, par des équations différentielles ordinaires, l'orientation des éléments d'ordre $p - 1$ des différentes surfaces intégrales qui contiennent cette multiplicité, et l'on engendre ensuite chacune de ces surfaces par les caractéristiques, à la façon habituelle.

» J'espère revenir prochainement sur cette question, en indiquant des systèmes analogues aux systèmes d'équations du premier ordre. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la géométrie des champs magnétiques et le mouvement à deux degrés de liberté dans le plan ou sur la sphère.* Note de M. RENÉ DE SAUSSURE.

« Une figure plane peut prendre une triple infinité de positions différentes dans son plan. Tout déplacement à un degré de liberté de la figure contient une simple infinité de ces positions, formant une série continue; on choisit comme type du déplacement à un degré de liberté la rotation ou *déplacement circulaire*, parce qu'il y a toujours une rotation et une senle qui passe par deux positions données de la figure, de sorte qu'on peut considérer tout déplacement dans un plan comme une succession de rotations infiniment petites. Une double infinité de positions de la figure définit un déplacement à deux degrés de liberté, pourvu que ces positions forment une série continue; il doit donc exister aussi un déplacement à deux degrés

de liberté pouvant servir de type à tous les autres; ce déplacement type devra être de telle sorte qu'il soit déterminé par trois positions de la figure; il devra, en outre, être tel que, si l'on prend deux positions quelconques de la figure faisant partie de ce mouvement, la rotation déterminée par ces deux positions fasse tout entière partie du mouvement. L'existence d'un tel mouvement n'est pas évidente, et, pour l'établir, réduisons la figure plane à sa plus simple expression, c'est-à-dire à un point M et à une droite D passant par ce point : un mouvement plan à deux degrés de liberté est alors un mouvement dans lequel le point M peut occuper n'importe quelle position dans le plan, mais la direction de la droite D dépend à chaque instant de la position du point M. Ainsi, par exemple, une aiguille aimantée placée dans un champ magnétique plan définit un mouvement à deux degrés de liberté, parce que, si l'on déplace cette aiguille dans le champ, son axe D prend une direction déterminée à chaque instant par la position de son centre M. Or, pour déterminer un champ magnétique, il suffit de tracer les lignes de force du champ et, en général, on peut dire que toute famille de courbes définit un mouvement plan à deux degrés de liberté ou une double infinité de positions de la figure MD, puisque, en chaque point M du plan, passe une courbe du système dont la tangente détermine la direction de la droite D en ce point.

» Nous allons démontrer que le mouvement type à deux degrés de liberté dans un plan est celui qui est défini par le système de tous les cercles tangents à une même droite Ox en un même point O; on dira que ces cercles forment un *système circulaire*, dont le point O sera le *centre* et la droite Ox l'*axe*. Il est facile de voir d'abord que, si l'on déplace la figure MD dans un système circulaire, de telle sorte que le point M décrive un rayon OM du système, la tangente D au cercle correspondant reste parallèle à elle-même; et lorsque le point M décrit un cercle concentrique au système, la tangente D tourne autour du point M deux fois aussi vite que le rayon OM tourne autour du centre O. Cela posé, soient MD et M'D' deux positions de la figure appartenant au système circulaire; les trois points M, M' et O déterminent un cercle; si I est le centre de ce cercle, l'angle MIM' est le double de l'angle inscrit MOM'; mais, d'après ce qu'on vient de voir, l'angle des tangentes D et D' est aussi le double du même angle MOM' formé par les rayons correspondants; le point I est donc le centre de la rotation déterminée par les deux positions MD et M'D' de la figure; ce centre de rotation est donc le même tant que les points M et M' restent sur le cercle OMM', c'est-à-dire que, si l'on fait tourner la figure MD rigide-

autour du point I (à partir de la position initiale MD ou M'D'), toutes les positions que prendra cette figure pendant la rotation appartiendront aussi au système circulaire. Un système circulaire définit donc bien *un mouvement plan à deux degrés de liberté tel que, si l'on considère deux positions quelconques de la figure appartenant au mouvement, la rotation déterminée par ces deux positions appartient tout entière au mouvement*, et l'on peut ajouter que, dans cette rotation, le point M passe toujours par le centre du système circulaire.

» Les propriétés les plus remarquables des systèmes circulaires sont les suivantes :

» 1^o L'intersection de deux systèmes circulaires, c'est-à-dire le lieu des positions de la figure MD communes aux deux systèmes, est toujours une rotation passant par le centre de chaque système.

» 2^o Toutes les rotations que la figure MD peut effectuer dans un système circulaire, à partir d'une position donnée, ont leur centre en ligne droite, car toutes ces rotations passent par le point fixe M et par le centre O du système.

» 3^o Trois positions de la figure MD suffisent pour déterminer complètement un système circulaire, car, en construisant les centres de rotation correspondant aux trois positions données, prises deux à deux, on obtient trois rotations qui appartiennent au système et qui, par conséquent, doivent se couper toutes les trois au centre O du système cherché; d'ailleurs, l'axe du système sera la droite Ox qui fait avec OM le même angle que OM fait avec la droite D. Les trois rotations, déterminées par trois positions quelconques de la figure, sont telles que l'une d'elles est la résultante des deux autres; on voit donc que la résultante de deux rotations finies est une rotation qui appartient au système circulaire déterminé par les deux rotations composantes, et comme les trois cercles décrits par M pendant ces rotations passent au même point O, on obtient une construction géométrique simple pour trouver la résultante de deux rotations.

» Étant donné un champ magnétique quelconque, trois positions infiniment voisines de l'aiguille aimantée détermineront le système circulaire *tangent* au champ magnétique en ce point, c'est-à-dire que dans les environs de ce point, les cercles du système circulaire tangent coïncideront avec les lignes de force du champ magnétique. De plus, en tournant le système circulaire d'un angle droit autour de son centre, on obtient un second système de cercles orthogonal au premier et qui coïncide avec les lignes équipotentielles du champ magnétique dans les environs du même point.

» On peut ainsi, au moyen de trois observations d'une aiguille aimantée, déterminer par des cercles toutes les lignes de force du champ magnétique dans la région avoisinante, et ce procédé s'applique évidemment à un système quelconque de courbes dans un plan, par exemple aux lignes de plus grande pente et aux lignes de niveau d'une surface topographique. Le système type est toujours le système circulaire, mais ce système a une signification différente suivant le phénomène que l'on étudie. Ainsi, s'il s'agit d'un champ magnétique, le système circulaire représentera le champ magnétique type; en effet, ce système représente précisément le champ magnétique que produirait un aimant infiniment court, placé au centre du système dans la direction de son axe. S'il s'agit d'une surface topographique, le système circulaire représentera la surface topographique type; s'il s'agit d'une carte donnant la direction du vent qui règne à un moment donné aux différents points d'un pays, le système circulaire représentera la distribution type du vent, c'est-à-dire un cyclone type, et le centre du système coïncidera avec le centre du cyclone, car en ce point la direction du vent est indéterminée.

» Les systèmes circulaires serviront aussi à l'étude des mouvements à un degré de liberté dans un plan, car trois positions consécutives d'une figure en mouvement détermineront un système circulaire *osculateur* du mouvement, système qu'il peut être utile de considérer. La même théorie s'étend sans modification au mouvement à deux degrés de liberté sur une sphère, c'est-à-dire autour d'un point fixe. Des théories analogues s'appliqueront au mouvement dans l'espace; le mouvement type à un degré de liberté est le mouvement hélicoïdal, et il doit exister aussi des mouvements types à deux, trois, quatre et cinq degrés de liberté. Ces mouvements serviront à l'étude des autres mouvements, lorsqu'on aura établi leurs propriétés. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Loi des déformations des métaux industriels.*

Note de M. MARCEL BRILLOUIN, présentée par M. Maurice Lévy.

« Les métaux industriels ne sont pas des substances chimiques pures, ni des mélanges homogènes; ce sont des conglomerats constitués par un très grand nombre de petits cristaux du métal, ou d'une combinaison définie de ce métal, empâtés dans quelques millièmes au moins d'un ciment formé aux dépens du fondant employé dans le traitement métallurgique. Tel est le type le plus simple que révèle l'analyse micrographique.

» Toute théorie des déformations d'un métal industriel qui fait abstraction de cette structure grossière est sans valeur; au contraire, il suffit de tenir compte de cette structure, pour retrouver tous les faits connus et en annoncer beaucoup d'autres.

» Prenons comme type extrême un corps formé de petits cristaux élastiques, sans viscosité, séparés les uns des autres, et noyés dans un ciment très visqueux, sans aucune élasticité, formant un réseau continu, et faisons la théorie de ce système en admettant des lois d'élasticité et de viscosité linéaires. Les forces que subissent les cristaux élastiques leur sont entièrement transmises par le réseau visqueux; la déformation visible est la somme des déformations élastique et visqueuse produites par les mêmes forces principales.

» Dans la traction simple, que je prendrai pour exemple, la somme des longueurs L_1 des cristaux augmente de $\delta L_1 = kL_1 X$, en appelant X la force par unité de section droite et k l'inverse du module d'Young; la somme des épaisseurs L_2 des joints transversaux formés par la pâte visqueuse augmente aux dépens des épaisseurs, des joints longitudinaux. Comme les déformations sont très lentes, l'inertie n'intervient pas sensiblement; mais on peut admettre que, comme dans les fluides visqueux, la vitesse de déformation de la pâte varie en raison directe de la force qui la produit. On a donc

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{L_2}{n} \right) = \frac{X}{\mu} f \left(\frac{L_2}{n} \right),$$

en appelant n le nombre des joints sur la longueur $L = L_1 + L_2$ de la tige et f une fonction qu'on peut facilement calculer pour divers types simples de réseaux. Cette dernière équation peut être intégrée, puis résolue par rapport à L_2 ; elle devient

$$L_2 = n \Phi \left(-\frac{A}{\mu} + \int_0^t \frac{X dt}{\mu} \right).$$

A est une constante d'intégration qui nous permet de laisser libre l'origine du temps, Φ est une fonction qui se déduit de la fonction f pour l'intégration. La variable $\int_0^t X dt$ est ce qu'on appelle en Mécanique *l'impulsion*; μ est le coefficient de viscosité.

» Réunissons les deux effets, élastique et visqueux; il vient

$$\delta L = kL_1 X + n \left[\Phi \left(-\frac{A}{\mu} + \int_0^t \frac{X dt}{\mu} \right) - \Phi \left(-\frac{A}{\mu} \right) \right].$$

» Cette loi résume tous les faits connus de déformations permanentes. Je n'en signalerai ici qu'un très petit nombre, renvoyant pour tous les détails au Mémoire qui paraîtra dans peu de mois aux *Annales de Chimie et de Physique*.

» 1° *Influence du temps*. — Toute technique qui ne définit pas $\int X dt$ en même temps que X est vicieuse. Les variations d'allure dans les essais industriels donnent des points anguleux dans la courbe des allongements δL en fonction de la force X .

» 2° *Influence des chocs*. — Avantage de la décharge sur la charge pour la mesure de k ; la perte instantanée de longueur par décharge mesure l'élasticité seule du métal.

» 3° La fonction Φ ne dépend que du réseau visqueux; elle ne change pas par le recuit mais seulement par le mode de fabrication métallurgique, et probablement bien peu. La constante A définit le recuit ou l'écrouissage suivant son signe. L'écrouissage varie constamment pendant l'expérience. Toute augmentation de l'impulsion écrouit, et inversement, à température constante. On recuit à température constante en diminuant l'impulsion, soit par l'action prolongée d'une charge opposée à celle qui a écroui, soit par mise en oscillations amorties convenables, etc.

» 4° Les cycles se fixent d'eux-mêmes, parce qu'ils écrouissent le fil et que la fonction Φ tend très lentement vers une valeur limite pour de grandes valeurs de $\int X dt$; mais on peut obtenir l'inverse.

» 5° Les cycles présentent des sommets anguleux quand il y a un temps d'arrêt aux extrémités.

» L'angle croît avec la durée de l'arrêt et tend vers une limite déterminée quand l'arrêt est très long; cette limite est précisément celle que M. Bouasse a découverte expérimentalement. Ce point anguleux disparaît et fait place à un sommet arrondi dans les cycles décrits sans arrêt, dans les oscillations spontanées par exemple (expériences inédites de M. Bouasse).

» Le point anguleux des cycles n'indique rien d'analogue à un frottement solide.

» J'arrête ici ces indications, que chacun peut compléter facilement. Elles suffisent à montrer la fécondité de cette loi très simple, qui paraît comprendre tous les phénomènes connus, y compris les variations de la limite de rupture par la répétition des cycles.

» Les déformations non homogènes, torsion, flexion, etc., donnent lieu à des migrations de la matière visqueuse des régions où les forces sont grandes vers celles où les forces sont petites, qui expliquent tous les faits connus de superposition de torsions inverses, etc.

» Des considérations analogues sont applicables aux phénomènes électriques et magnétiques qui manifestent des résidus. »

OPTIQUE. -- *Sur un spectroscopie interférentiel.* Note de MM. CH. FABRY et A. PEROT, présentée par M. A. Cornu.

« Dans une précédente Communication, nous avons indiqué une nouvelle méthode de spectroscopie interférentielle. Nous nous proposons aujourd'hui de donner quelques détails sur le dispositif expérimental que nous employons.

» La méthode consiste à observer les anneaux, localisés à l'infini, produits par transmission à travers une lame d'air comprise entre deux faces planes de verre argenté. Les deux surfaces doivent être amenées à un parallélisme parfait, et l'une d'elles doit pouvoir être déplacée parallèlement à elle-même, afin que leur distance puisse prendre toutes les valeurs jusqu'à plusieurs centimètres.

» Les lames employées, de 4^{cm} de côté, sont placées verticalement et traversées par le faisceau lumineux, qui est horizontal. Le réglage du parallélisme se fait en agissant sur les deux lames : pour le réglage approximatif, on agit sur l'orientation de l'une des lames, au moyen de vis de rappel qui permettent de la faire tourner autour de deux axes rectangulaires. Nous avons utilisé dans ce but une partie d'un théodolite.

» L'autre lame peut recevoir à la fois le déplacement parallèle et de petites variations d'orientation nécessaires pour achever le réglage. Le déplacement parallèle est obtenu au moyen d'une glissière dont la partie principale est constituée simplement par deux plaques de glace de Saint-Gobain, de 0^m,15 de long sur 0^m,06 de large, collées avec du mastic de Golaz sur deux planches de noyer solidaires, faisant un angle dièdre droit à arête horizontale et à faces inclinées à 45°. La partie mobile est formée également de deux morceaux de glace collés l'un à l'autre par l'intermédiaire d'une pièce de bois, et formant un angle exactement égal à celui des glaces fixes. Le mouvement de cette glissière est extrêmement doux et parfaitement guidé. On peut la déplacer soit à la main, soit à l'aide d'une vis dont la pointe mousse porte contre un morceau de glace. L'appareil doit être ramené à la main, inconvénient qu'il serait facile de faire disparaître. Une échelle divisée en demi-millimètres, entraînée par la glissière et visée par un microscope fixe à réticule, donne à chaque instant l'écartement des surfaces argentées.

» Les très petits déplacements angulaires nécessaires pour le réglage définitif sont obtenus par flexion d'une forte tige d'acier, suivant une méthode imitée de celle de M. Michelson. La partie mobile de la glissière porte une pièce de cuivre dans laquelle est encastrée horizontalement une tige d'acier de 5^{mm} de diamètre et 10^{cm} de longueur. Son extrémité libre porte une plaque de cuivre percée en son centre, contre laquelle est fixée la lame de verre argenté. Deux petits soufflets de caoutchouc pleins d'eau appuient vers le milieu de la tige et tendent à la faire fléchir, l'un dans le sens horizontal, l'autre dans le sens vertical ; chacun d'eux communique par un petit tube

de caoutchouc avec un tube à entonnoir, et le tout est plein d'eau. En faisant varier la hauteur du réservoir, on fait fléchir la tige d'acier et l'on obtient les déplacements angulaires voulus. Il faut une variation d'environ 12^{mm} dans la hauteur de l'eau pour produire une rotation de 1". Ce procédé, très délicat, a cet avantage que le réglage se fait en agissant sur une pièce pour ainsi dire indépendante de l'appareil, sans lui imprimer aucune trépidation.

» Tout l'appareil est porté par une planche carrée, suspendue aux quatre angles par des tubes de caoutchouc; il est ainsi soustrait à toute trépidation, et l'on peut faire les expériences même dans une salle dont le sol est exposé à des vibrations continues.

» Il n'est pas nécessaire d'employer des lames remarquablement planes, surtout lorsque la source lumineuse est peu étendue. Avec les tubes à vapeurs métalliques de M. Michelson ou de M. Hamy, la source lumineuse est presque ponctuelle. On en projette alors sur la lame d'air une image réelle, et l'on n'utilise qu'une très petite région des surfaces.

» La qualité des argentures a une grande influence sur la netteté des franges. Celles-ci sont d'autant plus fines que le pouvoir réflecteur est plus élevé, ce qui conduit à rejeter les argentures très minces. Mais, d'autre part, la quantité de lumière absorbée augmentant rapidement avec l'épaisseur du métal, on est obligé de proportionner cette épaisseur à l'intensité de la source lumineuse que l'on étudie.

» La méthode est, dans certains cas, susceptible d'une simplification. Au lieu d'une lame d'air, on peut employer une lame de verre, argentée sur ses deux faces. L'expérience nous a montré que les lames à faces parallèles, que l'on sait aujourd'hui obtenir, sont parfois assez parfaites comme travail et comme homogénéité pour produire de belles franges.

» Citons une lame taillée par M. Jobin qui, sur une épaisseur de 9^{um} et 4^{cm} de côté, ne présente que des différences d'épaisseur moindre que 0^u,1 et donne, à la lumière du thallium dans un tube vide, des franges magnifiques.

» On peut aller plus loin en réunissant plusieurs lames par de l'essence de térébenthine, ce qui supprime à peu près les réflexions et permet, jusqu'à un certain point, un réglage du parallélisme des faces extrêmes. Nous avons obtenu des franges encore très belles avec une épaisseur de verre de 4^{cm} (différence de marche : 220000 longueurs d'onde).

» Outre la simplification qui résulte de leur emploi, les lames de verre ont sur les lames d'air cet avantage que, pour une même *dispersion*, les anneaux sont beaucoup moins serrés, ce qui augmente évidemment la puissance. Malheureusement on ne peut pas faire varier l'épaisseur, ce qui est indispensable pour l'étude complète d'un système de radiations.

» Nous avons utilisé notre spectroscopé interférentiel pour l'étude d'un certain nombre de radiations déjà examinées par M. Michelson. Les résultats de cette étude feront l'objet d'une prochaine Communication. »

OPTIQUE. — *Du rôle de la diffraction dans les effets obtenus avec les réseaux ou trames photographiques.* Note de M. CH. FÉRY, présentée par M. A. Cornu.

« 1. Dans une Note déjà ancienne (1) j'ai donné l'explication de l'étalement des points des clichés tramés avec l'intensité de la lumière.

» Quoique la théorie élémentaire des ombres et des pénombres ainsi que le phénomène connu sous le nom d'*irradiation* suffisent parfaitement à expliquer tous les effets observés, certains auteurs veulent n'y voir que la seule action de la diffraction. Une simple application des formules connues de la diffraction montre cependant que les franges doivent passer inaperçues dans les conditions où est obtenu le cliché.

» Dans le cas d'une chambre noire ayant un tirage de 300^{mm} et munie d'une trame placée à 3^{mm} de la glace sensible ces franges auraient $\frac{3}{100}$ de millimètre environ. Or, tous les praticiens savent que des lignes de cette finesse entourant les points disparaîtraient complètement après les traitements énergiques de baissage suivi de renforcement que doit subir le cliché avant d'être livré au tirage.

» Ajoutons que le calcul suppose une source lumineuse de dimensions infiniment petites, et que tout phénomène de diffraction disparaît déjà pour un diaphragme de 3^{mm} de diamètre dans l'exemple numérique donné précédemment.

» En effet, dans les conditions d'un diaphragme ayant des dimensions appréciables, chacun des points de l'ouverture agit comme s'il était seul, et les différents systèmes de franges ainsi produits chevauchent les uns sur les autres en ne donnant que la sensation d'une *pénombre* uniformément dégradée et reliant les ombres aux lumières.

» 2. Si évidentes que paraissent les considérations précédentes, j'ai tenu à faire une série systématique de clichés, de manière à contrôler par l'expérience ces résultats théoriques.

» Ayant fait dessiner au lavis un cylindre, je l'ai reproduit sur glace sèche spéciale

(1) *Comptes rendus*, 1^{er} avril 1895.

pour ces sortes de travaux, en interposant entre la glace sensible et l'objectif une trame de Max-Lévy servant couramment pour des reproductions en simili.

» Au contact avec la glace sèche à la partie supérieure du châssis, la trame en était écartée de 9^{mm} à la partie inférieure par des cales de verre.

» Je réalisais ainsi, pour chaque diaphragme employé et sur un même cliché, toute la série des effets obtenus pour des distances comprises entre 2^{mm} et 11^{mm} (en tenant compte de l'épaisseur du verre de la trame) et pour des intensités lumineuses variant du blanc pur du papier au noir intense de l'ombre.

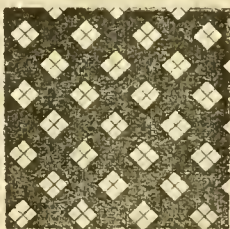
» *Résultats.* — Sur cinq clichés faits avec des diaphragmes variant entre 50^{mm} et 0^{mm}, 5, il a été impossible de voir la moindre trace de diffraction.

» Pour les grands diaphragmes, on observe les phénomènes de coïncidence que j'ai signalés dans ma Note précédente : quand la distance augmente, la netteté du point décroît peu à peu ; bientôt toute image de la trame disparaît pour se reproduire à nouveau pour un écart plus grand.

» Les petits diaphragmes (3^{mm} et 0^{mm}, 5) m'ont donné une netteté à peu près uniforme dans toute l'étendue du cliché, les cônes d'ombre et de lumière formés étant trop aigus pour se couper dans le champ de la plaque.

» 3. J'ai voulu néanmoins me placer dans des conditions propres à donner lieu à la croix noire de diffraction (*fig. 1*) signalée par certains auteurs.

Fig. 1.



» Pour cela, la trame a été disposée à une distance de 15^{mm} de la glace sensible, et la pose a été faite avec le petit diaphragme de 0^{mm}, 5 qui n'avait rien donné précédemment. Cet écart de 15^{mm} est calculé de façon que la première frange obscure, due à chaque bord du trait opaque de la maille, vienne se produire au milieu de l'ouverture carrée du réseau. On obtient bien ainsi la croix noire, mais, on le voit, dans des conditions très éloignées de celles réalisées dans la pratique.

» 4. *Conclusion.* — Ces résultats confirment pleinement les conclusions de ma Note précédente et montrent que la diffraction ne peut jouer aucun rôle dans l'étalement du point dans les lumières.

» On comprend, d'autre part, que l'apparition de la croix de diffraction

ne peut pas indiquer d'une façon absolue la bonne distance de la trame comme certains auteurs l'ont avancé.

» On a, en effet, entre les divers éléments du problème, quand la croix est au maximum d'intensité :

$$\frac{a^2}{4} = e\lambda - \frac{e^2\lambda}{F},$$

en appelant a la largeur d'une maille claire, e la distance entre les deux glaces, F le tirage de la chambre noire et λ la longueur d'onde ; ou, sensiblement, $\frac{a^2}{4} = e\lambda$, étant donné la petitesse du second terme.

» Ce qui donne $e = \frac{a^2}{4\lambda}$, distance indépendante du tirage de la chambre et du diamètre du diaphragme, conditions qui cependant influent considérablement sur l'étalement du point.

» L'application d'une formule basée sur la marche géométrique des rayons pourra, au contraire, donner des indications utiles, ainsi que je l'ai démontré dans ma précédente Note (1). »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude des équilibres physiques et chimiques par la méthode osmotique.* Note de M. A. PONSOR, présentée par M. Lippmann.

• « Soit un mélange de corps, placé dans un vase où la température est uniforme, et constituant un système homogène ou hétérogène en équilibre. On se propose : 1° de trouver les corps qui existent réellement dans le mélange ; 2° de faire subir au système des variations de pression, de température et de composition, et de trouver des relations correspondant à ces variations ; 3° d'établir les conditions d'équilibre du système.

» On peut utiliser pour cela différentes méthodes dont les principes sont bien différents et dont les résultats se complètent mutuellement. La méthode osmotique, imaginée par Van't Hoff, est une de celles permettant de faire une étude rigoureuse du système donné. Je l'ai déjà employée dans des Notes récentes (*Comptes rendus*, 19 et 26 octobre 1896) ; elle peut être généralisée comme il suit :

» Au système donné on adjoindra un certain nombre de systèmes aussi

(1) Travail fait à l'École municipale de Physique et de Chimie.

simples que possible : on admettra que, au moyen de parois ne laissant passer que des substances déterminées, on pourra séparer, les unes des autres, toutes les substances composant le système : *ces substances n'ayant entre elles aucune liaison chimique ou bien formant des combinaisons en partie dissociées ou dissociables par la pression.*

» Chacune de ces substances sera recueillie dans un vase où elle pourra exister seule, sous une pression convenable, ou bien disséminée dans un milieu, sous une certaine pression osmotique. Par un jeu convenable de pistons, on comprend qu'on pourra réaliser toutes les variations possibles dans le vase principal.

» Excepté dans des cas très simples, la nature des corps pouvant sortir du mélange n'est pas nettement établie; on sera donc obligé de faire des hypothèses à ce sujet. Les relations établies, soumises au contrôle de l'expérience, confirmeront ou infirmeront ces hypothèses.

» L'emploi de parois ayant la propriété de ne laisser passer qu'une substance est légitime; on connaît de telles parois naturelles et artificielles. On peut donc appliquer aux transformations réversibles de l'ensemble des systèmes les principes de la Thermodynamique.

» 1° *Transformations isothermiques.* — On considérera un cycle fermé d'opérations réversibles, ou bien une transformation élémentaire. On appliquera les relations connues sur la chaleur totale, l'énergie interne et le travail extérieur. En particulier, F étant la pression établie dans un système de volume V , dans une transformation élémentaire on exprimera que $\Sigma F dV$ ou la différentielle du travail est une différentielle exacte.

» ΣFV ayant une valeur ne dépendant que de l'état actuel du système, $d\Sigma FV$ et $\Sigma V dF$ sont des différentielles exactes. Cette dernière est, comme je l'ai indiqué dans une Note précédente, celle du potentiel thermodynamique; $\Sigma F dV$ étant celle du potentiel appelé par Robin *potentiel interne*.

» Pour l'énergie totale et l'énergie intérieure on ne peut considérer de différentielle analogue à $\Sigma V dF$ que si les volumes sont seuls des variables indépendantes.

» *Exemple :* En prenant les pressions des systèmes annexes pour variables indépendantes, l'équation suivante s'applique à tous les changements possibles :

$$dP = \frac{v_e}{V_i} dp_e + \frac{v_e}{v_i} d\varrho_e + \dots$$

» Lorsque la composition du système principal ne change pas, on a

séparément avec chaque système annexe

$$K_p u' dP = v d\bar{f} \text{ (Comptes rendus, 19 et 26 octobre 1896).}$$

» Si l'on fait entrer dans le système principal, dont le volume est invariable, un corps contenu dans le système annexe où la pression croît de $d\bar{f}$, on a

$$K_{\bar{f}} u' dP = v d\bar{f}.$$

» 2° *Transformations avec variations de température.* — On prendra comme variables indépendantes la température et d'autres variables correspondant à une transformation isothermique; on écrira que la différentielle de l'entropie et de l'énergie intérieure sont des différentielles exactes. Les relations obtenues dépendront du choix des variables et de conditions données *a priori*.

» *Exemple* : La chaleur L absorbée dans le passage de l'unité de masse d'un corps, du système principal où la pression demeure invariablement P , à un système annexe où cette unité de masse occupe un volume v_e sous une pression p_e est $\frac{L}{T} = Av_e \frac{\partial p_e}{\partial T_p}$.

» Cette formule, modification de celle de Clapeyron, sert à établir plusieurs propriétés d'un système relatives au maximum de solubilité sous pression constante, au point de congélation; à retrouver la loi de Van't Hoff relative au déplacement de l'équilibre, par élévation de température, entre deux systèmes pouvant échanger osmotiquement un de leurs composants, etc.

» 3° Dans toutes les transformations, on écrira que le volume total des systèmes, ou seulement celui de l'un d'eux, est une fonction déterminée des variables indépendantes.

» Jetant un coup d'œil sur les relations obtenues, on remarquera qu'elles ne renferment que des quantités ayant une signification physique précise. Mais il semble, toutefois, qu'on ait compliqué le problème qu'on s'était proposé de résoudre : les relations différentielles trouvées étant établies entre le système principal et d'autres qu'on a ajoutés; ces relations, d'ailleurs, ne pouvant être soumises au contrôle de l'expérience que dans les cas où l'on peut réaliser les liaisons qu'on a supposées entre les systèmes.

» Dans tous les autres cas, pour l'application de ces relations, on sera donc obligé de poser, *a priori*, des relations approchées entre différentes

grandeurs. On admettra, par exemple, pour les systèmes gazeux, que chaque gaz constituant a, dans un mélange, la même pression, la même densité que dans le système annexe où il est seul; pour les systèmes liquides on admettra la relation de Van't Hoff sur la pression osmotique, avec un coefficient i convenable.

» Grâce à ces données nouvelles, qu'on peut considérer comme les résultats approchés d'expériences non exécutées, on pourra résoudre le problème qu'on s'était posé.

» Dans la méthode employée on aura nettement séparé la partie théorique précise et rigoureuse de la partie expérimentale avec ses résultats plus ou moins approchés. »

PHYSIQUE. — *Sur la loi du mélange des gaz.* Note de M. PAUL SACERDOTE (1), présentée par M. Lippmann.

« Dans une récente Communication (2) M. Leduc a montré que la loi du mélange des gaz, appliquée en tenant compte des coefficients d'écart à la loi de Mariotte que nous avons mesurés précédemment (3), conduisait au résultat suivant :

» Deux gaz ont une même pression : par suite de leur mélange, la pression augmentera ; pour CO_2 et SO_2 primitivement à la pression de 76^{cm} de mercure, l'accroissement de pression devrait être de plus de $0^{\text{cm}},5$ de mercure. Il a vérifié, par une méthode indirecte fondée sur la mesure des densités, qu'il n'en est pas ainsi et en a conclu la nécessité d'un nouvel énoncé pour la loi du mélange des gaz.

» Ces expériences de mesure des densités sont susceptibles d'une très grande précision, mais exigent des conditions multiples, entre autres une pureté presque absolue des gaz ; en outre, elles ont l'inconvénient de faire dépendre la vérification cherchée des valeurs d'un certain nombre de constantes numériques relatives aux gaz.

» Des expériences directes semblaient donc nécessaires pour trancher la question ; avec l'aide des bienveillants conseils de M. Leduc, je me suis proposé de répéter l'expérience de Berthollet, mais en lui donnant toute la précision dont sont susceptibles nos méthodes actuelles de mesures.

(1) Laboratoire d'Enseignement physique à la Sorbonne.

(2) *Comptes rendus* du 17 janvier 1898.

(3) *Comptes rendus* du 2 août 1897.

» *Appareil.* — Deux ballons de verre épais de 750^{cc} sont réunis par un robinet à trois voies de 6^{mm} de diamètre pour permettre une rapide diffusion des gaz; les cols se raccordent à angle droit pour qu'on puisse, après le remplissage de l'un des ballons, l'isoler complètement; on a parfaitement desséché l'appareil en le chauffant pendant plusieurs heures, tandis qu'on y faisait alternativement le vide et rentrer du gaz carbonique sec.

» *Expériences.* — Pour remplir l'un des ballons, on le maintient vide, pendant une heure au moins, dans la glace râpée fondante et l'on y laisse rentrer bulle à bulle le gaz desséché par son passage sur l'anhydride phosphorique; on établit pendant quelques minutes la communication du ballon avec l'atmosphère, puis on l'isole et au même instant on détermine la pression atmosphérique au $\frac{1}{100}$ de millimètre, avec un bon baromètre Regnault-Leduc; immédiatement après, on procède de même pour l'autre; les deux remplissages étant ainsi effectués à quelques heures à peine d'intervalles, les pressions des deux gaz sont égales à 1 ou 2 dixièmes de millimètre, et comme les volumes des ballons sont eux-mêmes presque égaux, on peut prendre comme pression du remplissage la moyenne des deux hauteurs barométriques observées (toutes corrections faites). On laisse la diffusion s'effectuer pendant plusieurs jours, on l'active par des variations de température; on détermine enfin la pression du mélange, en reliant le ballon à un manomètre de Regnault.

» On a pris le soin d'établir *a priori*, entre les deux branches de ce manomètre, une dénivellation du mercure correspondant à la différence des hauteurs barométriques le jour du remplissage et celui de la mesure, et aussi à la variation de pression produite par le mélange des deux gaz, variation connue approximativement par une expérience préliminaire, en ouvrant le robinet du biballon on n'observe donc qu'un mouvement très faible du mercure: la correction à effectuer sur la pression lue est petite, ce qui est très avantageux, cette correction étant forcément un peu incertaine, puisqu'elle exige la connaissance du volume des tubes de communication.

» **RÉSULTATS.** — 1^o Az²O et CO² :

| | |
|------------------------------|-----------------------|
| Pression de remplissage..... | 759 ^{mm} ,40 |
| Pression du mélange..... | 759 ^{mm} ,48 |

l'augmentation de pression très faible (0^{mm},08) peut être attribuée aux erreurs d'expériences.

» *Note.* — Dans cette expérience, la diffusion n'ayant duré que deux jours, je me suis assuré, en analysant les mélanges gazeux des deux ballons, que néanmoins elle était à peu près achevée.

» 2^o SO² et CO² :

| | | |
|--|--------------|-----------------------|
| Pression de CO ² = 765,64 } Pression de SO ² = 765,73 } | moyenne..... | 765 ^{mm} ,69 |
| Après quatre jours : pression du mélange..... | | 766,90 |
| Après sept jours : pression du mélange..... | | 767,05 |

dans ce cas, on observe bien une augmentation de pression par le mélange, mais sa valeur (1^{mm},36) est bien inférieure à ce qu'elle devrait être d'après l'ancien énoncé de la loi du mélange des gaz; la différence des résultats obtenus dans les deux cas étudiés

peut être attribuée à ce que CO^2 et Az^2O ont même masse moléculaire et sont dans des états correspondants, à 0° et sous la pression atmosphérique, tandis qu'il n'en est plus de même pour CO^2 et SO^2 .

» *En résumé*, ces résultats confirment ceux qui ont été obtenus par la mesure des densités (1); comme eux, ils indiquent que l'on doit rejeter l'énoncé de la loi du mélange des gaz où interviennent les pressions, pour y substituer celui qui fait intervenir les volumes. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la séparation du thorium et des terres de la cérîte.*

Note de MM. G. WYROUBOFF et A. VERNEUIL, présentée par M. H. Moissan.

« Après avoir donné un procédé de séparation du cérium avec le lanthane et le didyme et l'ensemble des terres du groupe de l'yttria, nous avons cherché un moyen plus commode et plus sûr que ceux qui existent pour le débarrasser de la thorine. Dans toutes les réactions qu'on met en jeu pour séparer entre elles les terres de la cérîte, la thorine reste, en effet, en totalité ou en partie avec le cérium. C'est ce qui se produit en particulier dans le procédé de séparation que nous avons indiqué. S'il n'en existe que quelques centièmes, elle se précipite complètement en même temps que le nitrate céroso-cérique.

» Si l'on se propose simplement d'obtenir du cérium pur, on dissout le précipité dans de l'acide chlorhydrique en quantité suffisante pour réduire le cérium à l'état de protoxyde, on ajoute à la solution chaude un peu d'acide phosphorique, et l'on évapore jusqu'à consistance pâteuse. On reprend par l'eau et l'on filtre. Toute la thorine reste à l'état insoluble entraînant avec elle quelques centièmes de cérium. La liqueur filtrée contient du protochlorure de cérium rigoureusement exempt de thorine.

» Le problème inverse, la préparation d'une thorine parfaitement exempte de cérium, est beaucoup plus difficile et l'on n'y arrive, comme on sait, que par une longue série d'opérations, sans qu'on ait aucun caractère précis, autre que l'absence d'incandescence, pour reconnaître la pureté du produit obtenu.

» M. Clève a signalé depuis longtemps (2) une curieuse réaction qui,

(1) M. Leduc a trouvé, par les densités, que le mélange de SO^2 et CO^2 est accompagné d'une augmentation de pression de $1^{\text{mm}},25$; mais la pression du mélange n'était que de 66^{cm} au lieu de 77^{cm} .

(2) *Bull. Soc. ch.*, t. XLIII, p. 57; 1885.

parmi les terres rares, n'appartient qu'à la thorine; en ajoutant à une solution de sulfate de thorium de l'eau oxygénée, on obtient un précipité gélatineux qui a pour formule $\text{Th}^4\text{O}^7, \text{SO}^3$ ($\text{Th} = 116$). En étudiant de plus près cette réaction, nous avons reconnu qu'en employant le nitrate aussi exempt que possible d'acide libre, en ajoutant un excès de H^2O^2 et en chauffant vers 60° , on précipite la totalité de la thorine existant dans la solution. La réaction est tellement sensible qu'on peut non seulement reconnaître facilement $\frac{1}{1000}$ de thorine mélangé, soit avec du cérium seul, soit avec l'ensemble des terres de la cécite et de la gadolinite, mais encore le recueillir et le doser. Il est vrai que la thorine ainsi précipitée renferme encore du cérium, surtout si ce dernier était en très grand excès. Mais en redissolvant cette thorine encore impure dans l'acide nitrique, évaporant à sec et précipitant encore une fois par H^2O^2 on obtient un produit qui ne renferme plus que moins de 0,1 pour 100 d'impuretés. Une troisième précipitation enlève ces dernières traces de cérium et, après une quatrième précipitation, la liqueur filtrée ne donne plus le moindre précipité par l'ammoniaque. Pratiquement, et si l'on opère sur quelques centaines de grammes de matière, il vaut mieux commencer par traiter les mélanges des nitrates par un excès de carbonate d'ammoniaque à 10 pour 100, auquel on a ajouté un peu d'ammoniaque caustique. Toute la thorine passe ainsi en solution, n'entraînant que quelques centièmes des autres terres. Une seule précipitation à l'eau oxygénée suffit alors pour avoir une thorine presque rigoureusement pure et ne donnant plus que des traces d'incandescence.

» Il nous restait à appliquer cette méthode si simple et si rapide à la détermination quantitative de la thorine en présence des autres terres rares. Mais ici on rencontre des difficultés tout à fait inattendues. Le nitrate de peroxyde $\text{Th}^4\text{O}^7\text{N}^2\text{O}^5$ ne peut pas être calciné; en perdant son oxygène, il décrépite, se réduit en une poudre d'une extrême ténuité qui est projetée hors du creuset et amène des pertes qui peuvent s'élever à 10 pour 100. D'autre part, il n'est pas possible de le dissoudre sur le filtre dans l'acide nitrique ou chlorhydrique, pour le transformer en hydroxyde dont la calcination est facile; en effet, il se produit un vif dégagement d'oxygène et, quelque précaution qu'on prenne, une certaine quantité de la solution est entraînée à l'état d'imperceptibles gouttelettes. Après un grand nombre de tâtonnements, voici le mode opératoire auquel nous nous sommes arrêtés et qui donne, comme on le verra plus loin, des résultats très suffisamment exacts.

» La solution des nitrates, qui ne doit pas contenir plus de 0,5 d'oxydes, est évaporée à sec, additionnée de 100^{cc} d'eau et de 10^{cc} d'eau oxygénée (à 10 volumes) (1); on chauffe pendant quelques minutes en remuant. Le précipité extrêmement volumineux est jeté sur le filtre et lavé jusqu'à ce que l'eau de lavage ne précipite plus par l'ammoniaque. On détache avec une baguette le précipité du filtre, opération qui se fait très aisément grâce à la consistance gélatineuse du peroxyde, et on le dissout à chaud dans quelques centimètres cubes d'eau à laquelle on ajoute 2^{sr} de IAzH^3 et 2^{cc} de ClH concentré; la réduction est instantanée. On fait passer la solution chaude à travers le filtre pour dissoudre les parties du précipité qui y adhèrent encore et on lave. La solution est précipitée par l'ammoniaque; l'hydroxyde, qu'on n'a pas besoin de laver, est jeté sur le même filtre et calciné. Dans la liqueur filtrée du peroxyde, on précipite par l'ammoniaque toutes les autres terres qui accompagnaient la thorine.

» Le précipité obtenu par l'eau oxygénée doit être parfaitement blanc. Si tel n'était pas le cas, ce qui arrive chaque fois que la quantité de cérium est un peu considérable, il faudrait redissoudre l'hydroxyde dans l'acide nitrique, évaporer et répéter l'opération. D'une façon générale, si l'on tient à des résultats très exacts, cette double précipitation doit être conseillée aussi bien pour le peroxyde de thorium qui a entraîné un peu de cérium que pour les autres terres qui ont pu entraîner quelques millièmes de thorine.

| | I. | | II. | | III. | |
|--|--------|---------|--------|----------|--------|---------|
| | Pris. | Trouvé. | Pris. | Trouvé. | Pris. | Trouvé. |
| ThO | 0,3670 | 0,3655 | 0,3645 | 0,3640 | 0,0508 | 0,0475 |
| Ce ³ O ³ | 0,0231 | 0,0229 | 0,0214 | } 0,0370 | 0,9485 | 0,9515 |
| LaO DiO . . . | » | » | 0,0140 | | » | » |

» Nous donnons l'analyse III pour montrer les résultats qu'on obtient par une seule précipitation.

» M. Dennis (*Zeisch. für Ann. Ch.*, t. XIII, p. 412; 1897) a proposé tout récemment le sel potassique de l'acide azothydrique pour la séparation de la thorine des autres terres rares.

» Cette curieuse réaction permet, en effet, de précipiter la totalité de la thorine existant dans un mélange. Malheureusement elle présente deux inconvénients : celui d'exiger l'emploi d'un réactif peu commode à manier en quantité un peu notable, et celui bien plus grave d'entraîner avec la thorine quelques centièmes de cérium qu'une seconde précipitation n'élimine pas. Dans un mélange synthétique renfermant 0,0952 de ThO et 0,0927 de CeO, nous n'avons trouvé, après la précipitation de la thorine par Az^3K , que 0,0896 de CeO. La thorine précipitée avait donc entraîné

(1) L'eau oxygénée du commerce renfermant de notables quantités de substances fixes ne peut être employée. Il faut la purifier par distillation, ce qui ne présente d'ailleurs aucune difficulté depuis le Travail de M. Hanriot.

3,34 pour 100 de CeO. Elle a été dissoute dans NO^3H et précipitée par H^2O^2 ; la liqueur filtrée a donné 0,0028 de CeO. Cette expérience montre clairement que le procédé que nous proposons est non seulement plus pratique, mais encore beaucoup plus précis que le procédé, très intéressant du reste, décrit par M. Dennis (1). »

THERMOCHIMIE. — *Hydramides et bases isomères (glyoxalidines).*

Note de M. MARCEL DELÉPINE.

« Je me propose d'étudier ici les combinaisons ammoniacales des aldéhydes anisique et pyromucique, afin d'étendre les recherches publiées relativement à l'hydrobenzamide et à l'amarine. J'ai été naturellement amené à déterminer la chaleur de formation de l'aldéhyde anisique, non encore étudié sous ce rapport.

» *Aldéhyde anisique* : $\text{C}^8\text{H}^4(\text{CHO})_1(\text{OCH}^3)_4$. — Très récemment distillé, bouillant à $248^\circ\text{--}249^\circ$, parfaitement neutre, ce produit a donné pour chaleur de combustion par gramme :

7096^{cal},0; 7117^{cal},2; 7110^{cal},1; en moyenne 7107^{cal},8.

» Soit, pour une molécule = 136^{sr},

Chaleur de combustion à volume constant..... 966^{cal},7

» pression constante..... 967^{cal},3

» D'où, pour la chaleur de formation,

$\text{C}^8 + 11^8 + \text{O}^2 = \text{C}^8\text{H}^8\text{O}^2$ liq.... + 63^{cal},1

» *Anishydramide* : $(\text{C}^8\text{H}^8\text{O})^3\text{Az}^2$. — Préparé d'après les indications de Cahours, le corps que j'ai utilisé fondait à $125^\circ\text{--}127^\circ$. Sa combustion a donné par gramme :

7810^{cal},7; 7851^{cal},4; 7849^{cal},1; en moyenne 7837^{cal},1.

» D'où l'on déduit :

| | A volume constant. | A pression constante. |
|--|------------------------|--------------------------|
| Chaleur de combustion moléculaire..... | 3040 ^{cal} ,8 | 3042 ^{cal} ,8 |
| Chaleur de formation moléculaire..... | » | 48 ^{cal} ,4 |

» *Anisine* : $\text{C}^{24}\text{H}^{24}\text{Az}^2\text{O}^3$. — Préparée suivant les indications de Bertagnini, c'est-à-dire par chauffage du corps précédent à 160° , purifiée ensuite et finalement cristallisée dans l'alcool aqueux, l'anisine contient une molécule d'eau et fond à 101° . Cette molécule d'eau part à $105^\circ\text{--}110^\circ$, exactement; mais l'anisine anhydre ne cristallise pas

(1) Laboratoire de M. Arnaud, au Muséum.

par le refroidissement, comme l'amarine; elle se présente alors en masses vitreuses, incolores, solubles dans le benzène et s'en sépare par évaporation du solvant, en petits cristaux fondant vers 109°. La combustion calorimétrique a été effectuée sur le produit vitreux; elle a fourni par gramme :

7801^{cal},9 et 7788^{cal},8; moyenne 7795^{cal},35.

» D'où

| | A volume constant. | A pression constante. |
|---|------------------------|------------------------|
| Chaleur de combustion moléculaire | 3024 ^{cal} ,6 | 3026 ^{cal} ,6 |
| Chaleur de formation moléculaire | » | 64 ^{cal} ,6 |

» *Furfuramide* : (C⁵H⁴O)³Az². — C'est le produit que l'on obtient par l'action à froid de l'ammoniaque dissoute sur l'aldéhyde pyromucique ou furfurol. La combustion a donné par gramme :

6821^{cal},4 et 6819^{cal},4; moyenne 6820^{cal},4.

» Soit, pour une molécule = 268^{gr} :

| | A volume constant. | A pression constante. |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Chaleur de combustion | 1827 ^{cal} ,87 | 1828 ^{cal} ,15 |
| Chaleur de formation | » | + 0 ^{cal} ,35 |

» *Furfurine* : C¹⁵H¹²Az²O³. — Bertagnini a montré qu'en maintenant la furfuramide à 110°-120° pendant une demi-heure, on la transformait en base isomère ou furfurine. En suivant de près la marche de l'opération, j'ai pu saisir sur le fait le dégagement de chaleur produit par l'isomérisation : 15^{gr}-20^{gr} de l'hydramide sont chauffés dans un ballon placé au milieu d'un bain d'huile porté à 115°; dès que la fusion de la furfuramide est totale, la réaction s'annonce par un grésillement, dû sans doute à l'expulsion de traces d'eau, et se manifeste ensuite par une élévation de température de la masse en transformation pouvant atteindre 50°-60°, laquelle persiste pendant quatre à cinq minutes; après ce temps, la réaction est achevée, le thermomètre descend. Pendant la transformation, la température du bain ne varie que de quelques degrés. Purifiée par passage à l'état de bioxalate, la furfurine s'obtient finalement en cristaux fusibles à 116°, anhydres. Sa combustion dégage, par gramme :

6755^{cal},4; 6763^{cal},8; 6745^{cal},5; en moyenne 6754^{cal},9.

» Soit, pour une molécule :

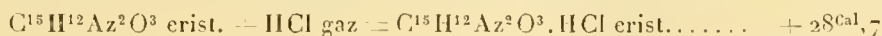
| | |
|---------------------------------|--|
| Chaleur de combustion | { à volume constant 1810 ^{cal} ,32 à pression constante 1810 ^{cal} ,6 |
| Chaleur de formation | |

» *Chlorhydrate de furfurine* : C¹⁵H¹²Az²O³.HCl. — La furfurine forme des sels assez solubles; notamment le chlorhydrate. J'ai profité de cette circonstance pour en faire la thermochimie, très difficile avec les sels d'amarine ou d'ausine presque inso-

lubles, afin de justifier plus complètement quelques considérations que j'expose plus loin. J'ai trouvé les résultats suivants :

| | |
|--|--------------------------------|
| I. Chaleur de diss. de $C^{15}H^{12}Az^2O^3.HCl$ dans 5^{lit} et 10^{lit} d'eau | $-4^{Cal},74$ et $-4^{Cal},76$ |
| II. $C^{15}H^{12}Az^2O^3.HCl$ diss. + KOH diss. = $C^{15}H^{12}Az^2O^3$ crist. + KCl diss. (12^{lit}). | + $7^{Cal},1$ |
| III. $C^{15}H^{12}Az^2O^3$ crist. + HCl diss. = $C^{15}H^{12}Az^2O^3.HCl$ diss. (14^{lit}). | + $6^{Cal},55$ |

» Les $7^{Cal},1$ de l'opération II ne se dégagent pas d'un seul coup : la furfurine se précipite d'abord amorphe, ce qui produit environ 7^{Cal} ; sa transformation en cristaux dégage ensuite quelques dixièmes de Calorie. La somme $6^{Cal},55 + 7^{Cal},1 = 13^{Cal},65$ est très voisine de $13^{Cal},7$ chaleur de saturation de HCl diss. par KOH diss., ce qui confirme les nombres trouvés. On en déduit, pour la formation du sel solide :

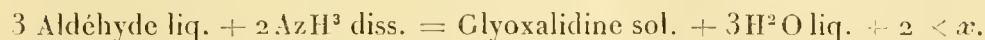


» *Conclusions.* — On tire des nombres ci-dessus, pour la formation des hydramides étudiés et leur isomérisation en glyoxalidines, les résultats suivants :

| | |
|--|--------------------------|
| I. $3C^8H^8O^2$ liq. + $2AzH^3$ diss. = $(C^8H^8O)^3Az^2$ sol. + $3H^2O$ liq. | + $2 \times 12^{Cal},05$ |
| Anishydramide sol. = Anisine sol. | + $16^{Cal},2$ |
| II. $3C^5H^4O^2$ liq. + $2AzH^3$ diss. = $(C^5H^4O)^3Az^2$ sol. + $3H^2O$ liq. | + $2 \times 8^{Cal},1$ |
| Furfuramide sol. = Furfurine sol. | + $17^{Cal},55$ |

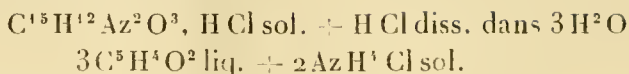
» On avait trouvé un dégagement de 2×11^{Cal} pour la formation de l'hydrobenzamide suivant le même mode et $13^{Cal},9$ pour sa transformation en amarine; les nouveaux nombres sont essentiellement comparables, et susceptibles des déductions développées dans la Note sur l'hydrobenzamine et l'amarine.

» Je ne rappellerai que l'équation suivante :



Pour l'amarine on avait $x = 17^{Cal},95$; pour l'anisine et la furfurine, on trouve respectivement $20^{Cal},1$ et $16^{Cal},7$, tous nombres plus grands que la chaleur de saturation de AzH^3 diss. par un acide dissous, d'où résulte l'impossibilité de retourner aux générateurs par l'action des acides dissous sur les bases isomères des hydramides. Je puis ajouter qu'un acide concentré n'agira pas davantage, parce qu'il faut tenir compte de ce fait expérimental qu'une moitié s'unira d'abord à la base pour donner un sel, tandis que l'autre moitié perdra une partie de son énergie en s'unissant aux $3H^2O$ nécessaires à la réaction. C'est ainsi que le calcul fait avec la furfurine, où x est le plus faible et dans les conditions les plus favorables à l'action décomposante, montre qu'il y aurait une absorption de $8^{Cal},5$,

pour réaliser l'équation suivante :



Le raisonnement peut évidemment s'étendre aux autres sels : mais il était nécessaire de l'appuyer sur une donnée réelle. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur l'ouabaïne*. Note de M. ARNAUD, présentée par M. Friedel.

« Dans un Mémoire précédent (1), j'ai établi l'identité de l'ouabaïne et de la strophantine du *Strophantus glaber*. Mes dernières recherches sur ce corps m'ont permis de préparer un certain nombre de combinaisons ou de dérivés qui, je l'espère, pourront aider à définir, au point de vue chimique, ce glucoside dont l'action physiologique présente un si grand intérêt.

» L'ouabaïne peut former, par cristallisation ou évaporation de ses solutions aqueuses, au moins trois hydrates cristallisés différents, prenant naissance respectivement à la température ordinaire (entre 10° et 20°), vers 30°, vers 60°.

» Le premier de ces hydrates correspond à 9 molécules d'eau, si l'on adopte la formule que j'ai déjà proposée pour l'ouabaïne (2), $\text{C}^{30}\text{H}^{46}\text{O}^{12}$. Il contient, d'après les dosages effectués, de 20, 70 à 21, 35 pour 100 d'eau, suivant que la dessiccation est plus ou moins prolongée; celle-ci ne devant pas excéder douze heures à 125°, car l'ouabaïne s'altère alors en brunissant à la surface. Pour 9 molécules d'eau, le calcul indique 21, 31 pour 100. Quand on laisse cet hydrate sous le dessiccateur en présence de l'acide sulfurique, il perd 2 molécules d'eau et ne contient alors plus que 17, 5 pour 100 d'eau. C'est cet hydrate que j'ai décrit précédemment.

» M. Wyrouboff, notre éminent cristallographe, a bien voulu en déterminer la forme cristalline, et voici les principaux éléments de cette détermination :

» L'ouabaïne cristallisée à basse température est quadratique. J'y ai observé les

(1) *Comptes rendus*, t. CVII, p. 1162.

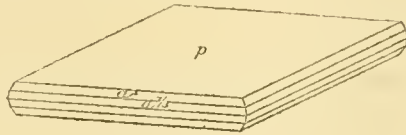
(2) *Comptes rendus*, t. CVII, p. 1011.

formes $p(001)$, $a^1(101)$ et $a^{\frac{1}{3}}(301)$. Les cristaux sont toujours aplatis suivant la base,

$$a : c = 1 : 1,6003.$$

| | Angles. | Calculés. | Observés. |
|-----|---------------------------------------|-----------|-----------|
| p | $a^1(001 \ 101)$ | » | * 122° |
| p | $a^{\frac{1}{3}}(001 \ 301)$ | 101°, 46' | » |
| | $a^{\frac{1}{3}}a^1(301 \ 101)$ | 159°, 46' | 159°, 34' |
| | $a^1a^1(100 \ 011)$ | 106°, 19' | 106°, 16' |

» Uniaxe, négatif avec faible biréfringence.



» L'hydrate qui se forme vers 30° contient environ 11,2 pour 100 d'eau ; celui qui prend naissance à 60°, environ 9 pour 100. Ces hydrates correspondent, sans doute, soit à quatre, soit à trois molécules d'eau de cristallisation.

» Le pouvoir rotatoire de l'ouabaïne en solution aqueuse à 1 pour 100 est : $[\alpha]_D = -30^\circ,6$.

» Quelques essais ont été faits sur sa solubilité dans l'eau et ont conduit aux résultats suivants :

| | | | |
|---------|--|---------------------|------------------|
| A 30°, | 100 ^{cc} d'eau contiennent... | 1 ^{gr} ,57 | ouabaïne anhydre |
| A 14°,5 | » | 0 ^{gr} ,93 | » |
| A 8° | » | 0 ^{gr} ,66 | » |

» Des essais cryoscopiques ont été faits pour confirmer le poids moléculaire attribué à l'ouabaïne, soit en solution aqueuse, soit en solution dans l'acide acétique cristallisable. Les résultats obtenus sont peu précis, en raison même du poids moléculaire élevé de ce corps, de sa faible solubilité, ce qui conduit à des variations excessivement faibles dans les points de congélation des liquides employés. Les nombres trouvés varient de 545, pour l'eau, à 640 pour l'acide acétique.

» L'hydrolyse de l'ouabaïne fournit des renseignements importants (1) ; elle se produit facilement par l'action des acides chlorhydrique ou sulfurique étendus à 100° ou 110°. Il se forme du rhamnose et une résine rouge qui est certainement un produit de polymérisation du second produit de

(1) *Bull. Soc. chim.*, t. LI, p. 10.

dédoublément, comme cela se passe du reste dans le cas de l'hydrolyse de la salicine. Jusqu'à présent je n'ai pu obtenir le produit non polymérisé, quelles que soient les variations des conditions de l'hydrolyse. Les ferments solubles, émulsine, diastase, etc. n'agissent pas sur l'ouabaïne, mais j'ai quelque raison de croire que certains organismes microbiens peuvent la dédoubler en donnant, à côté du rhamnose, un produit cristallisé.

» Les quantités de rhamnose hydraté fournies par l'hydrolyse varient de 29,7 à 30,6, ce qui conduit à admettre l'équation suivante de dédoublement :



» La résine obtenue n'a pas encore été étudiée et vraisemblablement doit présenter des variations de composition, suivant ses conditions de formation, comme dans le cas de la salirétine.

» L'action de différents réactifs sur l'ouabaïne peut donner des produits cristallisés qui ont été étudiés et analysés; nous allons résumer ici brièvement les résultats obtenus :

» L'acide nitrique concentré produit des dérivés nitrés amorphes, insolubles dans l'eau, et, par chauffage, de grandes quantités d'acide oxalique; étendu et froid, on obtient des dérivés nitrés cristallisés, mais encore en petite proportion par rapport au produit amorphe. L'un de ces dérivés cristallisés est presque insoluble dans l'alcool, même bouillant, également dans l'acétone; l'autre, au contraire, peu soluble dans l'alcool, se dissout bien dans l'acétone chaude, qui l'abandonne en longues aiguilles jaunes par refroidissement. Ces corps sont solubles dans la soude étendue, de laquelle ils sont précipités par les acides. Ces combinaisons nitrées se rapportent au second produit de dédoublement, car l'action de l'acide azotique commence certainement par hydrolyser l'ouabaïne; il y a même toujours un dégagement de CO^2 qui persiste pendant toute la réaction, soit à froid, soit à chaud.

» Le brome réagit avec dégagement de chaleur sur l'ouabaïne anhydre, en donnant un dérivé bromé amorphe, qui contient près de 63 pour 100 de brome, et de grandes quantités de HBr .

» Les alcalis donnent des combinaisons, probablement d'addition, avec l'ouabaïne, excessivement solubles dans l'eau, et incristallisables; on obtient cependant des dérivés sodés et potassés en micro-cristaux, en faisant réagir une molécule de Na ou de K , dissoute dans l'alcool, sur une molécule d'ouabaïne dans le même dissolvant. Ces composés, d'après l'analyse, paraissent correspondre à la formule suivante :



(¹) Ou plutôt le polymère $(C^{24}H^{36}O^8 - H^2O)^x$.

(²) Analogue aux combinaisons des saccharoses.

» Avec un excès de sodium ou de potassium, ou même de soude ou de potasse alcooliques, on obtient des mélanges de combinaisons renfermant davantage de métal.

» L'anhydride acétique fournit surtout des acétines amorphes quand on opère à froid et sans excès d'anhydride, ou quand on dépasse la température de 80°, même en présence d'un excès de réactif. Mais quand on opère entre 30° et 70° et en présence d'une grande quantité d'anhydride, on obtient, entre autres, une acétine parfaitement cristallisée en belles lamelles micacées, fondant à 270°-275° en se décomposant. La quantité d'acide acétique donnée par la saponification conduit à admettre que ce corps est une heptacétine : $C^{30}H^{39}(C^2H^3O)^7O^{12}$; ce qui indique la présence d'au moins sept oxhydroyles dans le groupement de l'ouabaine. Cette acétine est insoluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool chaud, très soluble également dans l'acide acétique.

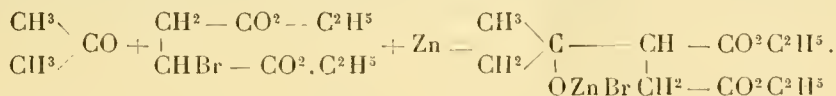
» La formule admise $C^{30}H^{46}O^{12}$, dont le poids moléculaire est de 598, s'accorde bien avec toutes ces observations, que j'ai l'intention de publier en détail dès que j'aurai terminé mes recherches à ce sujet. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'acide térébique.*

Note de M. E.-E. BLAISE, présentée par M. Friedel.

« Étant données les difficultés qui entourent la préparation de l'acide térébique, tant à partir de la métaéthylheptanonolide que du pinène, j'ai pensé qu'on pourrait obtenir plus facilement cet acide par synthèse.

» M. Reformatsky a indiqué une méthode de condensation des aldéhydes avec les éthers halogénés reposant sur l'action du zinc sur le mélange de ces corps. Il semblait donc possible d'obtenir l'acide térébique en appliquant ce procédé à l'acétone et à l'éther bromosuccinique :



La décomposition par l'eau du dérivé bromozincique obtenu devait conduire au diatérébate d'éthyle, dont la saponification aurait fourni l'acide térébique.

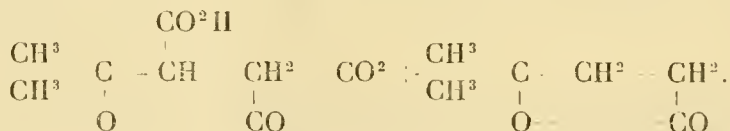
» Si l'on essaie de réaliser cette réaction, on constate qu'au bout d'un mois le métal n'a pas encore réagi sur le mélange d'acétone et d'éther bromosuccinique. Je suis arrivé cependant à effectuer cette condensation en remplaçant le zinc par le couple zinc-cuivre. Celui-ci a été préparé avec la limaille de zinc et par voie sèche, suivant les indications de MM. Gladstone et Tribe.

» On opère de la manière suivante :

» On fait un mélange équimoléculaire d'acétone et de bromosuccinate d'éthyle, et l'on y ajoute un poids de zinc-cuivre égal à celui de l'éther bromé. La réaction n'est pas immédiate, et l'on abandonne le mélange à lui-même pendant douze heures environ. Au bout de ce temps, on agite avec précaution, et il se produit bientôt un dégagement considérable de chaleur qu'on modère par refroidissement. On abandonne à nouveau le produit de la réaction pendant douze heures en agitant de temps en temps. On obtient ainsi une masse pâteuse sur laquelle on verse un excès d'acide sulfurique étendu au dixième; on agite vivement et on laisse la décomposition s'effectuer pendant vingt-quatre heures environ. On épuise alors à l'éther, on lave la solution étherée à l'acide sulfurique étendu, et l'on distille l'éther. Le résidu est saponifié par la potasse aqueuse au bain-marie. On chasse l'alcool, on sature l'alcali par la quantité équivalente d'acide chlorhydrique et l'on évapore le tout à sec. La poudre obtenue est soumise à un épuisement continu et prolongé au moyen de l'éther. Le résidu, obtenu par distillation du solvant, constitue un mélange d'acides d'où l'acide térébique est isolé par le procédé suivant :

» On dissout le mélange des acides dans l'eau, on porte à une douce ébullition et l'on ajoute de l'eau de baryte saturée à l'ébullition jusqu'à ce que la liqueur ait acquis une réaction fortement alcaline et persistante. Cette manipulation a pour but de transformer l'acide térébique en diatérébate de baryum facilement soluble. On filtre la liqueur bouillante, on précipite l'excès d'alcali par l'acide carbonique, on filtre et l'on évapore. Le liquide refroidi est acidifié par l'acide chlorhydrique et épuisé cinq fois à l'éther. La distillation de ce solvant fournit l'acide térébique qu'on purifie par cristallisation dans le double de son poids d'eau. Si l'on veut obtenir de beaux cristaux, la cristallisation doit être effectuée dans l'alcool à 60°. La condensation ne doit pas être opérée sur plus de 100^{gr} d'éther bromé.

» L'acide ainsi obtenu fond à 174°. Il donne à l'analyse des chiffres qui concordent avec la composition de l'acide térébique. Enfin, l'identification a été complétée par la transformation en méthyl-2-pentanolide



Cette transformation peut être effectuée par deux distillations successives et lentes. On obtient ainsi un mélange d'olide et d'acide pyrotérébique qu'on chauffe pendant quelques minutes avec un mélange d'acide sulfurique (2 p.) et d'eau (1 p.). L'acide pyrotérébique est ainsi transformé en olide isomère avec lui, et il ne reste qu'à neutraliser par le carbonate de sodium et à épuiser à l'éther pour obtenir l'olide qui bout à 206°-207°.

» On peut encore faire bouillir directement pendant douze heures l'acide térébique avec le mélange sulfurique.

» La condensation que j'ai indiquée fournit environ de 10^{gr} à 12^{gr} d'acide térébique pour 100^{gr} d'éther bromosuccinique. Le rendement est donc assez faible, mais bien supérieur cependant à celui que donne l'oxydation du pinène (20^{gr} d'acide pour 1200^{gr} de pinène et 12^{kg} d'acide azotique). La manipulation est, en outre, très aisée, tandis qu'elle est fort pénible dans ce dernier cas.

» Je me propose d'étendre ce procédé de condensation à la synthèse d'un certain nombre d'acides paraconiques et de l'appliquer, en outre, aux dérivés qui renferment la fonction cétonique et la fonction halogénée dans la même molécule. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Fabrication de l'huile d'acétone, et en particulier de la méthyléthylcétone, au moyen des eaux de désuintage des laines.* Note de MM. A. et P. BUISINE, présentée par M. Friedel.

« La fabrication de l'acétone, par distillation sèche de l'acétate de chaux brut, laisse, après séparation de l'acétone pure, un résidu huileux, renfermant de la méthyléthylcétone, de la méthylpropylcétone et autres acétones supérieures, qu'on désigne sous le nom d'*huile d'acétone*.

» On peut encore obtenir l'huile d'acétone par oxydation des fusels, au moyen d'un mélange de bichromate de potasse et d'acide sulfurique, séparation des acides gras formés et distillation sèche de leurs sels de chaux.

» En réalité, l'huile d'acétone s'obtient par distillation sèche d'un mélange d'acétate de chaux, de propionate de chaux, de butyrate de chaux et autres sels de calcium d'acides gras supérieurs.

» Étant donné que les eaux de désuintage des laines peuvent, comme nous l'avons montré dans une précédente Communication (1), fournir abondamment les acides gras volatils qui concourent à la formation de l'huile d'acétone, nous avons pensé que ces eaux constitueraient une excellente matière première pour la fabrication de ce produit. C'est pourquoi nous avons entrepris quelques expériences à ce sujet, expériences qui ont confirmé notre opinion.

» Pour obtenir l'huile d'acétone au moyen des eaux de désuintage des

(1) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 777; 15 novembre 1897.

laines, on prend les acides gras volatils, isolés de ces eaux comme nous l'avons indiqué; on les sature par la chaux et l'on évapore la solution à siccité. Les sels de chaux parfaitement secs sont ensuite soumis à la distillation sèche.

» Le matériel à employer pour sécher et distiller les sels de chaux est tout à fait analogue à celui qui est usité dans la fabrication de l'acétone.

» On obtient ainsi de 45 à 50 pour 100 du poids des sels de chaux d'un liquide légèrement coloré, ayant une odeur particulière pénétrante et très persistante, une saveur âcre et brûlante.

» Sa densité est 0,838. Il est soluble en grande partie dans l'eau, qui en dissout 80 pour 100 environ. Il est soluble en toutes proportions dans l'alcool et l'éther.

» Une première rectification de ce liquide nous a fourni les résultats suivants :

| | |
|-----------------------------|--------------|
| De 56° à 75°, il passe..... | 18 pour 100. |
| » 75° à 85° » | 59 » |
| » 85° à 100° » | 5 » |
| » 100° à 150° » | 8 » |
| » 150° à 200° » | 5 » |
| Au-dessus de 200° » | 5 » |
| | 100 |

» Par des rectifications répétées, nous avons pu séparer du mélange plus de 60 pour 100 de méthyléthylcétone. La proportion élevée de méthyléthylcétone, contenue dans cette huile d'acétone, tient à ce que le mélange des acides gras volatils des eaux de désuintage des laines est riche en acide propionique.

» Cette source d'huile d'acétone, et en particulier de méthyléthylcétone, est extrêmement abondante et son exploitation serait très économique. Le rendement en huile d'acétone est de 15^{lit} environ par mètre cube d'eau de désuintage à 11° Baumé. On pourrait obtenir, par le traitement de la totalité des eaux de désuintage produites actuellement dans les villes de Roubaix et de Tourcoing, environ 10000^{kg} d'huile d'acétone par jour.

» L'huile d'acétone, jusqu'ici sans application, commence maintenant à être utilisée, notamment pour la dénaturation de l'alcool. En Suisse, c'est actuellement le dénaturant employé. L'huile d'acétone est d'ailleurs un dénaturant très efficace : ajoutée à l'alcool, même en très petite quantité, 1 à 2 pour 100, elle lui communique une odeur et une saveur âcres très prononcées. Comme elle renferme en outre, entre autres acétones, la méthyléthylcétone, qui bout à une température très voisine de celle de l'alcool, la régénération de l'alcool est rendue extrêmement difficile.

» Ce produit était rare et difficile à obtenir. La fabrication de l'acétone ne donne, en effet, qu'un faible rendement en huile d'acétone, 10 pour 100 de l'acétone brute, dit-on, et le procédé d'obtention par l'oxydation des fusels, qui fourniraient de 20 à 25 pour 100 d'huile d'acétone, est extrêmement laborieux. Par suite, l'emploi de ce produit n'a pas pu se généraliser.

» C'est pourquoi nous croyons devoir attirer l'attention sur les eaux de désuintage des laines qui peuvent devenir une source abondante et facile à exploiter d'huile d'acétone particulièrement riche en méthyléthylcétone, le produit le plus efficace pour la dénaturation de l'alcool. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage du suc gastrique.* Note de
M. L. CORDIER, présentée par M. Henri Moissan.

« Nous avons eu récemment l'occasion de faire, dans le service de M. le D^r Oettinger à l'hôpital Broussais, de nombreuses analyses de suc gastrique.

» La méthode la plus couramment employée en France, dans les laboratoires, est celle d'Hayem et Winter. On dose l'acidité totale A, le chlore total T, le chlore combiné C et l'acide chlorhydrique libre H; ce dosage comporte trois incinérations successives et nécessite, pour l'obtention de résultats rigoureusement comparables, un apprentissage assez long. Chaque dosage exige de plus un temps très appréciable, une dizaine d'heures environ.

» La méthode que nous proposons est basée sur l'observation suivante :

» Un mélange de chlorure de sodium et de chlorure de lithium, traité par un mélange à parties égales d'alcool absolu et d'éther anhydre, cède complètement à ce véhicule le chlorure de lithium; le chlorure de sodium reste indissous et peut être ensuite enlevé par de l'eau distillée chaude.

» Pour faire le dosage, on prélève 5^{cc} de suc gastrique que l'on additionne dans une petite capsule d'une solution saturée de carbonate de lithine pur jusqu'à réaction alcaline au tournesol. On évapore à siccité à l'étuve à 100° ou mieux au bain-marie à l'air libre. L'acide chlorhydrique libre et l'acide chlorhydrique combiné se transforment en chlorure de lithium; les chlorures fixes ne subissent aucune modification; les acides organiques et les sels acides sont neutralisés.

» Après dessiccation, on incinère au rouge sombre en remuant continuellement avec une baguette de verre et en évitant toute élévation de température, l'incinération devant être juste suffisante pour obtenir ultérieurement une liqueur incolore ou à peine colorée. Après refroidissement, on épuise le charbon obtenu par le mélange à

parties égales d'alcool absolu et d'éther, ajouté par fractions successives. Nous nous sommes assurés que 60^{cc} suffisaient à un épuisement complet; en opérant avec la liqueur chaude, au bain-marie par exemple, 40^{cc} seulement sont nécessaires pour l'enlèvement total de tout le chlorure de lithium.

» On sépare ainsi, au moyen d'un petit filtre Berzélius : d'une part, une solution éthéro-alcoolique; d'autre part, un charbon résidu.

» 1. *Dosage de HCl libre + HCl combiné = (H + C).* — La solution éthéro-alcoolique contient ainsi à l'état de chlorure de lithium tout le chlore de l'acide chlorhydrique libre et le chlore des chlorures combinés. Cette solution est rigoureusement neutre au tournesol, complètement incolore et peut servir directement au dosage du chlore par la méthode volumétrique au nitrate d'argent.

» Il suffit pour cela de la diluer de son volume d'eau, d'ajouter quelques gouttes de chromate de potasse dissous et de procéder au titrage au moyen de la solution déci-normale d'azotate d'argent; le résultat exprimé en HCl et rapporté à 100^{cc} de suc gastrique, fait connaître la valeur de (H + C).

» 2. *Dosage du chlore fixe F.* — On reprend, par de l'eau chaude, le charbon résidu qui reste dans la capsule, on acidule par trois à quatre gouttes d'acide azotique pur, ce qui désagrège le charbon, on porte à l'ébullition pour chasser l'acide carbonique, puis on jette sur le filtre même qui a servi à séparer la liqueur éthéro-alcoolique. On épuise par une quantité suffisante d'eau chaude, et les liqueurs réunies (50^{cc} environ) sont ramenées, au moyen de quelques gouttes d'une solution de carbonate de soude pur au dixième, à une très légère alcalinité.

» On procède ensuite au titrage du chlore comme précédemment, et le résultat, rapporté à 100^{cc} de suc gastrique et exprimé en HCl, fait connaître les chlorures fixes F.

» 3. *Dosage du chlore total T.* — On l'obtient en faisant la somme

$$H + C + F = T.$$

» Cette méthode présente plusieurs avantages :

» *a.* Elle n'exige qu'une seule incinération et partant est assez rapide.

» *b.* L'évaporation ayant lieu en milieu alcalin, on n'a pas à craindre de perte d'acide chlorhydrique, par suite de l'action des acides organiques ou des sels acides (phosphates acides) sur les chlorures du suc gastrique.

» *c.* Elle permet d'effectuer un dosage très complet avec une petite quantité de liquide; elle pourra, de ce fait, être avantageusement employée dans l'examen du liquide retiré à jeun de l'estomac, le volume filtré du liquide extrait à la sonde, dans ces conditions, variant entre 12^{cc} et 15^{cc}.

» Toutefois cette méthode ne fait pas connaître la quantité de HCl libre, mais seulement la valeur de (H + C).

» Pour déterminer l'acide chlorhydrique libre, lorsque les réactifs de Boas et de Gungsborg en indiquent une quantité notable, nous procédons à un dosage acidimétrique, au moyen de la solution déci-normale de soude,

en déterminant la fin de la réaction au moyen du réactif phloroglucine-vanilline.

» Nous avons examiné comparativement de nombreux suc gastriques, en employant concurremment la méthode d'Hayem et Winter et la méthode au carbonate de lithine.

» Voici quelques-uns des résultats obtenus; les chiffres sont rapportés à 100^{cc} de suc gastrique et exprimés en HCl.

Suc gastrique α.

| Méthode d'Hayem et Winter. | | Méthode au carbonate de lithine. | |
|-------------------------------------|-----------|----------------------------------|---------------|
| Volume filtré = 140 ^{cc} , | | | |
| Acidité A = 0,274, | | | |
| Acide chlorhydrique libre..... | H = 0,036 | } 0,211 | H + C = 0,207 |
| Acide chlorhydrique combiné.. | C = 0,175 | | F = 0,211 |
| Chlore fixe..... | F = 0,197 | | T = 0,418 |
| Chlore total..... | T = 0,408 | | |

» Absence d'acides lactique, acétique et butyrique.

Suc gastrique β.

| Méthode d'Hayem et Winter. | | Méthode au carbonate de lithine | |
|-------------------------------------|-----------|---------------------------------|---------------|
| Volume filtré = 100 ^{cc} , | | | |
| Acidité A = 0,427, | | | |
| Acide chlorhydrique libre..... | H = 0,167 | } 0,351 | H + C = 0,346 |
| Acide chlorhydrique combiné.. | C = 0,184 | | F = 0,157 |
| Chlore fixe..... | F = 0,160 | | T = 0,503 |
| Chlore total..... | T = 0,511 | | |

» Absence d'acides organiques.

Suc gastrique γ.

| Méthode d'Hayem et Winter. | | Méthode au carbonate de lithine. | |
|-------------------------------------|-----------|----------------------------------|---------------|
| Volume filtré = 175 ^{cc} , | | | |
| Acidité A = 0,320, | | | |
| Acide chlorhydrique libre..... | H = 0,073 | } 0,307 | H + C = 0,299 |
| Acide chlorhydrique combiné.. | C = 0,234 | | F = 0,147 |
| Chlore fixe..... | F = 0,138 | | T = 0,446 |
| Chlore total..... | T = 0,445 | | |

» Absence d'acides organiques.

Suc gastrique Δ.

Méthode d'Hayem et Winter.

Méthode au carbonate de lithine.

Volume filtré = 170^{cc},
 Acidité A = 0,180,

| | | | |
|------------------------------------|-----------|---------|---------------|
| Acide chlorhydrique libre. | H = 0,045 | } 0,182 | H + C = 0,109 |
| Acide chlorhydrique combiné.. | C = 0,137 | | |
| Chlore fixe. | F = 0,131 | | F = 0,197 |
| Chlore total. | T = 0,313 | | T = 0,306 |

» Présence d'une quantité notable d'*acide lactique*.

» Ces résultats sont sensiblement concordants, sauf pour le dernier; on peut toutefois supposer, étant donnée la présence d'une assez grande quantité d'acide lactique, que pendant l'évaporation, sans addition de carbonate de soude, dans la méthode de Winter, il y a eu mise en liberté d'une certaine quantité d'acide chlorhydrique des chlorures du suc gastrique, ce qui modifie les résultats.

» En résumé, cette méthode permet d'obtenir assez rapidement, et avec une approximation très suffisante pour les besoins de la clinique, des données rigoureusement comparables. »

PHYSIOLOGIE. — *Expériences ergographiques pour mesurer la puissance maximum d'un muscle en régime régulier.* Note de MM. **ANDRÉ BROCA** et **CHARLES RICHT**, présentée par M. Marey.

« Nous avons essayé de préciser, par des expériences faites sur nous-mêmes, dans quelles conditions un muscle donné peut effectuer, sans fatigue notable, un travail continu, régulier et maximum.

» Nos muscles peuvent travailler de deux manières différentes : ou bien ils donnent un effort considérable, qui les épuise en un temps très court; ou bien ils donnent un effort moindre, mais qui peut se maintenir en régime régulier pendant plusieurs heures. Le premier mode de travail, effort considérable suivi de fatigue, a été admirablement étudié par A. Mosso et ses élèves, Maggiora, Warren, Lombard et autres; et des courbes graphiques très instructives ont été prises, qui permettent de suivre les conditions de la loi de décroissance des secousses, autrement dit les conditions de la fatigue.

» Mais, en régime régulier, les secousses musculaires n'éprouvent que de faibles variations, et les graphiques ne peuvent donner que des résultats imparfaits. Il faut alors, pour mieux préciser le travail effectué, employer un *collecteur de travail*, dont on lit les indications à des époques équidistantes déterminées au moyen d'un compte-secondes. Nous avons fait construire par M. Pellin un ergomètre, plus ou moins analogue au collecteur de travail de Fick.

» Un axe tournant en pointe entre deux vis portées par un bâti est muni à une de ses extrémités d'un rochet qui en est solidaire. Un doigt fixé au bâti ne permet à l'axe qu'un seul sens de rotation. Le poids est soulevé par une corde passant sur une poulie. Celle-ci est folle sur l'axe. Un doigt portant sur le rochet rend la poulie solidaire de l'axe pendant le soulèvement du poids. Un vélocimètre mû par des engrenages fait dix tours pour un de l'axe.

» Soit alors P le poids, r le rayon de la poulie, n le nombre de tours de l'axe, n' le nombre lu sur le vélocimètre, T le travail produit. Nous avons $T = P \times 2\pi rn$, $n = 0,1 n'$, d'où $T = 0,2\pi r n' \times P$.

» Nous n'insistons pas sur divers détails de construction; mais il importe d'indiquer exactement comment nous avons opéré.

» Nous avons étudié le travail produit par la flexion de l'index (de la main droite). La main est gantée, et la cordelette qui va actionner la poulie est fixée en un point bien déterminé au niveau de l'interligne articulaire de la phalangine et de la phalange. Il est en effet de la plus haute importance que le point d'application de la force soit toujours au même endroit bien déterminé du levier osseux que va mouvoir le muscle (Chauveau). Pour limiter le travail aux fléchisseurs de l'index, le poignet est fixé, comme dans l'appareil de Mosso, ainsi que l'avant-bras.

» Deux mors maintiennent la main immobile en appuyant l'un sur la face dorsale, l'autre sur la face palmaire. Les doigts sont libres.

» Pour définir complètement les conditions du travail, il faut connaître la fréquence avec laquelle le muscle se contracte. Un métronome règle la fréquence des contractions. L'emploi de ces trois appareils, ergomètre, gant et métronome, nous a permis d'étudier le travail musculaire dans les conditions les plus variées en régime permanent.

» Ces expériences comportent une précision plus grande qu'on ne serait tenté tout d'abord de croire. En voici, entre autres, un exemple (poids de 750^{gr}).

| Minutes. | Puissance en kilogrammètres par seconde. | Minutes. | Puissance en kilogrammètres par seconde. |
|----------------|--|---------------|--|
| Première..... | 0,105 | Septième..... | 0,043 |
| Deuxième..... | 0,036 | Huitième..... | 0,041 |
| Troisième..... | 0,043 | Neuvième..... | 0,044 |
| Quatrième..... | 0,048 | Dixième..... | 0,0415 |
| Cinquième.... | 0,045 | Onzième..... | 0,0405 |
| Sixième..... | 0,042 | Douzième..... | 0,0415 |

» On peut considérer de telles expériences comme satisfaisantes et autorisant une moyenne.

» Au début du travail, même en opérant avec des poids modérés (de 500^{gr} à 1200^{gr}), il se produit une crampe, ou contracture, qui rend d'abord le travail très pénible, et tend à le diminuer beaucoup. Mais, au bout d'un temps plus ou moins long suivant les expériences, comme s'il se faisait dans le muscle, par suite de la vaso-dilatation qui accompagne le travail (Chauveau), une restauration plus active, le travail redevient possible, et l'on peut travailler d'une manière régulière pendant une ou deux heures, voire même trois heures consécutives. La régulation s'obtient par le malaise lui-même et la fatigue. Nous nous efforcions de travailler en restant toujours à la limite qui sépare la fatigue avec impuissance de la fatigue avec conservation du travail. Cet état est assurément très pénible à soutenir, mais il est parfaitement défini : nous avons fait ainsi de très nombreuses expériences concordantes.

» Dans la présente Note nous insistons seulement sur trois phénomènes constamment observés :

» 1^o Dans la première minute le travail est beaucoup plus considérable que dans les minutes suivantes, et les chiffres maxima sont obtenus ;

» 2^o Après ce maximum on obtient, dans la minute ou les trois ou quatre minutes qui suivent, des chiffres minima, dus à la crampe ou contracture, qui compensent, et au delà, ce maximum de la première minute ;

» 3^o Un régime régulier s'établit généralement, à partir de la cinquième, ou de la sixième, ou de la septième minute. *Mais ce régime régulier est caractérisé par une augmentation graduelle et lente, due sans doute à l'entraînement, ou à une circulation plus active.*

» Nous croyons devoir donner l'exemple suivant, qui montre bien ces trois phénomènes (le poids étant de 600^{gr}).

| Minutes. | Puissance. | Minutes. | Puissance. |
|---------------|------------|---------------------------|------------|
| Première..... | 0,0660 | Vingt-cinquième..... | 0,0390 |
| Deuxième.... | 0,0302 | Vingt-sixième..... | 0,0376 |
| Troisième.... | 0,0208 | Vingt-septième..... | 0,0400 |
| Quatrième... | 0,0263 | Vingt-huitième..... | 0,0400 |
| Cinquième... | 0,0255 | Vingt-neuvième..... | 0,0384 |
| Sixième..... | 0,0310 | Trentième..... | 0,0415 |
| Septième..... | 0,0343 | Quatre-vingt-sixième..... | 0,0480 |
| Huitième.... | 0,0343 | Quatre-vingt-septième... | 0,0470 |
| Neuvième.... | 0,0328 | Quatre-vingt-huitième... | 0,0480 |
| Dixième..... | 0,0336 | Quatre-vingt-neuvième... | 0,0481 |
| Onzième..... | 0,0343 | | |

Moy. : 0,04

Moy. : 0,0336

Moy. : 0,048

» Dans une prochaine Note, nous nous proposons d'étudier l'influence de la fréquence et des poids sur la puissance musculaire.

» Nous concluons pour aujourd'hui : 1° que le travail, s'il n'est pas exagéré, rend le muscle plus apte à un travail ultérieur; 2° que le muscle n'acquiert sa puissance maxima utilisable en régime régulier que par un entraînement immédiat. »

BOTANIQUE. — *Le Champignon des Altises* (*Sporotrichum globuliferum*).

Note de M. TRABUT, présentée par M. L. Guignard.

« En 1892, j'adressais à M. Outin, Directeur de la Banque de l'Algérie à Tlemcen, des tubes contenant des cultures de *Sporotrichum globuliferum*. Cette Mucédinée provenait du laboratoire de M. le professeur Forbes, qui l'emploie avec succès, dans l'Illinois, pour combattre le *Chinch-bug* ou Punaise des blés d'Amérique. M. le professeur Giard m'avait fait l'envoi de ce parasite, en même temps qu'il m'adressait différents *Isaria*. Je me proposais d'utiliser ce Champignon à la destruction de nos vers blancs, car en Amérique on détruit avec son aide divers *Lachnostema* qui sont proches parents de nos Rhizotrogues.

» D'après M. Outin et aussi d'après M. Havard, à qui j'avais également remis des *Sporotrichum*, le résultat était évident; les vers blancs avaient disparu des champs traités en 1893. L'année dernière, M. Havard m'informait que les Altises étaient détruites en grand chez lui et chez M. Soipteur, par un Champignon qui les atteignait dans les refuges pendant l'hiver. Des échantillons envoyés me permirent de reconnaître le *Sporotrichum*. M. Giard confirma ma détermination. Il devenait évident que ce Champignon s'était installé dans le pays et avait envahi les Altises.

» Il y a un an, je fis, à l'Institut Pasteur d'Alger, des cultures plus en grand et M. Stotz voulut bien se charger d'expérimenter, à Tipaza, en plaçant des fragments de cultures dans les abris de ses vignes; aucun résultat apparent ne fut obtenu. Cependant M. Stotz, en abandonnant des Altises sous cloche avec leur ennemi, réussit à les faire périr par l'envahissement du parasite. Ce résultat était médiocre.

» Cette année, M. Stotz vient de trouver, dans une vigne en contrebas de la sienne, une grande quantité d'Altises mortes dans les abris, et recouvertes d'un duvet blanc caractéristique. Il me fut très facile de reconnaître le *Sporotrichum*, qui paraît, aussi à Tipaza, avoir pris position pour la destruction des Altises.

» La question des Altises ne me semble pas encore résolue pour cela, mais cette constatation m'encourage à continuer des essais en grand, cette année.

» Des cultures sont en train et une distribution importante pourra être faite sous peu, par l'Institut Pasteur d'Alger. Il ne faut pas compter combattre les Altises de 1898 par le *Sporotrichum*; mais on peut espérer que, placés dans les environs des vignes, les germes de ce Champignon se conserveront pour l'hiver prochain et contamineront les individus qui devront hiverner en 1898-99. »

MINÉRALOGIE. — *Sur le sulfate anhydre de calcium produit par la déshydratation complète du gypse.* Note de M. A. LACROIX, présentée par M. Michel Lévy.

« Cette Note préliminaire a pour but de montrer que, par la déshydratation *complète* du gypse, il se forme un sulfate de calcium cristallisé, différent de l'*anhydrite*.

» Quand on chauffe un cristal de gypse à une température supérieure à 80°C., on le voit devenir rapidement opaque, dès que la déshydratation commence. Si l'expérience est faite sur une lame de clivage très mince, il suffit d'immerger celle-ci dans de la benzine pour lui rendre sa transparence et constater la production d'une substance cristallisée, géométriquement orientée sur le cristal primitif. Il est préférable de ne pas entreprendre l'étude de ce produit sur des lames ainsi préparées qui ne peuvent être déshydratées que trop rapidement et dans lesquelles le minéral nouveau ne peut se développer que dans un plan. J'ai employé de préférence le procédé suivant : de gros cristaux ou fragments de cristaux de gypse (de l'argile plastique d'Anteuil ou des marnes ludiennes de Montmartre), un peu épais, ont été placés dans une étuve à huile et chauffés très lentement, de 125°C. à 145°C.; on s'est assuré que la déshydratation était complète, et des fragments ont été, en outre, chauffés jusqu'au rouge sombre, sans que le produit formé ait été détruit.

» Les cristaux ainsi traités peuvent être taillés aussi facilement que s'ils étaient intacts. L'examen en lumière polarisée parallèle a été fait sur des lames taillées suivant $g^1(010)$, $h^1(100)$ et perpendiculairement à l'axe vertical des cristaux de gypse.

» *Sections g^1 .* — La plus grande partie des plages est constituée par de longues et

minces bandelettes, rappelant les macles polysynthétiques des plagioclases : leur allongement est parallèle à l'axe vertical du gypse, le signe de cet allongement est positif, l'extinction notablement oblique, la réfringence et la biréfringence un peu supérieures à celles du gypse. Ces bandelettes se forment d'abord sur la périphérie des lames et le long des clivages $h^1(100)$ et $e^1(011)$, qui s'ouvrent largement dès que le gypse est chauffé. En même temps que ces lames maclées, il se produit souvent (et parfois même exclusivement) des groupements en rosette à contours octogonaux irréguliers. Si l'on place ces rosettes entre les nicols croisés, de telle sorte que les sections principales de ceux-ci soient parallèles ou perpendiculaires à l'axe vertical du gypse, on voit apparaître quatre secteurs de 90° , réunis autour du centre ; les deux secteurs A ont pour bissectrice le clivage h^1 du gypse, la bissectrice des secteurs B est perpendiculaire à ce même clivage. Une rotation de quelques degrés décompose en deux chacun de ces secteurs, ceux qui sont opposés par le sommet ayant la même orientation optique. Les secteurs A sont constitués par des lames hémotropes, dans lesquelles il est facile de reconnaître les bandelettes indépendantes décrites plus haut ; les secteurs B sont constitués par des fibres moins rectilignes et généralement enchevêtrées ; leur allongement est également positif et leur biréfringence égale ou à peine supérieure à celle des précédentes.

» L'examen en lumière convergente ne donne aucune image convenable dans ces diverses catégories de bandelettes.

» *Sections $h^1(100)$.* — Les bandelettes indépendantes des sections précédentes sont vues en coupe longitudinale ; elles montrent une macle parallèle à $g^1(010)$: l'angle d'extinction, symétrique par rapport à la trace de g^1 , atteint 20° ; les sections des rosettes ont la forme de parallélogrammes très aigus, dont la grande diagonale coïncide avec l'axe vertical du gypse ; les secteurs A offrent les mêmes propriétés que les bandelettes indépendantes ; les secteurs B, coupés perpendiculairement à l'allongement de leurs fibres, sont presque entièrement monoréfringents, mais parsemés de fibrilles biréfringentes. En lumière convergente, on constate une croix noire plus ou moins oblique au plan de la lame avec dislocation le plus généralement faible et signe *positif*.

» *Sections perpendiculaires à l'axe vertical.* — Ces sections montrent les coupes transversales des secteurs A et les sections longitudinales des secteurs B ; la macle $g^1(010)$ est visible dans ces dernières, avec extinction oblique de ses bandelettes ; on peut constater en outre que la macle vue dans $g^1(010)$ n'a pas $h^1(100)$ pour face d'accrolement.

» De ce premier aperçu, qui sera complété prochainement, il résulte cette conclusion : la déshydratation du gypse donne naissance à un sulfate de calcium, dimorphe de l'*anhydrite* : il est probablement *triclinique* avec groupements intimes conduisant à un édifice de symétrie supérieure : sa réfringence, sa biréfringence sont très inférieures à celles de l'anhydrite.

» Je ne me suis préoccupé jusqu'ici que du produit de la déshydratation *complète* du gypse : j'ai observé, dans quelques expériences effectuées à partir d'une température inférieure à 125° et arrêtées avant la déshydratation totale du cristal étudié, de longues aiguilles, allongées suivant l'axe vertical du gypse et présentant des extinctions rigoureusement longitu-

dinales ; leur section est hexagonale, leur axe d'allongement correspond à un axe optique unique positif ou à une bissectrice avec axes optiques presque réunis. Ces cristaux sont-ils anhydres et constituent-ils une troisième forme de sulfate de calcium ou bien sont-ils constitués par l'hydrate $\text{CaSO}_4, 0,5\text{H}_2\text{O}$ obtenu par voie humide par M. Le Chatelier? J'espère arriver à produire ce minéral seul et résoudre ainsi cette question : c'est surtout ce dernier produit qui se forme aux dépens du gypse pendant la préparation des lames minces destinées à l'étude microscopique du gypse normal. »

GÉOLOGIE. — *Sur le Callovien de la Woëvre.* Note de M. RENÉ NICKIÈS, présentée par M. Michel Lévy.

« Le Callovien de la Woëvre, de Toul au département des Ardennes, a été jusqu'à présent l'objet d'études peu nombreuses par suite de l'aspect ingrat des affleurements, presque horizontaux, recouverts de limons remaniés, et ne présentant presque jamais ni tranchées ni excavations permettant d'en reconnaître la structure; par suite aussi de sa nature argileuse qui le rend inaccessible dans les périodes d'humidité.

» Les explorations, faites pour le Service de la Carte géologique de France sur la partie française de la feuille de Metz, m'ont conduit à reconnaître qu'il peut se diviser en plusieurs zones. Ce sont, de bas en haut :

» 1^o La zone à *Cosmoceras gowerianum* Sow., qu'il est facile d'observer presque à la base, à Brainville-en-Woëvre. Avec cette forme si caractéristique on recueille aussi *Trigonia elongata* Sow. (1), *Trigonia scarburgensis* Lyc., ces deux formes en très grande abondance et en parfait état de conservation. *C. gowerianum* se trouve particulièrement dans un lit mince ferrugineux accompagné presque toujours de gypse, qui témoigne ainsi de l'origine pyriteuse de ce dépôt d'oxyde de fer. On trouve même parfois, à Dombas par exemple, des nodules pyriteux incomplètement oxydés, transformés à la surface seulement en oxyde de fer associé à du sulfate de chaux cristallisé. Ce niveau d'oxyde de fer, assez important par places, surtout vers le nord de la feuille, a été l'objet d'une exploitation assez active aux environs de Mangiennes-les-Mines. Son épaisseur est néanmoins toujours faible, eu égard à celle de l'argile qui l'englobe.

» Cette première zone présente, en effet, une épaisseur considérable

(1) Wohlgemuth cite *Trigonia elongata* à Woël et *Amm. macrocephalus* à Mangiennes-les-Mines.

d'argiles, avec intercalation, vers le sommet (entre Buzy et Hennemont), de quelques bancs calcaires et ferrugineux renfermant, avec les mêmes Trigonies, *Cadoceras modiolare* Luid. et *Pleurotomaria Münsteri* Rœm. Toute cette zone est caractérisée par la constance des Trigonies qu'on y recueille en abondance.

» 2° La deuxième zone, exclusivement argileuse, paraît débiter à Hennemont par des argiles à *Serpula vertebralis* Sow., considérées jusqu'à présent comme oxfordiennes en Lorraine et que l'on retrouve un peu plus haut associées à *Stephanoceras coronatum* Brug., *Hecticoceras lunula* Ziet., *Cosmoceras Jason* Ziet., variété à grosses côtes.

» Cette seconde zone est facile à observer dans la tuilerie du haut et à la grande tuilerie de Braquis; on la voit aussi très nettement à la tuilerie de Pierreville (près Ginerey). Ces marnes renferment fréquemment de petits nodules calcaires faiblement phosphatés qui ont moulé les fossiles.

» 3° Au-dessus se développent des argiles correspondant probablement à la zone à *Cardioceras* mais où les fossiles semblent faire défaut; elles sont recouvertes par des couches de même nature avec *Gryphea dilatata* Sow., variété de petite taille. Ce dernier niveau paraît donc appartenir à l'Oxfordien, bien que la seule espèce fossile qui y ait été rencontrée (*G. dilatata*) ne soit pas absolument caractéristique de l'Oxfordien qu'on ne reconnaît nettement qu'un peu plus haut (couches à *C. cordatum*). Il règne donc encore un peu d'incertitude au sujet de la limite supérieure à assigner au Callovien, par suite de l'extrême rareté des fossiles dans ses niveaux supérieurs. Malgré cette limite douteuse, le Callovien paraît dans la Woëvre formé des divisions classiques reconnues dans un grand nombre de régions.

» Il n'est pas sans intérêt de remarquer le développement considérable des faciès argileux du Callovien dans cette région, et la réduction extraordinaire des bancs calcaires beaucoup plus développés aux environs de Poix (Ardennes) et de Neufchâteau (Vosges). Dans un très intéressant travail (1), M. de Lapparent a fait remarquer que l'importance des calcaires à oolithes ferrugineuses du Callovien était en corrélation avec le voisinage des régions émergées: il semble que dans le développement des argiles calloviennes, dans la région comprise entre Toul et les Ardennes, on puisse voir un argument de plus en faveur de l'hypothèse de M. de Lapparent. La région à laquelle il est fait allusion correspond, en effet, au maximum d'éloignement entre les affleurements du Callovien et les régions émergées.

(1) *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 1896.

La partie centrale offre un maximum de développement argileux, alors que les bancs calcaires, qui y sont aussi réduits que possible, prennent de plus en plus d'importance, à mesure qu'on se rapproche des massifs émergés, l'Ardenne au nord et les Vosges au sud-est.

» Les mêmes conclusions semblent également pouvoir être appliquées au Bathonien supérieur qui, entièrement marneux dans la région de Conflans, devient de plus en plus calcaire quand on se dirige soit au nord, soit au sud. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la troisième ascension internationale des ballons-sondes.* Note de M. ED. PTELLING, de l'observatoire de Saint-Petersbourg, présentée par M. Bouquet de la Grye. (Extrait.)

« A Saint-Petersbourg, le parc aéronautique du Ministère de la Guerre a lancé, le 12 et le 13 mai 1897, deux ballons : le *Kobtschik*, ne portant que des enregistreurs, et le *Général-Wannowkij*, monté par les lieutenants Jablotschkow et Boreskow (1).

» Le premier de ces ballons a traversé si rapidement les couches inférieures de l'atmosphère, que les courbes données par les instruments enregistreurs ne peuvent fournir que des valeurs approchées; mais ces résultats sont contrôlés par ceux qu'on a obtenus à bord du *Général-Wannowkij*, dont l'ascension a été lente et régulière.

» A l'aide des chiffres donnés directement par les officiers qui étaient à bord de ce dernier ballon on a pu former le Tableau suivant :

| Altitudes. | Variations des | | |
|---------------------------------|----------------|---------------------|-------------------------------|
| | températures. | humidités absolues. | humidités relatives pour 100. |
| De 0 à 600 ^m | + 0,52 | — 0,23 | — 3,7 |
| De 600 à 1100 ^m . | — 0,86 | — 0,16 | + 1,4 |
| De 1100 à 1600 ^m . | — 1,02 | — 0,04 | + 4,0 |
| De 1600 à 2100 ^m . | — 0,80 | — 0,38 | + 0,8 |
| De 2100 à 2600 ^m . | — 0,80 | — 0,24 | — 2,0 |

» En présence de ces variations, il est utile de noter les circonstances au milieu desquelles elles ont été produites.

(1) M. Jablotschkow est le fils du célèbre électricien russe; le général, père de M. Boreskow, a été Attaché militaire en France.

» Dans la matinée du 13 mai, jour de l'ascension du *Général-Wanowkij*, Saint-Pétersbourg se trouvait dans une zone de surpression barométrique, tandis qu'une dépression s'avavançait venant de l'ouest.

» Le ballon, dans une partie de son ascension, s'est trouvé sous l'influence du cyclone de l'ouest, puis il a subi celle de l'anticyclone.

» Son pouvoir ascensionnel propre l'a porté tout d'abord à une hauteur de 100^m, puis jusqu'à 2800^m ; il ne s'est élevé que par suite d'un jet de lest. Le départ ayant eu lieu à 5^h30^m du matin, on avait compté sur la chaleur du Soleil pour favoriser l'ascension, mais un gros nuage l'a masqué jusqu'au moment de la descente où il s'est montré, et a maintenu l'aérostat pendant une demi-heure à une altitude de 280^m.

» La descente a eu lieu à 6^h45^m, près de Zeitlaks (gouvernement de Viborg).

» La vitesse moyenne avait été de 47^{km} par heure et la direction suivie du nord-nord-ouest.

» En ce qui concerne le ballon-sonde *Kobtschik*, on a pu, en corrigeant, au moyen des formules usuelles, les lectures faites sur les instruments enregistreurs, former le Tableau suivant :

| 12 mai. Heures. | Pression. | Hauteur en mètres. | Température observée. | Température corrigée. | Variation pour 100 ^m . |
|-------------------------|-------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| 11. 5 ^m soir | 763 ^{mm} | 0 | 15,0 ^o | 15,0 ^o | » |
| 11. 6 | 725 | 434 | 15,7 | 16,5 | +0,27 |
| 11. 7 | 690 | 856 | 17,2 | 17,3 | —0,14 |
| 11. 8 | 641 | 1483 | 16,0 | 15,0 | —0,52 |
| 11. 9 | 600 | 2040 | 13,1 | 11,2 | —0,74 |
| 11. 10 | 568 | 2485 | 9,6 | 7,5 | —0,71 |
| 11. 11 | 533 | 3017 | 6,1 | 4,3 | —0,56 |
| 11. 12 | 492 | 3665 | 2,7 | 0,9 | —0,62 |
| 11. 13 | 462 | 4169 | — 0,8 | — 2,8 | —0,65 |
| 11. 14 | 431 | 4717 | — 4,2 | — 5,9 | —0,55 |
| 11. 15 | 396 | 5378 | — 7,7 | — 9,4 | —0,58 |
| 11. 20 | 275 | 8109 | —34,3 | —27,0 | —0,73 |
| 11. 25 | 191 | 10631 | —43,3 | —48,0 | —0,93 |
| 11. 26 | 178 | 11092 | —50,0 | —52,8 | —0,98 |
| 11. 30 | 149 | 12544 | ? | ? | » |
| 11. 35 | 132 | 13023 | ? | ? | » |

» A partir de la pression de 142^{mm}, le style du thermomètre est sorti des limites du papier.

» On voit, dans ce Tableau, que la température est descendue avec une grande rapidité, à partir de 8000^m, s'écartant ainsi des chiffres donnés par M. Mendeleef dans les *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 1094 et 1182.

» Comme conclusion, on doit souhaiter que l'étude des conditions des hautes régions de l'atmosphère soit faite au moyen de plusieurs ballons, dont l'un aurait pour but de s'élever aussi haut que possible, tandis qu'un second devrait s'arrêter à une hauteur comprise entre 6000^m et 10000^m; un troisième ballon monté ou un cerf-volant servirait à fournir des documents certains pour la partie de la couche d'air plus rapprochée du sol.

» On aurait ainsi tous les éléments nécessaires pour corriger les erreurs instrumentales provenant de la rapidité des ascensions. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 JANVIER 1898.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société : MM. COLLIGNON et AIMÉ GIRARD. Paris. Décembre 1897. N° 12; 1 vol. in-4°.

Revue de Mécanique. M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, Président du Comité de rédaction. Tome I. N° 12. Décembre 1897. Paris, Vicq-Dunod et C^{ie}, 1 fasc. in-4°.

La Mathématique. Philosophie. Enseignement, par C.-A. LAISANT, Répétiteur à l'École Polytechnique. Paris, G. Carré et C. Naud, 1898; 1 vol. in-8°.

La goutte. Essai d'une nouvelle Psycho-Pathologie des épithéliums, par EUGÈNE PIAGGIO, Docteur en Médecine. Paris, H. Jouve, 1897; 1 vol. in-8°.

Revue maritime. Couronnée par l'Académie des Sciences le 28 décembre 1874. Décembre 1897. Paris, L. Baudoin; 1 vol. in-8°.

Acta mathematica. Journal rédigé par G. MITTAG-LEFFLER, 20 : 3 et 4, 21. Paris, A. Hermann, 1897; 2 vol. in-4°. (Offerts par M. Hermite.)

Bulletin international quotidien du Bureau central météorologique de France. Directeur : M. Mascart. 1897. N^{os} 329 à 348, in-4°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. J. BERGERON, Secrétaire perpétuel, E. VALLIN. Séances des 4 et 11 janvier 1898. Nos 1 et 2. Paris, Masson et C^{ie}; 2 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du globe. Janvier 1898. Paris, 1 fasc. in-8°.

La Nature. Revue des Sciences et de leurs applications aux Arts et à l'Industrie. Directeur : HENRI DE PARVILLE. 8 janvier 1898. Paris, Masson et C^{ie}; 1 fasc. in-8°.

Annales de l'École Polytechnique de Delft. Tome VIII; 1897. 3^e et 4^e livraison. Leiden, 1897; 1 fasc. in-4°.

Annuaire géologique et minéralogique de la Russie. Rédigé par N. KRICHTAFOVITCH. Vol. II. livr. 6-7. Varsovie, 1897; 1 fasc. in-4°.

The Cape photographic durchmusterung for the equinox 1875, by DAVID GILL and I.-C. CAPOTEYN; 1 vol. in-4°.

The collected mathematical papers of ARTHUR CAYLEY, S. D., F. R. S. Vol. XIII. Cambridge, 1897; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 24 JANVIER 1898.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. GASTON DARBOUX et JULES TANNERY. Deuxième série. Tome XXI, novembre et décembre 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 2 fasc. in-8°.

Les colonies animales et la formation des organismes, par EDMOND PERRIER, Membre de l'Institut, Professeur, Administrateur au Muséum d'Histoire naturelle. Deuxième édition. Paris, Masson et C^{ie}; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par l'Auteur.)

Revue générale de Botanique, dirigée par M. GASTON BONNIER, Membre de l'Institut. Paris, Paul Klincksieck, 1889-1897; 9 vol. gr. in-8°. (Présentés par l'Auteur.)

Periplus, an essay on the early history of charts, and sailing-directions by A.-E. NORDENSKIÖLD. Stockholm, 1897; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

La mélancolie, par I. ROUBINOVITCH, Chef de Clinique à la Faculté de Paris, et ÉDOUARD TOULOUSE, Médecin de l'Asile de Villejuif. Paris, Masson et C^{ie}; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

Le gypse de Paris et les minéraux qui l'accompagnent (première contribution à la minéralogie du bassin de Paris), par A. LACROIX. (Extrait des

Nouvelles Archives du Muséum, t. IX). Paris, Masson et C^{ie}, 1897; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Michel Lévy.)

Bulletin de la Société internationale des Électriciens. Tome XIV, décembre 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 fasc. in-8°.

Bibliographie générale de l'Astronomie, par J.-C. HOUZEAU et A. LANCASTER. Tome premier. Ouvrages imprimés et manuscrits: seconde Partie. Bruxelles, F. Hayez; 1889.

Annales de l'Observatoire royal de Bruxelles. Annales météorologiques. Tomes III et IV. Bruxelles, F. Hayez, 1895; 2 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 17 janvier 1898.)

Note de M. A. Cornu, Quelques résultats nouveaux, etc. :

Page 182, avant-dernière ligne, *au lieu de* diminuant, *lisez* augmentant.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1^{er} janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : 20 fr. — Départements : 30 fr. — Union postale : 34 fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,

| | chez Messieurs : | | chez Messieurs : |
|--------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| <i>Agen</i> | Ferran frères. | <i>Lorient</i> | Baumal. |
| | { Chaix. | | M ^{me} Texier. |
| <i>Alger</i> | Jourdan. | | Bernoux et Cumin. |
| | { Ruff. | | Georg. |
| <i>Amiens</i> | Courtin-Hecquet. | <i>Lyon</i> | Côte. |
| | { Germain et Grassin. | | Savy. |
| <i>Angers</i> | Lachèse. | | Vitte. |
| <i>Bayonne</i> | Jérôme. | <i>Marseille</i> | Ruat. |
| <i>Besançon</i> | Jacquard. | <i>Montpellier</i> | Calas. |
| | { Feret. | | Coalet. |
| <i>Bordeaux</i> | Laurens. | <i>Moulins</i> | Martial Place. |
| | { Muller (G.). | | Jacques. |
| <i>Bourges</i> | Renaud. | <i>Nancy</i> | Grosjean-Maupin. |
| | { Derrien. | | Sidot frères. |
| <i>Brest</i> | F. Robert. | <i>Nantes</i> | Loiseau. |
| | { J. Robert. | | Veloppé. |
| | { Uzel frères. | <i>Nice</i> | Barma. |
| <i>Caen</i> | Jouan. | | Visconti et C ^o . |
| <i>Chambery</i> | Perrin. | <i>Nîmes</i> | Thibaud. |
| | { Henry. | <i>Orléans</i> | Luzeray. |
| <i>Cherbourg</i> | Marguerie. | <i>Poitiers</i> | Blanchier. |
| | { Juliot. | | Marche. |
| <i>Clermont-Ferr...</i> | Ribou-Collay. | <i>Rennes</i> | Plihon et Hervé. |
| | { Lamarche. | <i>Rochefort</i> | Girard (M ^o). |
| <i>Dijon</i> | Ratel. | <i>Rouen</i> | Langlois. |
| | { Rey. | | Lestringant. |
| <i>Douai</i> | Lauverjat. | <i>St-Étienne</i> | Chevalier. |
| | { Degez. | <i>Toulon</i> | Bastide. |
| <i>Grenoble</i> | Drevet. | | Rumébe. |
| | { Gratier et C ^o . | <i>Toulouse</i> | Gimet. |
| <i>La Rochelle</i> | Foucher. | | Privat. |
| | { Bourdigouan. | | Boisselier. |
| <i>Le Havre</i> | Dombre. | <i>Tours</i> | Péricat. |
| | { Thorez. | | Suppligeon. |
| <i>Lille</i> | Quarré. | <i>Valenciennes</i> | Giard. |
| | { Quarré. | | Lemaitre. |

On souscrit, à l'Étranger,

| | chez Messieurs : | | chez Messieurs : |
|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| <i>Amsterdam</i> | Feikema Caarelsen et C ^o . | <i>Londres</i> | Dulau. |
| | { Beck. | | Hachette et C ^o . |
| <i>Athènes</i> | Beck. | | Nutt. |
| <i>Barcelone</i> | Verdaguer. | <i>Luxembourg</i> | V. Bück. |
| | { Ashier et C ^o . | | Libr. Gutenberg. |
| | { Dames. | <i>Madrid</i> | Romo y Fussel. |
| <i>Berlin</i> | Friedlander et fils. | | Gonzalés e hijos. |
| | { Mayer et Müller. | | F. Fè. |
| <i>Berne</i> | Schmid et Francke. | <i>Milan</i> | Bocca frères. |
| <i>Bologne</i> | Zanichelli. | | Hœpli. |
| | { Lamertin. | <i>Moscou</i> | Tastevin. |
| <i>Bruzelles</i> | Mayolez et Audiarte. | | Prass. |
| | { Lebègue et C ^o . | <i>Naples</i> | Marghieri di Gius. |
| | { Sotcheck et C ^o . | | Pellerano. |
| <i>Bucharest</i> | Muiler (Carol). | | Dyrsen et Pfeiffer. |
| | { Kilian. | <i>New-York</i> | Stechert. |
| <i>Budapest</i> | Kilian. | | Lemcke et Buechner. |
| <i>Cambridge</i> | Deighton, Bell et C ^o . | <i>Odessa</i> | Rousseau. |
| <i>Christiania</i> | Cammermeyer. | <i>Oxford</i> | Parker et C ^o . |
| <i>Constantinople</i> | Otto Keil. | <i>Palerme</i> | Clausen. |
| <i>Copenhague</i> | Höst et fils. | <i>Porto</i> | Magalhaès et Moniz. |
| <i>Florence</i> | Seeber. | <i>Prague</i> | Rivnac. |
| <i>Gand</i> | Hoste. | <i>Rio-Janeiro</i> | Garnier. |
| <i>Gènes</i> | Beuf. | <i>Rome</i> | Bocca frères. |
| | { Cherbultez. | | Loescher et C ^o . |
| <i>Genève</i> | Georg. | <i>Rotterdam</i> | Kramers et fils. |
| | { Stapelmohr. | <i>Stockholm</i> | Samson et Wallin. |
| <i>La Haye</i> | Belinfante frères. | | Zinserling. |
| | { Benda. | <i>St-Petersbourg</i> | Wolff. |
| <i>Lausanne</i> | Payot. | | Bocca frères. |
| | { Barth. | | Brero. |
| | { Brockhaus. | <i>Turin</i> | Clausen. |
| <i>Leipzig</i> | Lorentz. | | Rosenberg et Sellier. |
| | { Max Rübe. | <i>Varsovie</i> | Gebethner et Wolff. |
| | { Twietmeyer. | <i>Verone</i> | Drucker. |
| | { Desoer. | <i>Vienne</i> | Frick. |
| <i>Liège</i> | Gnuse. | | Gerold et C ^o . |
| | { Gnuse. | <i>Zürich</i> | Meyer et Zeller. |

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1^{er} 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix..... 15 fr.
 Tomes 32 à 61. — (1^{er} Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix..... 15 fr.
 Tomes 62 à 91. — (1^{er} Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix..... 15 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. DERBES et A.-J.-J. SOLIER. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. HANSEN. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. CLAUDE BERNARD. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856. 15 fr.
Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. VAN BENEDEEN. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur BRUNN. In-4°, avec 27 planches; 1861... 15 fr.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 24 janvier 1898.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

| Pages. | Pages. |
|--|--------|
| M. ÉMILE PICARD. — Sur la réduction des intégrales doubles et sur un nouvel invariant dans la théorie des surfaces algébriques..... | 298 |
| M. A. CORNU. — Addition à ma Note précédente sur le phénomène de Zeeman..... | 300 |
| M. HENRI MOISSAN. — Sur les conditions de formation des carbures alcalins, des carbures alcalino-terreux et du carbure de magnésium..... | 302 |
| M. L. RANVIER. — Mécanisme histologique de la cicatrisation; de la réunion immédiate vraie..... | 308 |
| M. CH. BOUCHARD. — L'ampliation de l'oreille droite du cœur pendant l'inspiration, démontrée par la radioscopie..... | 310 |
| S. A. S. ALBERT 1 ^{er} , Prince de Monaco. — Sur la quatrième campagne de la <i>Princesse-Alice</i> | 311 |
| M. EDMOND PERRIER présente la deuxième édition de son Livre : « Les colonies animales et la formation des organismes ».. | 314 |

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

| | |
|--|-----|
| M. A. DEMANET adresse une Note « Sur une nouvelle méthode de résolution des équations algébriques et transcendentes »..... | 316 |
| M. DEISS adresse une Note relative à une mesure directe de la parallaxe du Soleil. | 316 |

CORRESPONDANCE.

| | |
|---|-----|
| M. GASTON BONNIER fait hommage à l'Académie des neuf premiers Volumes de la « Revue générale de Botanique »..... | 316 |
| M. FAYE présente le « Cours de Géodésie pratique » de M. le colonel <i>Witkowsky</i> .. | 316 |
| MM. G. BOUDRAU, J. CHÉRON, COURTADE et GUYON, F. GOSSOT, A. HEBERT adressent des remerciements à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.... | 317 |
| M. CH. DUPRAT. — Étoiles filantes des mois de novembre et décembre 1897, observées à Rasse-Terre (Guadeloupe)..... | 317 |
| M. PAUL PAINLEVÉ. — Sur le développement des fonctions uniformes ou holomorphes dans un domaine quelconque..... | 318 |
| M. ÉMILE BOREL. — Sur les types de croissance et sur les fonctions entières..... | 321 |
| M. JULES BEUDON. — Sur des systèmes d'équations aux dérivées partielles analogues aux équations du premier ordre... | 324 |
| M. RENÉ DE SAUSSURE. — Sur la géométrie des champs magnétiques et le mouvement à deux degrés de liberté dans le plan ou sur la sphère..... | 325 |
| M. MARCEL BRILLOUIN. — Loi des déformations des métaux industriels..... | 328 |
| MM. CH. FABRY et A. PEROT. — Sur un spectroscope interférentiel..... | 331 |
| M. CH. FÉRY. — Du rôle de la diffraction dans les effets obtenus avec les réseaux ou trames photographiques..... | 333 |
| M. A. PONSOT. — Étude des équilibres physiques et chimiques par la méthode osmotique..... | 336 |
| M. PAUL SACERDOTE. — Sur la loi du mélange des gaz..... | 338 |
| MM. G. WYROUBOFF et A. VERNÉIL. — Sur la séparation du thorium et des terres de la célite..... | 340 |
| M. MARCEL DELEPINE. — Hydramides et bases isomères..... | 343 |
| M. ARNAUD. — Recherches sur l'ouabaïne.. | 346 |
| M. E.-E. BLAISE. — Synthèse de l'acide térébique..... | 349 |
| MM. A. et P. BEISINE. — Fabrication de l'huile d'acétone, et en particulier de la méthyléthylecétone, au moyen des eaux de désuintage des laines..... | 351 |
| M. L. CORDIER. — Sur le dosage du suc gastrique..... | 353 |
| MM. ANDRÉ BROCA et CHARLES RICHET. — Expériences ergographiques pour mesurer la puissance maximum d'un muscle en régime régulier..... | 356 |
| M. TRABUT. — Le Champignon des Atises (<i>Sporotrichum globuliferum</i>)..... | 359 |
| M. A. LACROIX. — Sur le sulfate anhydre de calcium produit par la déshydratation complète du gypse..... | 360 |
| M. RENÉ NICKLES. — Sur le Callovien de la Woëvre..... | 360 |
| M. ED. STELLING. — Sur la troisième ascension internationale des ballons-sondes... | 364 |
| BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE..... | 366 |
| ERRATA..... | 368 |

1898

FEB 19 1898

PREMIER SEMESTRE.

3029

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

=====
TOME CXXVI.
=====

N° 5 (31 Janvier 1898).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Quai des Grands-Augustins, 55.

—
1898

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1^{er}. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 JANVIER 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Note accompagnant la présentation de la Notice*
« *Sur l'œuvre scientifique de H. Fizeau* »; par M. A. CORNU.

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie un exemplaire de la *Notice sur l'œuvre scientifique de H. Fizeau*, que le Bureau des Longitudes a bien voulu insérer dans l'*Annuaire* pour 1898.

» Suivant une touchante tradition, chaque nouveau Confrère résume, dans une courte Notice présentée à l'Académie, les travaux de celui auquel il succède. C'est donc à M. Violle que devait incomber le soin de rappeler en quelques pages de nos *Comptes rendus* les titres de son illustre prédécesseur. Sur ma demande, notre Confrère M. Violle m'a gracieusement accordé de me substituer à lui : je l'en remercie vivement. Il a compris que les liens de reconnaissance et d'affection qui m'attachaient à M. Fizeau

justifiaient ce désir et me faisaient un devoir de rendre ce suprême hommage au vénéré Confrère que j'avais particulièrement connu et aimé.

» En me mettant à l'œuvre, je me suis aperçu que la tâche était plus difficile que je ne l'avais présumé : l'espace habituellement réservé aux Notices dans nos *Comptes rendus* m'a paru trop restreint pour donner une idée suffisante des travaux de notre illustre Confrère. J'ai pensé alors à choisir un Recueil permettant de plus amples développements, s'adressant à un public nombreux, varié et avide de connaître les conquêtes de la Science moderne : l'*Annuaire* que publie le Bureau des Longitudes (dont M. Fizeau était Membre depuis 1878) était naturellement indiqué.

» L'Académie, je n'en doute pas, excusera cette dérogation aux usages, en faveur du désir de répandre dans un cercle plus étendu le souvenir d'un Confrère qui a jeté sur la Science française un si vif éclat. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le développement approché de la fonction perturbatrice.* Note de M. H. POINCARÉ.

« On peut développer la fonction perturbatrice, soit suivant les cosinus des multiples des anomalies moyennes, soit suivant ceux des anomalies excentriques. On obtient ainsi des développements de la forme suivante :

$$\frac{1}{\Delta} = \sum A_{mm'} e^{i(mt+m'l)} = \sum B_{mm'} e^{i(mu+m'u')}.$$

Dans cette formule Δ représente la distance des deux planètes, l et l' les anomalies moyennes, u et u' les anomalies excentriques.

» Posons

$$e^{iu} = x, \quad e^{iu'} = y.$$

» On sait que les coefficients A peuvent être représentés par une intégrale double de la forme

$$A_{mm'} = \iint \frac{Q e^{\Omega} dx dy}{x^{m-m'} y^{-m'} \sqrt{1^2}},$$

prise le long des deux circonférences

$$|x| = 1, \quad |y| = 1.$$

» Q et F sont des polynomes en $x, y, \frac{1}{x}$ et $\frac{1}{y}$, et

$$\Omega = \frac{m \sin \varphi}{2} \left(x - \frac{1}{x} \right) + \frac{m' \sin \varphi'}{2} \left(y - \frac{1}{y} \right),$$

en désignant par $\sin \varphi$ et $\sin \varphi'$ les deux excentricités.

» Les coefficients B peuvent être représentés par une intégrale double de même forme, avec cette différence que Q se réduit à une constante et Ω à zéro, de sorte que l'exponentielle e^{Ω} disparaît.

» On peut se proposer de calculer la valeur approchée des coefficients A et B pour de grandes valeurs de m et de m' . Soit, par exemple,

$$m = an + b, \quad m' = cn + d,$$

où a, b, c, d sont des entiers finis et donnés une fois pour toutes et où n est un entier très grand qu'on fera croître indéfiniment. On sait que le calcul approché des coefficients se ramène à l'étude des points singuliers d'une certaine fonction analytique que je vais mettre sous la forme que lui a donnée M. Féraud :

$$\Phi(z) = \sum A_{mm'} z^n,$$

où n varie de 0 à $+\infty$.

» Cette fonction est égale à l'intégrale double

$$\Phi(z) = \iint \frac{Q e^{\Omega_1} dx dy}{\left(1 - \frac{z e^{\Omega_0}}{x^a y^c} \right) x^{-b} y^{-d} \sqrt{F}};$$

Ω_0 et Ω_1 sont des polynomes de même forme que Ω , mais où les entiers m et m' sont remplacés par a et c pour Ω_0 , par b et d pour Ω_1 .

» On peut former une fonction $\Phi(z)$ analogue relative aux coefficients B et au développement suivant les anomalies excentriques; on trouve encore une intégrale de même forme, mais où Q doit être remplacé par une constante; Ω_0 et Ω_1 par zéro, de sorte que les exponentielles disparaissent.

» L'étude analytique de cette fonction $\Phi(z)$ peut, en conséquence, présenter un certain intérêt; voici les résultats auxquels je suis parvenu :

» Supposons d'abord les excentricités nulles; ou bien encore supposons qu'il s'agisse du développement suivant les anomalies excentriques. Dans ces deux cas l'intégrale qui représente $\Phi(z)$ ne contient pas d'exponentielle.

» On trouve alors que $\Phi(z)$ satisfait à une équation différentielle linéaire

à second membre

$$\Delta \Phi(z) = P.$$

» Les coefficients du premier membre et le second membre P sont des polynomes entiers en z .

» Dans le cas général, où les exponentielles ne disparaissent pas, la fonction $\Phi(z)$ satisfait encore à une équation de même forme, mais les coefficients du premier membre et P ne sont plus des polynomes entiers en z ; ce sont des fonctions uniformes, mais transcendantes de z , n'ayant pour points singuliers que

$$z = 0, \quad z = \infty.$$

» Revenons au cas où les excentricités sont nulles, ou bien à celui du développement suivant les anomalies excentriques, c'est-à-dire au cas où les exponentielles disparaissent; supposons les entiers a et c premiers entre eux et soient α et γ deux entiers tels que

$$ac - a\gamma = 1.$$

» Posons

$$z = \frac{1}{t}, \quad x^a y^c = \xi^{-1}, \quad x^\alpha y^\gamma = \eta^{-1};$$

l'expression de $\Phi(z)$ deviendra

$$\Phi = \int \int \frac{Q_1 d\xi d\eta}{(\xi - t)\sqrt{F_1}}.$$

» L'intégrale doit être prise le long des deux circonférences

$$|\xi| = 1, \quad |\eta| = 1,$$

et il s'agit d'étudier le développement de Φ suivant les puissances négatives de t .

» Les lettres Q_1 et F_1 désignent deux polynomes entiers en ξ et η . L'équation

$$F_1(\xi, \eta) = 0,$$

considérée comme équation en η , admettra un certain nombre de racines

$$\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_m.$$

Ces racines se répartiront en deux catégories: la première catégorie comprendra celles qui, quand on fait varier ξ d'une manière continue, de façon

que la valeur finale de ζ ait pour module 1, ont leur valeur finale de module plus petit que 1.

» Les points singuliers seront les valeurs de ζ pour lesquelles l'équation $F_1 = 0$ a deux racines égales.

» Le point singulier est admissible si son module est plus petit que 1 et si les deux racines de l'équation $F_1 = 0$ qui deviennent égales appartiennent à deux catégories différentes.

» Soit a celui des points singuliers admissibles dont le module est le plus grand.

» Alors le développement de Φ suivant les puissances négatives de t sera convergent à l'extérieur d'une circonférence de rayon $|a|$. En d'autres termes, la valeur approchée de A_{mm} sera du même ordre de grandeur que a^n .

» La discussion se trouve ainsi simplifiée.

» Des procédés analogues sont applicables au cas général où les exponentielles ne disparaissent pas. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les observatoires météorologiques de l'océan Atlantique.* Note de **S. A. S. ALBERT I^{er}**, Prince de Monaco.

« En 1892 (1) je communiquais à l'Académie mon intention de provoquer l'établissement d'observatoires météorologiques sur divers points de l'océan Atlantique, pour faciliter la prévision des phénomènes qui intéressent l'Europe et pour augmenter le domaine scientifique.

» Voici les premiers résultats de mes efforts :

» Un savant portugais, le capitaine Chaves, chargé depuis trois années, par son gouvernement, de poursuivre la réalisation de mon plan en ce qui concerne les Açores, a déjà créé deux centres d'observations dans l'archipel : un dans l'est, sur l'île San Miguel, et un autre sur l'île Florès, dans l'ouest, à cent lieues plus loin.

» Celui de San Miguel, relié depuis 1893 avec l'Europe par un câble télégraphique, est en communication régulière avec certains observatoires du continent, et le nombre de ses instruments croît chaque année.

» Celui de Florès, établi seulement depuis six mois, est placé à quatre cents lieues du continent européen : c'est le poste avancé de la Météoro-

(1) *Comptes rendus*, 18 juillet 1892.

logie sur l'Atlantique et je lui attribue un rôle plus important qu'à l'observatoire de San Miguel. Mais il n'est point encore relié directement avec le monde extérieur, bien que la pose d'un câble entre Florès et l'Amérique paraisse imminente; et les communications avec d'autres îles de l'archipel n'ont lieu que tous les quinze jours, quand le temps est beau, car Florès ne possède aucun port.

» Le point choisi par le capitaine Chaves pour y établir l'observatoire est sur le cap do Albernaz, vers le nord-nord-ouest de l'île, où la construction d'un phare est également décidée. Son altitude est de 123^m, et il est ouvert à tous les vents : aucune montagne capable de changer leur direction véritable ne se trouvant à moins de 1500^m.

» Provisoirement le capitaine Chaves a installé un anémomètre sur une maison située à l'est de l'île, à 182^m d'altitude ; un barographe, des thermomètres et quelques autres instruments, dans une deuxième maison non loin de là, puis il a nommé directeur de cette nouvelle station météorologique M. Fernando de Mendouça.

» Sans aucun doute les observations combinées de Florès et de San Miguel permettront d'annoncer aux ports européens, avec une avance de cinquante heures, les dépressions menaçantes. Déjà la comparaison des courbes de quelques déplacements de centres cycloniques, calculées au Bureau météorologique de Washington, avec celles qui résultent des observations combinées de San Miguel et de Florès a permis au capitaine Chaves de rectifier dans une certaine mesure les premières.

» D'autre part les observatoires des Açores fourniront, quand ils posséderont tous les instruments nécessaires, des renseignements précieux sur le magnétisme terrestre, les mouvements sismiques et les poussières atmosphériques.

» Les tremblements de terre qui ont désolé en 1887 le Midi de l'Espagne avaient donné un premier avertissement aux Açores. »

M. MASCART fait remarquer, au sujet de cette Communication, que, depuis de longues années, les Commissions météorologiques internationales ont exprimé le vœu que des observatoires météorologiques permanents fussent installés sur différents points de la surface du globe : en particulier, les Açores et les Bermudes. La station des Açores présente le plus haut intérêt, parce que cette région est, pour ainsi dire, la clef des phénomènes observés en Europe, et que des données précises obtenues

presque au milieu de l'Atlantique permettront de dresser les Cartes avec plus d'exactitude qu'on ne le peut faire avec les observations recueillies un peu au hasard sur les navires. La Science est donc très reconnaissante à M^{sr} le Prince de Monaco d'avoir pris l'initiative de l'observatoire météorologique des Açores et d'avoir apporté à cette institution son concours efficace.

M. Mascart ajoute que, pour les études du Magnétisme terrestre, revenues en faveur, l'établissement d'un enregistreur de variations aux Açores fournirait aux observateurs les éléments nécessaires pour apporter, aux résultats obtenus dans des stations temporaires, les corrections qui correspondent aux perturbations accidentelles. Avec les enregistreurs d'Europe, des Açores, de Washington et de Toronto, l'Atlantique serait ainsi, pour ainsi dire, entouré par des instruments de contrôle et les observations isolées y gagneraient une valeur exceptionnelle.

Malheureusement, de même qu'à Washington, les tramways électriques passent à 700 pieds de l'observatoire, et l'établissement devrait être transporté à deux milles de distance pour que les troubles devinssent sans importance. Les savants des États-Unis gémissent de voir que les courants électriques industriels ont presque annulé les deux seuls enregistreurs magnétiques de l'Amérique du Nord; il est profondément regrettable que nous soyons exposés au même danger à l'observatoire du parc Saint-Maur, alors qu'une simple modification dans le mode d'exploitation des lignes de tramways suffirait pour protéger nos instruments d'une manière efficace.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Géométrie, en remplacement de feu *Brioschi*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 53,

| | |
|-----------------------------|---------------|
| M. Cremona obtient. | 45 suffrages, |
| M. Mittag-Leffler. | 8 |

M. CREMONA, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Fonction martiale du foie chez les Vertébrés et les Invertébrés.* Note de M. DASTRE (1).

« L'étude (faite en commun avec M. Floresco) dont je résume ici les résultats établit que le foie des animaux remplit une fonction spéciale relativement au fer de l'organisme. C'est ce que j'appelle la *fonction martiale* du foie. Elle est universelle, c'est-à-dire qu'elle existe aussi bien chez les Vertébrés que chez les Invertébrés, partout où se rencontre un organe (cœcums hépatiques, hépato-pancréas) pouvant être assimilé au foie.

» I. *Invertébrés.* — Si l'on veut bien comprendre la signification des faits, c'est par les Invertébrés qu'il faut commencer. Nous avons analysé, M. Floresco et moi, le foie et les différents organes d'un grand nombre de mollusques et de crustacés, au point de vue du fer qu'ils contiennent. Des analyses de ce genre n'avaient jamais été faites, et j'ajoute qu'elles n'étaient pas possibles avant que M. L. Lapique, actuellement attaché à mon laboratoire de la Sorbonne, en eût donné les moyens. Ce savant a fait connaître un procédé fondé sur la colorimétrie du sulfo-cyanate ferrique, procédé très bien adapté aux recherches biologiques à cause de sa rapidité, de sa commodité et surtout à cause des faibles quantités de matière qu'il exige et dont ne s'accommoderaient pas les méthodes par pesée ou les méthodes volumétriques ordinaires. La précision et l'exactitude des déterminations ne laisse rien à désirer si l'on observe les précautions convenables.

» A. Le premier résultat, c'est que le foie fixe des quantités de fer considérables par rapport à toutes les autres parties de l'organisme. Il est l'organe ferrugineux par excellence. Chez les Crustacés et les Mollusques que nous avons examinés, l'organe hépatique contient des quantités de fer de 4 à 25 fois plus considérables que le reste du corps.

» 1^o Chez les Crustacés (homard, langouste, écrevisse) le foie est riche en fer et il est le seul organe dans cette condition.

» Par exemple, chez un homard, le foie contenait 0^{mg},12 pour 1^{er} de tissu sec. Le sang (hémolymphe) n'en présentait pas sensiblement; l'ovaire, pas davantage. Le tissu le plus riche après le foie est le muscle; il contient 0^{mg},03 de fer par gramme de tissu sec, c'est-à-dire encore 4 fois moins que le tissu hépatique.

(1) Cette Note avait été lue dans la séance du 24 janvier.

» 2° Chez les Mollusques céphalopodes (poulpe vulgaire, seiche, calmar) l'organe hépatique (hépato-pancréas) est riche en fer. Il contient 25 fois plus de fer, à poids égal, que le reste du corps.

» Par exemple, chez des poulpes d'origines diverses (Paimpol, Arcachon) nous avons trouvé 0^{mg},52 de fer pour 1^{gr} de tissu sec ou 0^{mg},12 pour 1^{gr} de tissu frais; pour l'ensemble des autres tissus on trouve 0^{mg},02 par gramme de poids sec.

» 3° Chez les Lamellibranches (huitres, coquilles Saint-Jacques, moules), l'état de choses est analogue. Le foie contient constamment du fer. Chez les huitres il en contient cinq à six fois plus à poids égal et à l'état sec que le reste du corps; quatre à cinq fois plus chez les pectens; cinq fois chez les moules.

» Par exemple, chez les huitres portugaises, on trouve : teneur en fer pour 1^{gr} de foie sec, 0,110; avec les tissus secs, 0,018.

» 4° Chez les Gastéropodes (escargots, buccins, etc.), pas d'autre organe réellement riche en fer que le foie. La quantité de fer du foie est environ cinq à six fois plus considérable que celle du corps à poids égal.

» B. *Seconde conclusion.* — Cette faculté de fixation élective que le foie possède pour le fer est spéciale à ce métal. Il ne la possède pas pour le cuivre. Le sang de beaucoup d'Invertébrés, Mollusques et Crustacés, est riche en cuivre (hémocyanine); le tissu hépatique n'en contient pas sensiblement.

» Ainsi, le foie se distingue des autres organes au point de vue du fer, et le fer se distingue des autres métaux au point de vue du foie. Le métal du foie est indépendant du pigment métallique du sang.

» C. La troisième conclusion générale de notre étude, c'est que la quantité de fer du foie varie entre des limites peu étendues, pour une même espèce dans les mêmes conditions physiologiques; beaucoup moins, en tous cas, que chez les Vertébrés.

» Cette provision de fer, sensiblement constante, n'est pourtant pas immobile. Elle se dépense et se renouvelle. Le fer hépatique passe dans la sécrétion du foie. Nous avons recueilli facilement chez l'escargot en hibernation, la sécrétion hépatique pure et nous l'avons analysée. Elle contient une forte proportion de fer.

» Nous avons trouvé en moyenne 0^{mg},45 de fer pour 1^{gr} de sécrétion à l'état sec; la poudre de foie à l'état sec contenait 0^{mg},15, c'est-à-dire trois fois moins.

» Ajoutons que la proportion de fer du foie ne suit pas les varia-

tions de la richesse en fer du milieu ambiant, ou de l'alimentation. Au contraire, elle paraît dépendre des conditions physiologiques, telles que les périodes d'activité vitale et d'accroissement.

» La conséquence la plus générale de ces faits, c'est de justifier l'existence d'une *fonction physiologique du fer hépatique*, puisque la présence et l'abondance de ce métal dans le foie ne résultent pas de son existence banale dans le milieu extérieur ou dans le milieu alimentaire, et que le fer, au lieu d'être un élément fixé accidentellement dans le foie, y est au contraire un élément sélectionné, mobile et mesuré.

» II. *Vertébrés*. — Chez les Mammifères, la question du fer a donné lieu à un nombre considérable de recherches.

» Il n'y a plus ici, comme tout à l'heure, un seul organe ferrugineux, le foie. Il y en a trois, le sang, la rate, le foie. Le sang est de beaucoup le plus riche (0^{mg}, 5 pour 1^{gr} de sang frais chez le chien); la rate, chez l'adulte, vient en seconde ligne (chiffre variable, 0^{mg}, 30 en moyenne); le foie n'arrive qu'au troisième rang (0^{mg}, 15 pour 1^{gr} de poids frais).

» Aussi, le fer du foie a-t-il été subordonné, dans l'opinion commune, au fer du sang. La doctrine régnante est que le fer existe chez les Vertébrés *pour le sang et par le sang*. On enseigne, en particulier, qu'il se produit dans le foie une destruction des globules (hématolyse), ou mieux encore une destruction de leur matière rouge (hémoglobine), dont le fer se dépose sur place, tandis que le reste de la matière colorante passe dans la bile et lui donne sa couleur. Le dépôt de fer hépatique est d'ailleurs une réserve où l'organisme semble puiser pour constituer le fer circulant ou le reconstituer. Les faits connus ne permettent guère de douter que le *fer hépatique* ne soit lié à l'évolution du sang, c'est-à-dire au *fer sanguin*, ou en d'autres termes que le foie n'ait une *fonction hématique*, ou encore que le *fer hépatique* ne soit du *fer hématique*, au moins en partie.

» Les faits précédents, ni aucun autre, ne signifient pas que tout le fer du foie vienne du fer du pigment sanguin. L'exemple des Invertébrés nous enseigne manifestement le contraire, puisque, chez eux, le fer hépatique existe sans qu'il y ait de fer sanguin pigmentaire. En principe, l'universalité du fer hépatique lui assigne une raison d'être universelle, la même certainement chez les Vertébrés que chez les Invertébrés. En fait, l'analyse attentive du petit nombre de résultats connus manifeste les traits communs aux deux divisions du règne animal : même indépendance, quant au fer, des contingences extérieures et des hasards de l'alimentation; même subordination aux conditions physiologiques, croissance, périodes d'ac-

tivité; les résultats nouveaux que nous communiquerons prochainement sur les pigments du foie et leurs analogies chez les Vertébrés et les Invertébrés achèvent de découvrir, sous la *fonction hématique du foie* spéciale aux Vertébrés, la *fonction martiale* commune à tous les animaux. Nous sommes donc autorisés à conclure à l'existence générale de cette fonction : il nous restera à faire connaître l'idée que l'on doit s'en former. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. MESNAGER adresse, par l'entremise de M. Cornu, une Note intitulée : « Déformation des métaux ; essai d'une théorie ».

(Commissaires : MM. Cornu, Maurice Lévy, Sarrau.)

M. F.-J. PILLET soumet au jugement de l'Académie un Mémoire accompagné de figures et intitulé : « Étude de la vision pour la sensation de la forme, du relief, du mouvement, de la couleur. Ses conséquences pour l'Art de l'ingénieur ».

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, Michel Lévy.)

M. AD. CHALLE adresse un projet destiné à éviter les abordages en mer, par temps brumeux.

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le Tome II des « Leçons sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du second ordre, à deux variables indépendantes ; par M. E. Goursat ». (Présenté par M. G. Darboux.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète périodique de d'Arrest, faites à l'observatoire de Rio de Janeiro avec l'équatorial de 0^m,25; par M. L. CRULS, présentées par M. Lœwy.*

| Dates. 1897. | Étoiles de comparaison. | Grandeur. | Comète. — Étoile. | | Nombre de compar. |
|---------------------|------------------------------------|-----------|-------------------------|--------------|-------------------------|
| | | | Ascension droite. | Déclinaison. | |
| Juillet 1 | <i>a</i> Paris, 2781 | 8 | +0.25,75 ^{m s} | +10.43",4 | 10: 10 |
| 3 | <i>b</i> Weisse ₁ , 149 | 8½ | +2.23,80 | +11.41,3 | 4: 4 |
| 9 | <i>c</i> Paris, 3205 | 7 | +1.23,08 | +10.13,8 | 6: 6 |

Positions des étoiles de comparaison.

| Dates. 1897. | * | Ase. droite moyenne 1897,0. | Réduction au jour. | Déclinaison moyenne 1897,0. | Réduction au jour. | Autorités. |
|---------------------|----------|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Juillet 1 | <i>a</i> | 2. 9. 7,22 ^{h m s} | + 1,90 ^s | + 6°. 10. 11",8 | +14",4 | Cat. Paris. |
| 3 | <i>b</i> | 2. 12. 50,98 | + 1,96 | + 6. 13. 43,9 | +14,7 | Cat. Weisse ₁ . |
| 9 | <i>c</i> | 2. 30. 25,75 | + 2,10 | + 6. 23. 39,6 | +17,1 | Cat. Paris. |

Positions apparentes de la comète.

| Dates. 1897. | Temps moyen de Rio. | Ascension droite apparente. | Log. fact. parallaxe. | Déclinaison apparente. | Log. fact. parallaxe. |
|---------------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Juillet 1 | 16.22.43 ^{h m s} | 2. 9.34,87 ^{h m s} | 9,596 _n | +6.21. 9",6 | 0,604 _n |
| 3 | 16.43.12 | 2. 15. 16,74 | 9,550 _n | +6.25.39,9 | 0,612 _n |
| 9 | 16.38.20 | 2. 31. 50,93 | 9,545 _n | +6.34.10,5 | 0,614 _n |

Remarques. — Juillet 1 : la comète apparaît comme une nébulosité de forme circulaire de 3' de diamètre, sans noyau bien défini. Juillet 3 : faible éclat, observation difficile. Juillet 9 : même apparence. Noyau central 11^e grandeur. Visibilité difficile.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur quelques photographies de nébuleuses obtenues à l'observatoire de Meudon.* Note de M. A. RABOURDIN, présentée par M. J. Janssen.

« M. Janssen ayant bien voulu nous autoriser à faire usage du grand télescope de Meudon dès le mois de mai 1897, j'ai l'honneur de présenter

à l'Académie un certain nombre de photographies de nébuleuses, obtenues avec cet instrument.

» Ces quelques clichés : nébuleuse annulaire de la Lyre, nébuleuse en spirale des Chiens de Chasse, nébuleuse planétaire du Verseau, nébuleuse Dumb-bell du Petit Renard, grande nébuleuse d'Andromède, nébuleuse du Triangle et région des Pléiades, démontrent d'abord la perfection de ce télescope à court foyer ⁽¹⁾ et le grand avantage qu'il présente en permettant d'avoir des documents photographiques absolument nouveaux, tout en restant bien en deçà des temps de pose exigés jusqu'à présent par les instruments employés à ces sortes de recherches....

» Bien que le mauvais temps persistant de l'année 1897 m'ait considérablement gêné, j'ai pu faire quelques remarques nouvelles.

» Pour la nébuleuse de la Lyre, par exemple, je présente à l'Académie trois photographies (agrandies vingt-cinq fois), avec vingt minutes, trente-cinq minutes et cinquante-trois minutes de pose ⁽²⁾.

» La première (de vingt minutes) donne une image d'intensité égale à celle que j'avais obtenue au mois d'août 1890 à l'observatoire d'Alger, avec six heures de pose ⁽³⁾. La dernière (de cinquante-trois minutes) est supérieure à celle que vient d'exécuter l'observatoire de Tachkent avec vingt-quatre heures de pose ⁽⁴⁾.

» Ces trois clichés différents montrent avec évidence que, pour cette nébuleuse annulaire, l'intensité de la nébulosité croît à l'intérieur avec le temps de pose, tandis que le diamètre total en augmente fort peu. Il en résulte, en fin de compte, une nébuleuse elliptique et non annulaire, comme le ferait croire la première épreuve. Ces clichés font voir, de plus, une étoile très marquée au centre, visible d'ailleurs à l'œil dans le télescope, mais que ni le dessin d'Herschel, en 1833, ni celui de Lord Rosse, en 1844, pas plus que celui de Trouvelot, en 1873, n'indiquaient. Cette remarque tendrait à faire admettre l'hypothèse d'un changement assez récent.

» On peut encore constater un maximum de condensation à la périphérie dans le prolongement du petit axe de l'ellipse, tandis qu'il se trouve un maximum aux extrémités du grand axe.

» Je pense qu'une plus longue durée d'exposition n'apprendrait plus rien ici.

» Si nous prenons, maintenant, les trois épreuves de la nébuleuse du Petit Renard, Dumb-bell (agrandissement dix fois; pose : une heure, une heure douze minutes et

(1) Le miroir taillé par MM. Henry frères a 1^m de diamètre et seulement 3^m de distance focale.

(2) La dernière de ces épreuves devait avoir une pose d'une heure, mais elle a dû être interrompue, le ciel s'étant couvert. Il en est de même de plusieurs autres, qui ont été faites en profitant d'une courte éclaircie.

(3) Instrument de la Carte du Ciel.

(4) Instrument de la Carte du Ciel.

deux heures), on voit que cette nébuleuse, de forme si bizarre lorsqu'on la regarde dans un instrument, se révèle ici comme une nébuleuse elliptique. Elle possède aussi une étoile au centre, comme la nébuleuse de la Lyre, mais invisible sur ces épreuves. Là ne se borne pas d'ailleurs la ressemblance entre ces deux objets, Dumb-bell a de même un maximum de condensation aux deux extrémités du petit axe de l'ellipse, et de même encore un minimum sur le prolongement du grand axe. Ce qui fait que ces deux nébuleuses, si dissemblables lorsqu'on les regarde même dans un puissant télescope, présentent au contraire de très curieuses analogies. Cela permet, quant à la forme du moins, de les classer dans une même catégorie.

» La nébuleuse planétaire du Verseau (pose cinquante minutes, agrandie dix fois) est très intéressante à cause de ses deux protubérances diamétralement opposées et qui ont fait supposer que le globe central est entouré d'une sorte de renflement, analogue à l'anneau de Saturne. Mais on n'obtient ici aucun détail intérieur (1).

» Comme nébuleuses en spirales, nous avons :

» La nébuleuse des Chiens de Chasse (pose une heure, agrandissement dix fois), qui ne nous apprend rien de nouveau, mais nous renseigne cependant sur ce qu'on peut obtenir en si peu de temps avec un instrument aussi puissant.

» La nébuleuse d'Andromède (pose une heure, agrandissement deux fois). C'est une véritable nébuleuse en spirale : cela se voit bien mieux sur l'épreuve originale. La petite nébuleuse qui est au centre a été cataloguée à part ; elle ne fait cependant qu'un tout avec la grande et la complète comme une condensation de l'une des spires, au même titre que celles que l'on voit dans la nébuleuse des Chiens de Chasse. Cette nébuleuse est très étendue ; il est malheureusement impossible d'avoir la région complète sur une seule de nos plaques.

» En comparant ces deux derniers clichés avec ceux, très remarquables d'ailleurs, qu'en a donnés M. Isaac Roberts, on constate que les mêmes résultats ont été obtenus, mais avec des durées d'exposition de quatre heures, soit quatre fois plus de temps qu'à Meudon. Cela fait espérer des renseignements beaucoup plus complets, quand on pourra reprendre ces nébuleuses avec une durée de pose de deux heures.

» La nébuleuse du Triangle (pose deux heures, agrandissement deux fois) est une très belle nébuleuse en spirale ; malheureusement le papier est loin de rendre tous les détails du premier négatif. Lord Rosse l'avait vue en spirale, mais n'en avait pas fait de dessin, croyons-nous. Du reste, elle est difficile à voir et très mal définie à l'œil.

» Enfin, voici une partie de la région des Pléiades, avec Aleyone au centre (une heure de pose, agrandissement deux fois). La Photographie, qui avait permis à MM. Henry de découvrir ici des nébuleuses absolument invisibles dans le télescope, vient encore enrichir cette contrée céleste de deux autres nouvelles nébuleuses qui entourent Atlas et Pléione.

(1) D'après d'autres essais, que j'ai faits sur des nébuleuses planétaires, il semble que, en raison de la grande intensité lumineuse de ces objets, il vaudrait mieux les laisser aux instruments à long foyer et même employer un oculaire d'agrandissement. Il serait peut-être possible alors de trouver des détails intérieurs que je n'ai pu avoir avec un télescope à court foyer.

» Mais ce qui est digne de remarque, dans ce cliché, ce sont de longues traînées de matière nébuleuse qui relient en ligne droite certaines étoiles entre elles en passant par leur centre. Quelques-unes de ces lignes étaient déjà bien définies sur la Carte des Pléiades, publiée dans les *Annales de l'Observatoire de Paris* et due aux belles recherches de MM. Henry; entre autres, celle qui passe au-dessus d'Alcyone et s'éloigne de Maïa vers la gauche. On trouve maintenant qu'il en existe une deuxième, à peu près parallèle et un peu plus au-dessus. Puis, dans la région comprise entre Alcyone, Mérope et Maïa, c'est un enchevêtrement de longues aiguilles qui viennent se fondre par leurs extrémités dans les masses plus importantes de matière nébuleuse qui entourent les principales étoiles.

» En résumé, si l'on considère les résultats obtenus avec la Lyre, Dumbbell et les Pléiades, on peut supposer, dès à présent, que, dans la majorité des cas, une durée d'exposition de deux heures sera plus que suffisante pour enregistrer avec succès les dernières traces qui font partie de la constitution des nébuleuses. Ces durées d'exposition ne donneront plus, en effet, que de grandes taches blanches, sans détails intérieurs, mais intéressantes cependant, parce qu'elles indiqueront l'étendue et la forme extérieure. Du moment que la tache ne s'étendra plus davantage en augmentant la durée d'exposition, on sera en droit de se croire en possession de l'aspect complet de la nébuleuse. C'est ce résultat qui, très vraisemblablement, pourra être atteint avec des poses voisines de deux heures.

» Il me resterait encore à parler d'une série de clichés d'amas d'étoiles, faits concurremment avec les nébuleuses. Le temps m'ayant manqué pour en exécuter tous les agrandissements, ces documents feront l'objet d'une autre Communication. »

Remarques sur la précédente Communication et sur la méthode propre à donner des Nébuleuses des images comparables ; par M. J. JANSSEN.

« Le succès obtenu en 1871 avec un télescope à très court foyer, qui m'avait permis de reconnaître la véritable nature de la couronne, comme enveloppe gazeuse entourant le globe solaire, me fit penser à en faire construire un du même genre et plus puissant pour l'observatoire de Meudon. Ce sont MM. Henry frères et Gautier qui le construisirent.

» Ce télescope a 1^m d'ouverture et 3^m de distance focale. En raison de son foyer si court, la construction du miroir présentait de très grandes difficultés, que MM. Henry ont très habilement surmontées.

» Ce télescope est précieux pour l'étude oculaire ou photographique des objets célestes très peu lumineux, spécialement pour les nébuleuses.

» Aussi quand M. Rabourdin, anciennement attaché à l'observatoire d'Alger, est venu me demander de faire de la photographie à Meudon, l'ai-je vivement engagé à aborder la photographie des nébuleuses avec cet instrument. On voit de quel succès les efforts, très habiles, du reste, de M. Rabourdin ont été couronnés.

» Les temps de pose, relativement si courts, qui ont suffi pour obtenir avec ce télescope des photographies de nébuleuses qui ont exigé avant nous des poses de quatre à dix fois plus considérables ont montré sa grande puissance lumineuse, circonstance bien précieuse quand il s'agit de très faibles nébuleuses.

» La découverte de deux nébuleuses dans les Pléiades, que signale M. Rabourdin, est très intéressante et montre tout le parti qu'on pourra tirer de l'instrument.

» Je viens maintenant à la méthode que j'ai proposée en 1881 (1).

» On voit, par les épreuves photographiques que je viens de présenter à l'Académie, combien le temps de pose influe sur l'aspect et la constitution de ces images. On comprend que s'il s'agit d'images obtenues avec des instruments différents, à des intervalles très éloignés, etc., les différences pourront être encore plus considérables. Il est donc indispensable dès maintenant, si nous voulons léguer à l'avenir des documents comparables, de faire ces photographies dans des conditions définies et qui permettront ces comparaisons.

» A cet effet, j'ai proposé l'emploi des *cercles stellaires*, c'est-à-dire le cercle qu'on obtient avec une étoile lorsque la plaque photographique est placée hors du foyer de l'instrument.

» Il faut bien remarquer que, comme le degré d'opacité de ces cercles stellaires est influencé, non seulement par le temps de l'action de la lumière, mais par toutes les autres circonstances de sensibilité des plaques de transparence photographique de l'atmosphère, etc., ils peuvent être considérés comme une résultante de tous ces facteurs et constituent le témoin que nous cherchons. Si donc une photographie de nébuleuse est accompagnée de deux ou trois de ces cercles, obtenus avec des étoiles voisines et dans les mêmes conditions de pose qu'elle, ils per-

(1) *Comptes rendus*, séance du 7 février 1881.

mettront aux observateurs de l'avenir de se placer dans des conditions, non pas semblables pour chacune d'elles, mais équivalentes dans leur résultat final, ce qui est le but cherché.

» Dans cette méthode, l'observateur qui voudrait obtenir une photographie d'un objet céleste susceptible d'être comparée, commencerait d'abord par chercher à déterminer le temps qui a servi à obtenir les cercles dont le temps de pose a été le même que celui de la photographie; ce temps obtenu serait précisément celui qui devrait être donné à l'image de l'objet céleste en question.

» Je ne fais ici que rappeler le principe de la méthode, sur laquelle il y aura à revenir au moment des applications que nous comptons en faire dès que cela sera possible. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement des fonctions analytiques pour les valeurs réelles des variables.* Note de M. PAINLEVÉ, présentée par M. Picard.

« Soit $F(x)$ une fonction *analytique* de la variable *réelle* x , fonction que je suppose *holomorphe* pour toutes les valeurs de x comprises entre a et b ($a < b$), a pouvant être égal à $-\infty$ et b à $+\infty$. D'après un théorème de M. Weierstrass, une telle fonction peut toujours être représentée entre a et b par une série convergente de polynomes. Mais la question que je me pose ici est la suivante :

» Soit x_0 une valeur de x comprise entre a et b , et F_0, F'_0, F''_0, \dots les valeurs (pour $x = x_0$) de F et de ses dérivées successives. *Connaissant* F_0, F'_0, F''_0, \dots , *peut-on former une série de polynomes* $\Sigma P_n(x)$ *qui : 1° converge absolument et soit égale à* $F(x)$ *dans l'intervalle* $(^1)$ ab , *et 2° converge uniformément dans tout intervalle* $\alpha\beta$ *compris entre* a *et* b , *ainsi que toutes les séries* $\Sigma P'_n(x), \Sigma P''_n(x), \dots$, *obtenues en dérivant la première terme à terme?*

» Quand les conditions précédentes sont remplies, les séries $\Sigma P'_n(x), \Sigma P''_n(x), \dots$ convergent (entre a et b) vers $F'(x), F''(x), \dots$. Je conviens de dire, dans ce qui suit, qu'une série telle que la précédente $\Sigma P_n(x)$ converge uniformément vers $F(x)$ entre a et b et est dérivable indéfiniment terme à terme.

» La réponse à la question posée est affirmative. D'une façon précise,

(¹) Les extrémités a, b sont naturellement exceptées.

soient z la variable complexe et x une valeur réelle quelconque de z , comprise entre a et b . On peut, de x comme centre, décrire un cercle γ de rayon $\rho(x)$ assez petit pour que la fonction $F(z)$ soit holomorphe à l'intérieur et sur la circonférence de γ ; $|F|$ reste alors inférieur dans γ à une certaine quantité positive $M(x)$. Observons que $\rho(x)$ et $\frac{1}{M(x)}$ peuvent tendre vers zéro quand x tend vers a ou b . Le théorème que je démontre s'énonce ainsi :

» THÉORÈME. — *Connaissant a, b, x_0 ($a < x_0 < b$) et les quantités $\rho(x), M(x)$ (pour x compris entre a et b), on peut calculer une suite de polynomes*

$$\Pi_n^0(x), \quad \Pi_n^{(1)}(x), \quad \dots, \quad \Pi_n^{(n)}(x) \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

tels que la série

$$(1) \quad \sum_{n=1}^{n=\infty} [F_0 \Pi_n^0(x) + F_0' \Pi_n^{(1)}(x) + \dots + F_0^{(n)} \Pi_n^{(n)}(x)] \equiv \sum P_n(x)$$

converge absolument et uniformément vers $F(x)$ entre a et b , et soit dérivable terme à terme indéfiniment : $F(z)$ désigne une fonction quelconque, holomorphe et de module inférieur à $M(x)$ dans chaque cercle γ de centre x et de rayon $\rho(x)$.

» De plus, étant donné un segment quelconque $\alpha\beta$ entre a et b , et une quantité positive ε aussi petite qu'on veut, on sait [connaissant $\rho(x)$ et $\frac{1}{M(x)}$] former explicitement une quantité $\nu(\alpha, \beta, \varepsilon)$, telle que, pour $n > \nu$, on ait

$$|R_n(x)| < \varepsilon, \quad (\text{si } \alpha < x < \beta),$$

R_n désignant le reste de la série (1).

» Pour démontrer le théorème énoncé, je m'appuie sur un lemme, cas particulier d'un théorème déjà établi dans ma Thèse :

» LEMME. — *Si la fonction $F(z)$ est holomorphe dans l'aire D d'une ellipse E , et si z_0 est un point de D , $F(z)$ est développable dans D en une série de polynomes (1)*

$$(2) \quad F(z) = \sum P_n(z) \equiv \sum [F_0 \Pi_{n,0}(z) + F_0' \Pi_{n,1}(z) + \dots + F_0^{(n)} \Pi_{n,n}(z)],$$

où les $\Pi_{n,j}(z)$ sont les polynomes connus.

(1) J'insiste sur le caractère essentiel du développement (2). Les polynomes de Legendre, comme il est bien connu, fournissent un moyen de développer $F(z)$ dans E

» Soit maintenant E_q une ellipse dont le grand axe est un segment $\alpha_q \beta_q$ de l'axe réel compris entre a et b , ellipse assez aplatie pour que $F(z)$ soit holomorphe dans E_q et sur E_q . En considérant une suite d'ellipses $E_1, E_2, \dots, E_q, \dots$, telles que α_q tende vers a et β_q vers b quand l'entier q croît indéfiniment, on parvient aisément au théorème énoncé (1).

» En particulier, si $F(x)$ est holomorphe pour toutes les valeurs réelles de x , elle est développable en une série (1) tout le long de l'axe Ox . Observons que si $F(z)$ est holomorphe dans une bande B comprise entre deux parallèles à l'axe Ox , M. Poincaré a indiqué des modes de développements de $F(z)$ convergeant sur Ox et n'exigeant que la connaissance de F_0, F'_0, \dots . Mais $F(z)$ peut être holomorphe pour z réel, sans être holomorphe dans une bande B , si mince qu'elle soit.

» Des développements tels que (1) sont utiles dans la théorie des équations différentielles. Pour le faire comprendre sur un exemple très simple proposons-nous d'étudier (pour x réel) les fonctions $y(x)$ définies par l'équation différentielle

$$(3) \quad \frac{dy}{dx} = f(x, y),$$

où f est une fonction analytique de x, y , holomorphe et réelle pour x, y réels, et telle que $\left| \frac{f}{y} \right|$ reste inférieur à une quantité fixe μ . On montre que toute intégrale $y(x)$ de (3) est holomorphe pour x réel, et si l'on se donne pour $x = x_0$ la valeur $y = y_0$ de y , on sait calculer explicitement les quantités appelées plus haut $\varphi(x)$ et $M(x)$, et par suite effectuer le développement (1) à l'aide de simples différentiations.

» *Fonctions de m variables.* — Les propositions précédentes s'étendent aux fonctions de m variables : soit $F(x_1, \dots, x_m)$ une fonction analytique,

en série de polynômes. En 1879, M. Picard a indiqué pour l'aire d'une ellipse un autre mode de développement très élégant en série de polynômes. Mais ces deux développements exigent qu'on connaisse les valeurs de $F(z)$ (ou au moins de sa partie réelle) sur la périphérie de l'ellipse. Le développement (2) suppose, au contraire, qu'on connaît, pour $z = z_0$, les valeurs F_0, F'_0, \dots .

(1) On peut substituer aux aires elliptiques d'autres aires convexes, par exemple substituer à E_q l'aire A_q intérieure à deux cercles de grand rayon. La remarque faite plus haut sur le développement (2) s'applique à l'aire A_q : toute fonction $F(z)$ holomorphe dans A_q est évidemment, d'après un théorème de M. Appell, développable en série de polynômes dans A_q , mais le développement de M. Appell exige qu'on connaisse les valeurs de $F(z)$ sur le contour de A_q .

holomorphe pour x_1, \dots, x_m réels et compris entre les limites

$$(D) \quad a_1 < x_1 < b_1, \quad \dots, \quad a_m < x_m < b_m,$$

(les a_i pouvant être égaux à $-\infty$ et les b_i à $+\infty$); soit, d'autre part, (x_1^0, \dots, x_m^0) un point du domaine D, et $F_0, (F'x_1)^0, \dots$ les valeurs de F et de ses dérivées successives en ce point. *La fonction F(x_1, \dots, x_m) peut être représentée dans le domaine D par une série de polynomes, composés linéairement avec les quantités $F_0, (F'x_1)^0, \dots$, série qui converge uniformément vers F à l'intérieur de D et qui est dérivable terme à terme indéfiniment.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes d'équations aux dérivées partielles, analogues aux systèmes d'équations du premier ordre.* Note de M. JULES BÉDON, présentée par M. Darboux.

« Dans une Note récente, j'ai indiqué des systèmes d'équations aux dérivées partielles analogues à une équation du premier ordre; je me propose d'étendre les résultats obtenus.

» J'ai démontré le théorème suivant : *Si un système d'équations aux dérivées partielles définissant une fonction z de n variables x_1, \dots, x_n a une solution générale dépendant d'une fonction arbitraire de p arguments, et si l'on a pris soin de le rendre linéaire par une différentiation, les équations qui le définissent peuvent être mises sous la forme suivante :*

$$\begin{aligned} Z_{\alpha_1 \dots \alpha_p \dots \alpha_{h+1} \dots \alpha_n}^p &= A_{\alpha_1 \dots \alpha_p \dots \alpha_{h+1} \dots \alpha_n} + a_1^h Z_{\alpha_1+1 \dots \alpha_n}^p \\ &\quad + a_2^h Z_{\alpha_1 \alpha_2+1 \dots \alpha_n}^p + \dots + a_p^h Z_{\alpha_1 \dots \alpha_p+1 \dots \alpha_n}^p, \\ \alpha_1 + \dots + \alpha_n &= p - 1, \end{aligned}$$

où l'on a posé

$$Z_{\lambda_1 \dots \lambda_n}^k = \frac{\partial^k z}{\partial x_1^{\lambda_1} \dots \partial x_n^{\lambda_n}}.$$

» Ce système admet des caractéristiques d'ordre $p - 1$ définies par les équations suivantes :

$$\begin{aligned} \frac{\partial x_j}{\partial x_h} &= -a_j^h \quad (j = 1, 2, \dots, p, \\ &\quad h = p + 1, \dots, n), \\ \frac{\partial Z_{\alpha_1 \dots \alpha_n}^{p-1}}{\partial x_h} &= A_{\alpha_1 \dots \alpha_p \alpha_{h+1} \dots \alpha_n}, \\ \frac{\partial Z_{\lambda_1 \dots \lambda_n}^k}{\partial x_h} &= \sum_{i=1}^p a_i^h Z_{\lambda_1 \dots \lambda_{i+1} \dots \lambda_n}^{k+1} + Z_{\lambda_1 \dots \lambda_{i+1} \dots \lambda_n}^{k+1}. \end{aligned}$$

» Si l'on se donne une multiplicité à ϱ dimensions, on peut déterminer par des équations réductibles aux équations différentielles ordinaires l'orientation des éléments d'ordre $p - 1$ des surfaces intégrales qui y passent et engendrer ensuite celles-ci par des caractéristiques.

» Voici un exemple qui éclaircira ce qui précède.

» Si l'on pose

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x_i \partial x_k} = p_{ik},$$

un système linéaire du second ordre dont la solution générale dépend d'une fonction arbitraire de deux arguments peut être mis sous la forme

$$p_{13} = A_1 + ap_{11} + bp_{12},$$

$$p_{23} = B_1 + ap_{12} + bp_{22},$$

$$p_{33} = C_1 + ap_{13} + bp_{23},$$

$$p_{14} = \alpha_1 + \alpha p_{11} + \beta p_{12},$$

$$p_{24} = \mathfrak{b}_1 + \alpha p_{12} + \beta p_{22},$$

$$p_{44} = \mathfrak{c}_1 + \alpha p_{14} + \beta p_{24},$$

$$p_{34} = D_1 - \alpha \alpha_1 - b \mathfrak{b}_1 + ap_{14} + bp_{24} = D_1 - \alpha A_1 - \beta B_1 + \alpha p_{13} + \beta p_{23}.$$

» Les caractéristiques sont alors déterminées par les équations

$$\frac{\partial x_1}{\partial x_3} = -a, \quad \frac{\partial x_2}{\partial x_3} = -b,$$

$$\frac{\partial x_1}{\partial x_4} = -\alpha, \quad \frac{\partial x_2}{\partial x_4} = -\beta,$$

$$\frac{\partial p_1}{\partial x_3} = A_1, \quad \frac{\partial p_2}{\partial x_3} = B_1, \quad \frac{\partial p_3}{\partial x_3} = C_1, \quad \frac{\partial p_4}{\partial x_3} = D_1 - \alpha A_1 - \beta B_1,$$

$$\frac{\partial p_1}{\partial x_4} = \alpha_1, \quad \frac{\partial p_2}{\partial x_4} = \mathfrak{b}_1, \quad \frac{\partial p_3}{\partial x_4} = D_1 - \alpha \alpha_1 - b \mathfrak{b}_1,$$

$$\frac{\partial p_4}{\partial x_4} = \mathfrak{c}_1,$$

$$\frac{\partial z}{\partial x_3} = p_3 - p_1 a - p_2 b, \quad \frac{\partial z}{\partial x_4} = p_4 - p_1 \alpha - p_2 \beta. \quad »$$

GÉOMÉTRIE. — *Sur les relations entre les éléments infinitésimaux de deux figures homographiques ou corrélatives.* Note de M. A. DEMOULIX, présentée par M. Darboux.

« I. Une transformation homographique quelconque étant donnée, soient (K) la conique de la première figure qui correspond au cercle de l'infini considéré comme appartenant à la seconde figure, et (P) le plan de cette conique.

» Prenons, dans la première figure, une courbe quelconque (C), et sur cette courbe un point arbitraire M. Le point M', correspondant du point M, se trouvera sur la courbe (C') transformée de la courbe (C).

» Soit, dans le plan (P), O₁O₂O₃ un triangle conjugué par rapport à la conique (K) et appelons :

$\varpi_1, \varpi_2, \varpi_3$ les distances des points O₁, O₂, O₃ au plan osculateur de la courbe (C) en M;

m_1, m_2, m_3 les moments de la tangente en M par rapport aux droites O₂O₃, O₃O₁, O₁O₂;

Δ la distance du point M au plan (P).

» Désignons enfin par ρ et τ les rayons de courbure et de torsion de la courbe (C) au point M, et par ρ' et τ' les éléments analogues de la courbe (C') en M'.

» Cela posé, on a

$$(A) \quad \frac{\tau'}{\tau} = \frac{A_1 \varpi_1^2 + A_2 \varpi_2^2 + A_3 \varpi_3^2}{\Delta^2},$$

$$(B) \quad \frac{\rho'}{\rho} = \frac{(B_1 m_1^2 + B_2 m_2^2 + B_3 m_3^2)^{\frac{3}{2}}}{(A_1 \varpi_1^2 + A_2 \varpi_2^2 + A_3 \varpi_3^2)^{\frac{1}{2}} \Delta^3}.$$

» Les coefficients A₁, A₂, A₃, B₁, B₂, B₃ ne dépendent que de la transformation et sont susceptibles de l'interprétation géométrique suivante : L'équation

$$A_1 \varpi_1^2 + A_2 \varpi_2^2 + A_3 \varpi_3^2 = 0$$

représente, en coordonnées tangentielles ($\varpi_1, \varpi_2, \varpi_3$), la conique (K) dé-

finie plus haut. L'équation

$$B_1 m_1^2 + B_2 m_2^2 + B_3 m_3^2 = 0$$

est celle du complexe des droites qui rencontrent cette conique.

» Lorsque la courbe (K) est à l'infini, les formules précédentes ne sont plus applicables, mais on peut leur en substituer d'autres présentant le même caractère de simplicité.

» II. Considérons la corrélation la plus générale et soit (C) le cône de la première figure auquel correspond, dans la seconde figure, le cercle de l'infini.

» Soient (C) une courbe quelconque appartenant à la première figure et (C') l'arête de rebroussement de la développable qui lui correspond. On peut dire que la courbe (C') est la transformée de la courbe (C) si l'on envisage la corrélation comme une transformation de l'espace réglé. Soient, sur les courbes (C) et (C'), M et M' deux points correspondants. Désignons par x, y, z les coordonnées du point M par rapport à trois axes Ox, Oy, Oz , diamètres conjugués du cône (Γ), et par σ la distance du sommet O de ce cône au plan osculateur de la courbe (C) en M. Si l'on appelle τ et τ' les rayons de torsion aux points M et M', on aura

$$(C) \quad \tau\tau' = \frac{Ax^2 + By^2 + Cz^2}{\sigma^2}.$$

» Dans cette formule,

$$Ax^2 + By^2 + Cz^2 = 0$$

est l'équation du cône (Γ).

» Lorsque ce cône se réduit à un cylindre, que nous définirons par l'équation

$$Ax^2 + By^2 + C = 0,$$

la formule ci-dessus doit être remplacée par la suivante

$$(D) \quad \tau\tau' = \frac{Ax^2 + By^2 + C}{\cos^2\theta},$$

θ étant l'angle de la binormale de la courbe (C) et de l'axe de ce cylindre.

» Cette circonstance se présente dans une réciprocité polaire par rapport à un parabolôïde ou par rapport à un complexe binaire. Dans ce dernier cas, la formule (D) conduit à la relation

$$(E) \quad \tau\tau' = \left(k + \frac{r^2}{k}\right) \left(k + \frac{r'^2}{k}\right),$$

dans laquelle on désigne par k le paramètre du complexe et par r et r' les distances des points M et M' à l'axe central de ce complexe.

» L'application du théorème d'Enneper permet de déduire des formules (A), (C), (D) des relations entre les courbures totales de deux surfaces homographiques ou corrélatives.

» Pour établir les résultats énoncés dans cette Note, nous avons fait usage des formules suivantes qui donnent la courbure et la torsion en coordonnées cartésiennes homogènes (X, Y, Z, T) , et la torsion en coordonnées tangentielles homogènes (L, M, N, P) :

$$\rho = \frac{[W(X, T)]^2 + [W(Y, T)]^2 + [W(Z, T)]^2 \frac{3}{2}}{[W(X, Y, T)]^2 + [W(Y, Z, T)]^2 + [W(Z, X, T)]^2 \frac{1}{2} T^3},$$

$$\frac{1}{\tau} = \frac{W(X, Y, Z, T) T^2}{[W(X, Y, T)]^2 + [W(Y, Z, T)]^2 + [W(Z, X, T)]^2},$$

$$\tau = \frac{W(L, M, N, P) (L^2 + M^2 + N^2)}{W(L, M, N)}.$$

» Dans ces formules, nous désignerons, d'une manière générale, par $W(y_1, y_2, \dots, y_n)$ le *Wronskien* de n fonctions y_1, y_2, \dots, y_n , c'est-à-dire le déterminant formé avec ces n fonctions et leurs dérivées des $n - 1$ premiers ordres. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces applicables sur une surface de révolution.*

Note de M. A. PELLET.

« La courbure totale de l'expression $Edu^2 + 2Fdu dv + Gdv^2$ est un invariant, quelles que soient les fonctions E, F, G ; si on la multiplie par une fonction $f(\varphi, \psi)$, φ et ψ étant des fonctions de u et de v , et qu'on prenne la courbure totale de la nouvelle expression, les coefficients des diverses puissances de f et de ses dérivées par rapport à φ et à ψ seront des invariants. On obtient ainsi les invariants de M. Beltrami. Lorsque $Edu^2 + 2Fdu dv + Gdv^2$ convient à une surface de révolution, en prenant pour f une fonction de la courbure totale de cet élément (g), la courbure totale de $f(g)(Edu^2 + 2Fdu dv + Gdv^2)$ est une fonction de g et réciproquement.

» Ainsi, pour que l'expression $A^2(du^2 + g^2 dv^2)$ soit le carré de l'élément linéaire d'une surface de révolution, A et la courbure totale étant des

fonctions de g , il faut et il suffit que les trois équations

$$(1) \quad g_v'^2 + g^2 g_u'^2 = 2F,$$

$$(2) \quad g_{u^2}'' = f_1 g,$$

$$(3) \quad \left(\frac{1}{g}\right)_{v^2}'' = f_1 \frac{1}{g}$$

soient satisfaites ; F, f, f_1 désignent des fonctions de g . En dérivant l'équation (1) on obtient deux équations entre les dérivées secondes de g , qui, pour être compatibles avec les équations (2) et (3), exigent qu'on ait

$$g^2 g_u'^2 (f_1 g^3 - f_1 g^2 - 2F'g + 6F) + 2(f_1 g^2 + F'g - 4F)F = 0.$$

» Cette équation détermine g_u' , et g est une fonction de $pu + qv$ (p et q constants) à moins que

$$2F = f_1 g^2 + f_1 g^3, \quad F' = f_1 g + 2f_1 g^3;$$

alors

$$(4) \quad g g_{vu}'' = g_u' g_v'.$$

» Les équations (1), (2), (3), (4) admettent deux systèmes de solutions :

$$f = -m^2, \quad f_1 = -n^2, \quad g^2 = -\frac{n^2 \cos^2(mu + p)}{m^2 \cos^2(nv + q)};$$

$$f = 0, \quad f_1 = -n^2, \quad g^2 = -\frac{n^2 u^2}{\cos^2(nv + q)};$$

m, n, p, q étant des constantes.

» Pour que les lignes u, v soient lignes de courbure, auquel cas la surface est isothermique, il faut que les équations suivantes soient compatibles :

$$\frac{A' g_v'}{A g'} = \frac{\mathfrak{A}'_v}{\mathfrak{B}'_v}, \quad \frac{(\Lambda + g A') g_u'}{\Lambda} = \frac{\mathfrak{B}'_u}{\mathfrak{A}'_u},$$

$$\mathfrak{A}'_u \mathfrak{B}'_v = m^2 g + 2m^2 g^2 \frac{A'}{\Lambda} + g(n^2 + m^2 g^2) \left(\frac{A'}{\Lambda}\right)' = L.$$

» On voit d'abord, en tenant compte de l'équation (4), que $\mathfrak{A}, \mathfrak{B}$ sont fonctions de g ; par suite, les rayons de courbure sont fonctions l'un de l'autre. On a ensuite

$$L' = \left(1 + g \frac{A'}{\Lambda}\right) \mathfrak{A}'^2 + \frac{A'}{\Lambda g} \mathfrak{B}'^2,$$

$$L'' - 4 \frac{A'}{\Lambda g} \left(1 + g \frac{A'}{\Lambda}\right) L = \mathfrak{A}'^2 \left(g \frac{A'}{\Lambda}\right)' + \mathfrak{B}'^2 \left(\frac{A'}{\Lambda g}\right)';$$

d'où une équation du troisième ordre en $\frac{A'}{\Lambda}$.

» Pour que $A^2(du^2 + dv^2)$ soit le carré de l'élément linéaire d'une surface de révolution, la courbure de la surface étant fonction de A , il faut que A soit une fonction de $pu + qv$, p et q étant des constantes. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la décomposition des fonctions θ en facteurs.*
Note de M. G. HUMBERT, présentée par M. Poincaré.

« Appelons *fonction thêta* d'ordre m une fonction entière de deux variables qui vérifie les relations

$$\begin{aligned}\theta(u + 1, v) &= \theta(u, v + 1) = \theta(u, v), \\ \theta(u + a, v + b) &= e^{-2m\pi i u + \alpha'} \theta(u, v), \\ \theta(u + b, v + c) &= e^{-2m\pi i u + \beta'} \theta(u, v),\end{aligned}$$

α' et β' étant des constantes. Il est clair que le produit de deux fonctions θ d'ordres m et n est une fonction θ d'ordre $m + n$: inversement, si une fonction θ se décompose en deux facteurs entiers, ces facteurs sont-ils nécessairement des fonctions thêta, à des facteurs exponentiels près ?

» La question doit être résolue par l'affirmative si les périodes a, b, c sont choisies au hasard ; une exception ne peut se présenter que si les périodes sont liées par une relation de la forme

$$(1) \quad Aa + Bb + Cc + D(ac - b^2) + E = 0,$$

A, B, C, D, E étant des entiers.

» Supposons qu'il existe une pareille relation ; on établit que, si la quantité

$$\Delta = B^2 - 4AC - 4DE$$

est un carré parfait, $\Delta = n^2$, les fonctions thêta considérées se réduisent aux fonctions thêta elliptiques.

» Pour étudier plus commodément le cas général, on ramène, par une transformation du premier ordre, l'équation (1) à une forme plus simple.

» On établit d'abord que l'on peut faire disparaître les coefficients D et E ; il reste

$$(2) \quad Aa + Bb + Cc = 0.$$

» On peut remplacer cette équation par une équation de même forme

$$A'a + B'b + C'c = 0,$$

A', B', C' étant tels que la forme $A'x^2 - B'xy + C'y^2$ soit équivalente à la forme $Ax^2 - Bxy + Cy^2$. Enfin, on peut faire en sorte que A divise C . En appliquant successivement ces transformations, on arrive à mettre l'équation (2) sous la forme simple

$$(3) \quad a + \beta b + \gamma c = 0,$$

β étant égal à 0 ou 1, selon que Δ est de la forme $4h$ ou $4h + 1$; on a, de plus,

$$\beta^2 - 4\gamma = \Delta;$$

la quantité Δ est un invariant pour toutes les transformations du premier ordre.

» Cela posé, désignons les périodes, afin de simplifier les écritures, par

$$(4) \quad \begin{cases} 2\pi i & 0 & a & b, \\ 0 & 2\pi i & b & a, \end{cases}$$

la relation (3) ayant lieu entre a, b, c . On démontre qu'il existe des fonctions entières, $\varphi(u, v)$, qui ne sont pas le produit d'une exponentielle par une fonction thêta aux périodes (4), vérifiant les relations

$$(5) \quad \begin{cases} \varphi(u + 2\pi i, v) = \varphi(u, v + 2\pi i) = \varphi(u, v), \\ \varphi(u + a, v + b) = e^{lu+kv} \varphi(u, v), \\ \varphi(u + b, v + c) = e^{-ku+l-k\beta v} \varphi(u, v), \end{cases}$$

l et k étant deux entiers quelconques. Toutefois certaines inégalités doivent être satisfaites.

» D'abord, pour qu'il existe des fonctions thêta aux périodes (4), il faut et il suffit que $a'c' - b'^2 > 0$, en appelant a', b', c' les parties réelles de a, b, c ; on en conclut, en tenant compte de (3),

$$\beta^2 - 4\gamma > 0,$$

c'est-à-dire $\Delta > 0$.

» Supposons a' (et par suite c') positif; on démontre que les fonctions définies par (5) ne peuvent exister que si

$$l^2 - \beta kl + \gamma k^2 > 0.$$

De plus, si $k > 0$, il faut que

$$2l - \beta k > k\sqrt{\Delta};$$

si $k < 0$, il faut que

$$2l - \beta k > -k\sqrt{\Delta}.$$

» Enfin, le cas de $k = 0$ donne, d'après (5), des fonctions θ ordinaires, et $l > 0$.

» Les fonctions φ , définies par (5), sont des fonctions linéaires et homogènes de $(l^2 - \beta kl + \gamma k^2)$ d'entre elles; deux fonctions φ et φ' , correspondant aux entiers l et k , l' et k' , ont un nombre de zéros communs égal à

$$2ll' - \beta(kl' + k'l) + \gamma kk'.$$

» Tous ces résultats s'interprètent géométriquement sur les surfaces hyperelliptiques ou sur la surface de Kummer : ces surfaces, lorsqu'on suppose vérifiée la relation (3), admettent des courbes algébriques qui n'existent pas dans le cas général.

» La forme $l^2 - \beta kl + \gamma k^2$ peut être égale à ± 1 pour d'autres systèmes de valeurs que $k = 0$, $l = 1$: soit l_1 , k_1 un de ces systèmes; la transformation

$$\begin{aligned} U &= l_1 u + k_1 \gamma v, \\ V &= -k_1 u + (l_1 - k_1 \beta) v \end{aligned}$$

fait correspondre à un point (u, v) de la surface de Kummer un, et un seul, point (U, V) de la même surface, et réciproquement : de là des transformations birationnelles de la surface en elle-même, qui n'ont pas lieu dans le cas général. L'étude de ces transformations revient ainsi à la résolution en nombres entiers de l'équation

$$(6) \quad l^2 - \beta kl + \gamma k^2 = 1,$$

qui se ramène immédiatement à l'équation de Pell; elle a donc une infinité de solutions.

» L'étude des courbes unicursales particulières qu'on peut tracer sur les surfaces de Kummer dérivées de périodes vérifiant (3) permet de former la relation correspondante entre les *modules* des intégrales hyperelliptiques correspondantes.

» C'est ainsi que, dans le cas le plus simple (non elliptique), celui de $\Delta = 5$, on trouve qu'il existe sur la surface une cubique gauche passant par six points doubles connus, et réciproquement. En exprimant cette condition, on trouve que le radical $\sqrt{x(1-x)(1-\lambda x)(1-\mu x)(1-\nu x)}$ conduit à des périodes vérifiant la relation

$$a + b - c = 0 \quad (\Delta = 5),$$

si l'on a

$$\sqrt{(\mu - \lambda)(\lambda - \nu)(\mu - 1)} + \sqrt{\mu\nu(\lambda - 1)(\nu - 1)} + \lambda\sqrt{(\mu - 1)(\nu - 1)} = 0.$$

» Ce sujet se rattache à ce qu'on pourrait appeler la *multiplication complexe* des fonctions abéliennes, bien que les multiplicateurs auxquels on est conduit soient réels. »

NOMOGRAPHIE. — *Sur la méthode nomographique la plus générale résultant de la position relative de deux plans superposés.* Note de M. MAURICE D'OCAGNE.

« 1. Un point appartenant à un certain ensemble d'éléments géométriques pris sur un plan est dit *sans cote*, à *une cote* ou à *deux cotes*, suivant qu'il ne fait pas partie d'un système, qu'il appartient à un système simplement infini (points cotés distribués sur une courbe), ou qu'il appartient à un système doublement infini (points d'un réseau définis par les cotes des deux courbes qui s'y croisent).

» Une courbe est dite de même *sans cote*, à *une cote* ou à *deux cotes*, suivant qu'elle ne fait pas partie d'un système, ou qu'elle appartient à un système simplement infini ordinaire, ou qu'elle appartient à un système simplement infini tracé sur un réseau, dit *réseau de cotes*, les deux cotes de chaque courbe pouvant être celles de l'un quelconque des points du réseau situés sur cette courbe.

» Lorsque nous parlerons d'un *élément sans cote*, à *une cote* ou à *deux cotes*, il sera entendu que cet élément pourra être, suivant le cas, un point ou une courbe.

» Pour spécifier que l'élément E est sans cote, à une cote ou à deux cotes, nous emploierons la notation E_0 , E_1 , E_2 . S'il s'agit spécialement d'un point ou d'une courbe, nous remplacerons la lettre E par la lettre P ou C. Un point à l'infini dans une direction déterminée sera désigné par P_∞ .

» Si les courbes C_1, C_2, \dots sont des cercles *concentriques*, nous les représenterons par $\Gamma_1, \Gamma_2, \dots$; si ce sont des droites *parallèles*, par $\Delta_1, \Delta_2, \dots$.

» Deux éléments E et E' sont dits *en contact* s'ils sont tangents lorsqu'il s'agit de deux courbes, si l'un est situé sur l'autre lorsqu'il s'agit d'un point et d'une courbe. Remarquons que la coïncidence de deux points équivaut à deux contacts, deux des courbes passant par l'un de ces points devant être en contact avec l'autre point.

» Nous exprimerons le contact des éléments E et E' par la notation $E \bowtie E'$.

» 2. Grâce à ces définitions la méthode nomographique *la plus générale*

résultant de la position relative de deux plans superposés (dont, en pratique, un opaque et un transparent) peut être réduite au principe suivant :

» *La position relative des plans superposés Π et Π' portant respectivement les éléments E_i et E'_i est complètement définie par trois contacts tels que $E_1 \bowtie E'_1$, $E_2 \bowtie E'_2$, $E_3 \bowtie E'_3$.*

» *Si dans cette position relative se produit en outre le contact $E_4 \bowtie E'_4$, les cotes de ces huit éléments satisfont à une certaine équation dont on a ainsi la représentation.*

» Si donc on suppose, pour la plus complète généralité, que chacun des huit éléments est à deux cotes, on voit que l'abaque le plus général résultant de l'application de ce principe peut être représenté schématiquement par la notation

$$(1) \quad E_{1,2} \bowtie E'_{1,2}, \quad E_{2,2} \bowtie E'_{2,2}, \quad E_{3,2} \bowtie E'_{3,2}, \quad E_{4,2} \bowtie E'_{4,2}.$$

» Chaque contact s'exprime par une équation entre les quatre cotes correspondantes et les trois paramètres servant à définir la position relative des deux plans. L'élimination de ces trois paramètres entre les quatre équations ainsi obtenues fournit, entre les seize cotes, l'équation dont on a la représentation. Une simple lecture fournit alors la valeur résultant de cette équation pour l'une d'elles, lorsqu'on se donne les valeurs des quinze autres.

» A titre de variante, on peut remarquer que, si l'on réalise la position respective des deux plans au moyen des trois premiers contacts, le réseau de cotes de l'élément E'_4 peut être pris sur le plan P. Dans ce cas, nous emploierons la notation $E'_4(2)$.

» Si les éléments E' sont des cercles concentriques Γ' , comprenant comme cas particulier des droites parallèles Δ' , et pouvant d'ailleurs venir en coïncidence, la position relative des deux plans n'est déterminée qu'à une rotation ou à une translation près. Il suffit dès lors de deux contacts pour la définir. Pour l'uniformité, nous représenterons alors l'abaque par la notation

$$E_{1,2} \bowtie \Gamma'_{1,2}, \quad E_{2,2} \bowtie \Gamma'_{2,2}, \quad E_{3,2} \bowtie \Gamma'_{3,2}, \quad \text{»} \bowtie \text{»}.$$

» Ici encore $\Gamma'_{3,2}$ pourra être remplacé par $\Gamma'_3(2)$.

» 3. C'est en spécialisant plus ou moins la nature des éléments E_i et E'_i , et en remplaçant plusieurs des cotes par des constantes qu'on peut déduire de ce principe général des méthodes particulières. En voici des exemples empruntés à des travaux connus :

» 1^o Méthode de M. Lafay (1) :

$$P_{1,2} \equiv C'_{1,2}, \quad P_{2,2} \equiv C'_{2,2}, \quad P_{3,2} \equiv C'_{3,2}, \quad P_{4,2} \equiv C'_{4,2}.$$

» 2^o Méthode de l'auteur (2) (dont la précédente avait été donnée comme généralisation) :

$$P_{1,2} \equiv D'_1 1, \quad P_{2,2} \equiv D'_1 1, \quad P_{3,2} \equiv C'_3 2, \quad P_{4,2} \equiv C'_4 2.$$

» 3^o Méthode dite des *abaques hexagonaux*, de M. Lallemand (3) :

$$P_{1,2} \equiv D'_1 0, \quad P_{2,2} \equiv D'_2 0, \quad P_{3,2} \equiv D'_3 0, \quad P_{\infty 0} \equiv D'_1 0.$$

» Les droites D'_1 , D'_2 et D'_3 sont les diagonales d'un hexagone régulier.

» 4^o Méthode dite des *points isoplèthes* (4) :

$$P_{1,2} \equiv \Delta'_1 0, \quad P_{2,2} \equiv \Delta'_1 0, \quad P_{3,2} \equiv \Delta'_1 0, \quad \text{» » »}.$$

» 5^o Méthode dite du *transparent à parallèles*, de M. Beghin (5) :

$$P_{1,1} \equiv \Delta'_1 0, \quad P_{2,1} \equiv \Delta'_1 0, \quad P_{3,1} \equiv \Delta'_2 (1), \quad \text{» » »}.$$

» 6^o Méthode dite des *transversales quelconques*, de M. Goedseels (6) :

$$P_{1,1} \equiv C'_1 0, \quad P_{2,1} \equiv C'_1 0, \quad P_{3,1} \equiv C'_1 (0), \quad P_{4,1} \equiv C'_1 0.$$

» 7^o Procédé Siégler, pour la mesure des profils de terrassements (7) :

$$P_{1,1} \equiv D'_1 0, \quad P_{2,1} \equiv D'_2 0, \quad P_{3,1} \equiv D'_1 0, \quad P_{3,1} \equiv D'_2 0.$$

» 8^o Procédé Willotte pour le même objet (8) :

$$P_{1,0} \equiv D'_1 1, \quad P_{\infty 0} \equiv D'_1 1, \quad P_{1,0} \equiv D'_2 0, \quad C_{2,1} \equiv D'_3 1.$$

» 9^o Règle à calcul :

$$P_{1,1} \equiv D'_1 0, \quad P_{\infty 0} \equiv D'_1 0, \quad P_{1,1} \equiv D'_2 0, \quad P_{2,1} \equiv D'_3 1.$$

P_1 et P_2 sont les points lus sur l'échelle de la règle fixe, P_{∞} le point de cette règle à l'infini sur une perpendiculaire à la direction de cette échelle, D'_1 la perpendiculaire au bord de la règle mobile menée par son origine, D'_2 le bord de cette règle qui glisse le long de la règle fixe, D'_3 la perpendiculaire à ce bord menée par le point lu sur l'échelle de la règle mobile.

(1) *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 1195 (24 décembre 1894).

(2) *Ibid.*, t. CXVII, p. 216 et 277 (24 et 31 juillet 1893).

(3) *Ibid.*, t. CII, p. 816 (5 avril 1886).

(4) *Annales des Ponts et Chaussées* (novembre 1884), p. 531; *Génie civil*, t. XVII, p. 343 (1890); *Comptes rendus*, t. CXII, p. 421 (23 février 1891).

(5) *Génie civil* (24 décembre 1892).

(6) Communication faite tout récemment à la Société scientifique de Bruxelles.

(7) *Annales des Ponts et Chaussées*, 1^{er} sem. 1881, p. 98.

(8) *Annales des Ponts et Chaussées*, 2^e semestre 1880, p. 303.

» Nous nous bornerons à ces quelques exemples, nous réservant de développer ailleurs le sujet. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les déformations permanentes et la rupture des métaux.* (1) Note de M. G.-A. FAURIE, présentée par M. Sebert.

« Lorsqu'on essaie à la traction une éprouvette d'un métal malléable, outre les faits généralement observés et souvent décrits qui précèdent le maximum de la charge, il se produit parfois un phénomène spécial qui fait paraître le mécanisme intime de la déformation, et qui montre, *a priori*, que la loi fondamentale de l'écroutissage doit être une fonction, non pas de la simple longueur (L), mais d'une fraction constante $\left(\frac{L}{\alpha}\right)$ de cette longueur. On constate en effet, dans certaines conditions, la production tout le long de l'éprouvette de nœuds et de ventres équidistants, assez peu distincts d'ordinaire, mais parfois aussi très fortement accentués. Ces nodalités se produisent dans les fils, tiges ou lamelles lorsque la longueur est d'environ 50 à 60 fois la plus petite dimension transversale. Elles sont certainement dues à l'interférence de l'action de la charge qui agit à l'extrémité inférieure, avec la réaction qui agit à l'autre extrémité.

» Ce phénomène n'est donc qu'une traduction nouvelle de la façon dont l'énergie se répartit entre les points d'attache, et par suite offre avec le phénomène des vibrations des tiges encastrées des points de comparaison qu'il sera sans doute possible de mettre en lumière.

» Lorsqu'on opère sur des éprouvettes de trop faible section, il est difficile de se mettre suffisamment à l'abri des causes d'erreur tenant à l'irrégularité des recuits, irrégularités qui prennent dans ce cas une très grande importance, à cause de l'influence exagérée des actions superficielles dues à l'oxydation. Avec des précautions normales, des éprouvettes en laiton de 18^{mm} de section et de 200^{mm} de longueur utile entre les repères donnent de bons résultats; on obtient également des nodalités très nettes en opérant avec soin sur des fils de cuivre de 3^{mm} de diamètre et de 200^{mm} de longueur utile entre les repères. On se placerait dans les conditions les plus favorables en employant une tige en laiton de 150^{mm} et de 1^m de longueur.

(1) Voir mes différentes Communications antérieures, *Comptes rendus*, t. CXIII, CXX, CXXI, CXXIV.

Dans ce cas la traction doit être donnée au banc d'étirage, et l'évaluation des charges de déformation peut être faite en interposant des éprouvettes préalablement tarées entre la barre en expérience et les mordaches du banc.

» Le phénomène des nodalités se produit encore normalement lorsque, après avoir écroné des éprouvettes et les avoir recuites une première fois, on leur fait subir à nouveau plusieurs passes de traction et plusieurs chaudes. Dans ce cas particulier l'expérience présente diverses circonstances intéressantes. Supposons, pour préciser les idées, que l'essai soit effectué sur un barreau en cuivre pur. Le barreau, ayant subi un recuit complet et intégral, commence à se déformer sous une charge de 5^{kg} par millimètre carré. On continue à l'allonger en augmentant la charge jusqu'à ce qu'elle atteigne une valeur légèrement inférieure à 22^{kg} . Alors on arrête l'essai et l'on donne un recuit complet et intégral par une chaude appropriée. La température de la chaude doit s'élever jusqu'à 500° pour produire sur l'écroutissage un effet pouvant subsister après le retour du barreau à la température ambiante.

» Après le recuit, on donne un nouvel écroutissage de traction. De nouveau la déformation commence à la charge de 5^{kg} par millimètre carré, continue au fur et à mesure que la charge augmente, et atteint comme précédemment la limite des allongements proportionnels pour une charge légèrement inférieure à 22^{kg} . L'écroutissage acquis nécessite une deuxième chaude que l'on donne comme il vient d'être dit. On procède ainsi par tractions et recuits successifs, et chaque fois les charges varient de 5^{kg} à 21^{kg} , 5 ou 21^{kg} , 7 par millimètre carré. Chaque fois l'allongement est de 30 à 33 pour 100 de la longueur de l'éprouvette recuite. Le nombre d'opérations possibles n'a pour limite que l'importance des malfaçons dues à l'inexpérience des ouvriers ou au manque d'homogénéité du métal. Le phénomène des nodalités se présente dans ces conditions dès la deuxième passe ou la troisième au plus tard : l'éprouvette se creuse en un certain nombre de collets équidistants séparés par des renflements également équidistants. Aux passes suivantes la déformation commence généralement à la même dépression et s'étend, au fur et à mesure que l'allongement se produit, aux dépressions voisines.

» Je dois remarquer dès maintenant que, ni dans la déformation de laminage, ni dans la déformation de torsion, on ne peut constater rien d'analogue au phénomène que je viens de décrire ; on doit en conclure que ce phénomène est bien dû, comme je l'ai dit, à une action d'interférence.»

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la flexion des pièces épaisses.* Note de M. RIBIÈRE, présentée par M. Sarrau.

« Soit une poutre rectangulaire de longueur $2a$, de hauteur $2h$, encastree à ses deux extrémités et que je suppose, pour réduire le problème à deux dimensions, de largeur indéfinie.

» Je désigne par N_1 et N_2 les efforts normaux sur les éléments perpendiculaires à OX, axe longitudinal, et OY, axe transversal, et par T l'effort tangentiel.

» Dans un précédent travail (¹), j'ai démontré que, pour une poutre de ce genre supportant des charges normales à sa longueur, les équations générales de l'élasticité étaient satisfaites par les séries

$$\begin{aligned} N_1 &= \Sigma - m \cos mx [(2a_1 - 3a_2)e^{my} - (2b_1 - 3b_2)e^{-my} - 2ma_2ye^{my} - 2mb_2ye^{-my}], \\ N_2 &= \Sigma m \cos mx [(2a_1 + a_2)e^{my} + (2b_1 + b_2)e^{-my} - 2ma_2ye^{my} - 2mb_2ye^{-my}], \\ T &= \Sigma - m \sin mx [(2a_1 - a_2)e^{my} + (2b_1 - b_2)e^{-my} - 2ma_2ye^{my} + 2mb_2ye^{-my}], \end{aligned}$$

en donnant à m les valeurs $\frac{i\pi}{a}$, i étant égal aux nombres entiers successifs.

» On détermine a_1, a_2, b_1, b_2 de façon que la valeur de N_2 soit identique, pour $y = +h$ et $y = -h$, aux séries de Fourier représentant, l'une la charge sur la face supérieure, l'autre la réaction des appuis sur la face inférieure, calculée en supposant que la longueur de chacun de ces appuis soit égale à $\frac{a}{3}$.

» En faisant les calculs pour une charge uniforme et une charge centrale, j'ai démontré que, pour une hauteur de poutre égale ou inférieure au $\frac{1}{10}$ de la longueur, les résultats différaient très peu de ceux donnés par la théorie ordinaire de la résistance des matériaux, dans laquelle on admet que les efforts N_1 sont répartis dans une section verticale, suivant la loi dite *du trapèze*.

» Il n'en est plus ainsi pour les poutres de grande hauteur. Considérons, par exemple, le cas d'une charge uniforme p . On trouve alors pour la face supérieure $y = +h$, en désignant par E et ϵ les fonctions dites *cosinus* et

(¹) Thèse de doctorat : *Sur divers cas de la flexion des prismes rectangles*; 1889.

sinus hyperboliques,

$$N_1 = \frac{p}{3} + \Sigma \cos mx \frac{16sp \sin m \frac{s-1}{s} a}{E4mh - 8m^2h^2 - 1} \frac{h}{a} \mathcal{C} 2mh;$$

quand h croît, tous les termes de cette série tendent rapidement vers zéro; en faisant le calcul, on reconnaît qu'à partir de $h = a$ ils sont pratiquement négligeables, et que N_1 se réduit alors à $\frac{p}{3}$.

» Pour la face inférieure $y = -h$ on a

$$N_1 = \frac{p}{3} - \Sigma \cos mx \frac{2sp \sin m \frac{s-1}{s} a}{am} \frac{E4mh + 8m^2h^2 - 1}{E4mh - 8m^2h^2 - 1}.$$

» Le facteur $\frac{E4mh + 8m^2h^2 - 1}{E4mh - 8m^2h^2 - 1}$ se rapproche de 1 très rapidement, quand h croît, et n'en diffère pas pratiquement à partir de $h = a$. N_1 tend donc rapidement vers la valeur

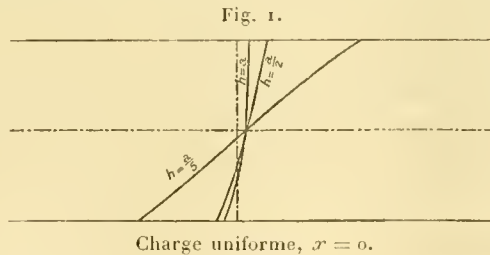
$$\frac{p}{3} - \Sigma \cos mx \frac{2sp \sin m \frac{s-1}{s} a}{am},$$

série qui représente, de $x = 0$ à $x = a \frac{s-1}{s}$, une valeur constante égale à $-\frac{2p}{3}$, et, de $x = a \frac{s-1}{s}$ à a , une valeur constante égale à $ps - \frac{2p}{3}$, soit, pour $s = 10$, à 9,33p.

» On reconnaît ainsi que, à partir de $h = a$, les valeurs de N_1 varient, de la face supérieure à la face inférieure, au milieu de la poutre du simple au double, à l'encastrement de 1 à 9,33 pour $s = 10$.

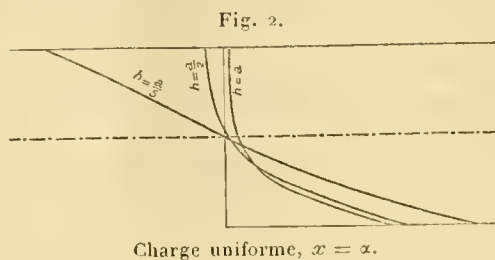
» D'autre part, à partir d'une certaine valeur de h , les efforts deviennent indépendants de la hauteur et l'on n'augmente pas la résistance de la poutre en augmentant sa hauteur.

» La fig. 1 représente les courbes des valeurs de N_1 dans la section ver-

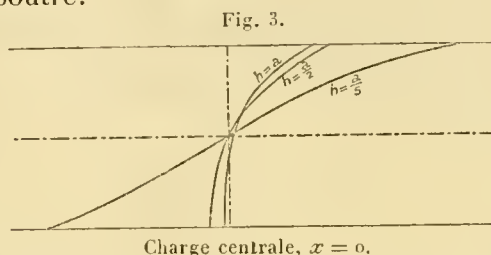


ticale médiane successivement pour $h = \frac{a}{s}$, $h = \frac{a}{2}$, $h = a$.

- » La *fig. 2* représente les mêmes courbes pour la section d'encastrement.
 » Dans le cas d'une charge centrale on arrive à des résultats analogues,



représentés par la *fig. 3*, qui s'applique indistinctement au milieu ou à l'extrémité de la poutre.



» Il résulte de là que, dans les cas considérés, la loi dite *du trapèze* est en désaccord, à partir d'une certaine hauteur de poutre, avec la théorie mathématique de l'Élasticité. »

PHOTOMÉTRIE. — *Étude expérimentale de l'éclat des projecteurs de lumière.*

Note de MM. **A. BLONDEL** et **J. REY**, présentée par M. A. Cornu.

« Dans un précédent Mémoire ⁽¹⁾, l'un de nous a indiqué, pour l'étude des appareils optiques industriels, une méthode générale qui la ramène à la détermination de l'éclat apparent en chaque point de la surface optique par laquelle sortent les rayons. Cette surface est considérée comme une véritable source secondaire de lumière dont l'éclat apparent, c'est-à-dire l'intensité lumineuse par unité de surface mesurée généralement dans la direction de l'axe optique, est une fonction des coordonnées qu'on peut

(1) *Théorie des projecteurs*, par A. Blondel; Paris, 1894 (Lahure); voir pages 27 et suivantes.

écrire sous la forme $E = kui$, en appelant i l'éclat de la source de lumière, k et u deux coefficients, l'un de *transmission*, l'autre d'*effet optique*, qu'on peut calculer pour chaque appareil.

» Ces calculs ont montré que, pour les projecteurs dioptriques (lentilles de Fresnel), les coefficients k et u diminuent du centre au bord de l'appareil et que, par suite, l'éclat apparent va en s'abaissant assez rapidement, tandis que pour les projecteurs à réflexion (réflecteurs métalliques, miroirs paraboliques en verre mince, anneaux catadioptriques) cet éclat est constant sur toute la surface. Les projecteurs Mangin se prêtent moins facilement au calcul ; mais nous avons pu montrer cependant que leurs coefficients k et u varient en sens inverse et assez faiblement pour que l'éclat apparent dans la direction de l'axe optique puisse être considéré comme sensiblement uniforme sur toute la surface en dehors de la zone centrale occultée par le charbon négatif.

» Nous nous sommes proposé de vérifier cette conclusion expérimentalement par les méthodes photométriques dont nous avons indiqué le principe⁽¹⁾. Celles-ci consistaient, soit dans la photographie des appareils à grande distance, soit dans l'emploi du microphotomètre de M. Cornu, ou de photomètres analogues, soit dans la mesure de l'éclairement produit sur un écran par un petit élément de surface, isolé au point considéré, le reste de l'appareil étant masqué.

» Cette dernière méthode s'est montrée la plus simple en pratique ; mais tandis que, pour les appareils dioptriques, il suffisait d'appliquer sur la surface d'émission un écran opaque percé de petits trous, il a fallu pour les miroirs, par suite de la position de la lampe en avant de la surface, modifier cette disposition en plaçant, comme M. Rey en a eu l'idée, l'écran à une certaine distance en avant du projecteur, à la place de la porte vitrée qui ferme ordinairement l'appareil. Cet écran G (*fig. 1*) est formé d'un disque en tôle percé de trous de 5^{mm} de diamètre en mince paroi, répartis régulièrement le long d'un ou plusieurs rayons.

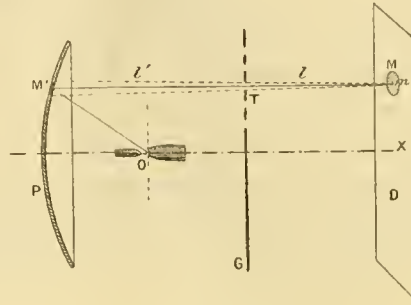
» Chaque trou T , lorsqu'on le débouche, produit sur un écran d'observation D , placé à une certaine distance et perpendiculaire à l'axe OX , une image M de la source lumineuse O (ici le cratère de l'arc électrique, dont la forme varie naturellement suivant la position du trou). Nous avons l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie une photographie qui montre l'aspect des taches ainsi produites par des trous disposés suivant deux rayons horizontaux et un vertical, dans le cas d'un projecteur parabo-

(¹) *Loc. cit.*, p. 17.

lique de 1^m de diamètre éclairé par une lampe de 75 ampères à charbons horizontaux.

» Si, au centre optique m de la tache M produite par un trou quelconque T, on remplace l'écran d'observation par l'écran même d'un photomètre, on obtient une

Fig. 1.



mesure de l'éclairement E produit par le trou correspondant, et l'on peut en déduire l'éclat apparent i du miroir sur la plage M' découpée sur la surface du miroir par le cône ayant pour sommet m et pour base le trou T; on a, en effet, immédiatement la relation

$$E = \frac{is}{l^2},$$

l étant la distance du photomètre au trou, s la surface de celui-ci. Il est facile de placer l'écran du photomètre à une distance suffisamment grande relativement à la dimension du trou pour que l'éclat, ainsi mesuré, ne diffère pas sensiblement de celui qu'on obtiendrait si le trou était sur la surface optique elle-même.

» Il n'en est pas de même des divergences des pinceaux lumineux issus de trous, lesquelles diffèrent complètement des divergences vraies mesurées à la surface de l'appareil; par exemple, en appelant d le diamètre de la tache M, la divergence correspondante du pinceau issu de m' est, non pas $\frac{d}{l}$, mais $\frac{d}{l} \frac{l''}{l'}$, en appelant l' et l'' les distances du trou au miroir et à la source O, suivant la marche des rayons.

» Nous avons fait de cette méthode l'objet d'une série très étendue d'expériences, à partir de novembre 1894, dans les ateliers de MM. Sautter, Harlé et C^{ie}. Ces expériences, conduites par M. Rey, ont porté sur des projecteurs paraboliques et surtout sur des projecteurs Mangin. L'épure annexée à la présente Note est un des meilleurs spécimens des répartitions d'éclat obtenues pour l'un de ces derniers (projecteur Mangin à court foyer de 0^{mm},60 de diamètre, expérience du 6 décembre 1894); l'écran portait, suivant un rayon, 20 trous de 5^{mm} de diamètre, donnant l'éclat

d'autant de zones de 30^{mm} de largeur, dont les surfaces sont indiquées au-dessous des trous. Le photomètre était placé à 30^m.

» Cette épure montre que l'éclat reste bien sensiblement constant, sauf à l'extrême bord du miroir et dans la zone centrale du projecteur où le charbon négatif produit une occultation totale ou partielle.

» Connaissant par cette épure la valeur de l'éclat moyen applicable à chaque zone circulaire et la surface, on en déduit l'intensité lumineuse totale de cette zone; la somme de ces intensités élémentaires donne, suivant la définition de M. Bourdelles, la *puissance lumineuse* totale de l'appareil à grande distance. Dans l'exemple précédent, elle atteint 55719000 bougies décimales. Cette puissance est ainsi connue avec une grande précision sans sortir du laboratoire; elle est rendue particulièrement commode dans le cas des miroirs Mangin par la grande perfection de la taille sphérique des surfaces, qui permet d'obtenir sur l'écran d'observation d'excellentes images du cratère. »

OPTIQUE. — *Étude de quelques radiations par la spectroscopie interférentielle.*

Note de MM. A. PEROT et CH. FABRY, présentée par M. A. Cornu.

« Nous avons appliqué notre méthode de spectroscopie interférentielle à l'étude de quelques radiations émises par des vapeurs métalliques portées à l'incandescence par la décharge d'une bobine d'induction. Ces radiations ont déjà été examinées par M. Michelson. Nous avons employé soit le dispositif de ce savant (tube à électrodes annulaires), soit celui que M. Hany a indiqué pour l'illumination des vapeurs de cadmium (tube sans électrodes avec partie rétrécie).

» Lorsque le spectre de la source lumineuse contient plusieurs raies, la lumière doit être préalablement analysée au moyen d'un prisme, pour séparer et analyser séparément les diverses radiations; à cause de la petitesse de la source lumineuse, l'emploi d'une fente n'est pas nécessaire: le point lumineux est placé au foyer d'une lentille, et le faisceau, rendu parallèle, traverse un prisme à sulfure de carbone, puis une seconde lentille qui projette sur la lame d'acier celle des images du tube qui correspond à la radiation que l'on veut étudier.

» L'expérience consiste alors à examiner l'aspect des anneaux d'interférence, en écartant progressivement les deux glaces argentées. Si, par exemple, la radiation examinée est double, on voit, pour un certain écar-

tement des surfaces, chaque anneau se dédoubler. Celle des deux radiations dont la longueur d'onde est la plus grande donne, dans ce doublet, l'anneau intérieur. L'appareil permet une mesure exacte de la différence des deux longueurs d'onde : on fera croître la distance des surfaces argentées jusqu'à ce que les anneaux de l'un des systèmes soient exactement intercalés entre ceux de l'autre. Soient alors e la distance des surfaces, et λ et $\lambda + \Delta\lambda$ les valeurs très voisines des deux longueurs d'onde. A l'une des radiations correspond la frange d'ordre p et, à l'autre, la frange d'ordre $p + \frac{1}{2}$. On a donc

$$(p + \frac{1}{2})\lambda = p(\lambda + \Delta\lambda) = 2e;$$

d'où

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{1}{2p} = \frac{\lambda + \Delta\lambda}{4e}.$$

» Dans ce qui va suivre, nous exprimerons toujours l'intervalle entre deux raies par la *valeur relative* de leur différence de longueurs d'onde $\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$. Rappelons, comme point de comparaison, qu'entre les deux raies jaunes du sodium la différence relative est d'à peu près $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{1}{1000} = 1000 \times 10^{-6}$.

» *Thallium*. — (Chlorure dans un tube de M. Michelson ou de M. Hamy.) La seule radiation visible est la radiation verte ($\lambda = 0^{\mu}, 5349$); l'emploi du prisme est inutile.

» La raie se dédouble avec la plus grande facilité. Dès l'épaisseur $1^{\text{mm}}, 5$ (numéro d'ordre 5600), on peut apercevoir à l'intérieur de chaque anneau brillant un second anneau plus faible, ce qui indique l'existence d'une seconde radiation de longueur d'onde un peu plus grande. Le dédoublement est complet pour l'épaisseur $6^{\text{mm}}, 35$ (numéro d'ordre 24000). La distance des deux composantes est donc, en valeur relative,

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{1}{48000} = 21 \times 10^{-6}.$$

» La composante principale est elle-même double; pour une distance de 18^{mm} les anneaux correspondant à la radiation principale commencent à se dédoubler, la radiation la plus faible étant à l'intérieur, et par suite de longueur d'onde un peu plus grande. L'intervalle de ces deux composantes est $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = 3 \times 10^{-6}$.

» *En résumé*, la raie du thallium est composée d'une radiation principale et de deux radiations plus faibles placées toutes deux du côté du rouge; les éclats de ces deux radiations supplémentaires nous ont paru approximativement égaux, et leurs distances à la raie principale sont respectivement 3 et 21×10^{-6} .

» *Mercure*. — (Vapeur métallique dans un tube de M. Michelson.) Nous n'avons

examiné que la raie verte ($\lambda = 0^{\mu}, 5461$), qui est la plus brillante. Cette raie est aussi triple, mais à composantes plus rapprochées que celle du thallium; elle se compose d'une radiation principale et d'une radiation très faible, de longueur d'onde un peu plus grande ($\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = 17 \times 10^{-6}$). La composante principale est elle-même double, avec la radiation la plus faible du côté du rouge. La distance de ces deux composantes est extrêmement petite, et elles sont difficiles à séparer parce que leur distance excède à peine leur largeur. Leur distance peut être évaluée à $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = 1,5 \times 10^{-6}$ (à peu près $\frac{1}{700}$ de l'intervalle qui sépare les deux raies du sodium).

» *Cadmium*. — (Vapeur métallique dans un tube de M. Michelson.) La raie verte ($\lambda = 0^{\mu}, 5086$) est accompagnée d'une faible radiation située du côté du violet ($\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = -5 \times 10^{-6}$).

» La raie ($\lambda = 0^{\mu}, 4800$) est triple. Pour une épaisseur de 4^{mm} on voit apparaître deux raies très faibles, l'une à l'intérieur, l'autre à l'extérieur de chaque anneau brillant. Ces deux radiations paraissent égales en intensité et équidistantes de la radiation principale. Pour une épaisseur de 7^{mm},₂ les anneaux correspondant aux deux petites composantes viennent se confondre au milieu de l'intervalle qui sépare les anneaux principaux. La raie bleue est donc composée d'une raie centrale, accompagnée de deux radiations beaucoup plus faibles, égales et équidistantes de la radiation principale. La distance de cette dernière à chacune des petites raies est $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = 17 \times 10^{-6}$.

» Quelques-uns des résultats qui précèdent diffèrent sensiblement de ceux que M. Michelson a donnés comme résultats de ses belles recherches sur la visibilité des franges. Mais il ne faut pas oublier que la connaissance exacte de la courbe de visibilité ne suffit pas pour déterminer complètement la répartition de la lumière dans une raie spectrale (1). Étant donnée une courbe de visibilité, on peut faire une infinité d'hypothèses sur la constitution de la lumière employée; en particulier, si l'on suppose l'existence de deux raies inégales, il est impossible de dire laquelle est située du côté du rouge. La même indétermination subsisterait avec tous les appareils qui ne font intervenir que deux ondes interférentes. Au contraire, dans notre appareil, chaque radiation est directement visible, et l'on peut juger de son éclat et assigner sa place dans le spectre. La constitution des raies que nous venons d'indiquer conduirait à des courbes de visibilité sensiblement identiques à celles qui résultent des ob-

(1) Voir LORD RAYLEIGH, *On the interference bands of approximately homogeneous light* (*Philosophical Magazine*, 6^e série, t. XXXIV, p. 407; 1892).

servations de M. Michelson; nos expériences, loin d'être en désaccord avec elles, les confirment pleinement.

» Rappelons enfin que notre méthode présente de grands avantages pour la comparaison des longueurs d'onde, soit très voisines, soit différentes, par l'observation des *coïncidences* des franges correspondant aux deux radiations, et que l'observation de ces coïncidences nous a été utile pour retrouver le numéro d'ordre de certaines franges et, par suite, mesurer rapidement des épaisseurs (1). »

PHYSIQUE. — *Sur la mesure des hautes températures par la méthode interférentielle.* Note de M. DANIEL BERTHELOT, présentée par M. H. Becquerel.

« J'ai eu l'honneur de faire connaître antérieurement à l'Académie (*Comptes rendus*, 16 avril 1895) une méthode nouvelle pour la mesure des températures. Cette méthode, étant fondée uniquement sur les propriétés des gaz, paraît susceptible de donner directement la valeur des températures dans l'échelle thermodynamique, comme celle du thermomètre à gaz, et elle offre sur cette dernière l'avantage d'être indépendante de la nature, de la forme et des dimensions de l'enveloppe thermométrique.

» La loi physique sur laquelle elle s'appuie est la suivante :

» *Si l'on diminue d'une même fraction la densité d'un gaz, d'une part par élévation de température, d'autre part par diminution de pression, l'indice de réfraction prend la même valeur dans les deux cas.*

» Dans une première série d'expériences faites entre 0° et 200°, j'ai montré la rigueur de cette méthode. Je me propose aujourd'hui de décrire les appareils qui m'ont servi pour une seconde série d'expériences faites jusqu'au point de fusion de l'or, c'est-à-dire jusqu'à la constante physique la plus élevée dans l'échelle des températures que l'on ait mesurée avec le thermomètre à air. Les écarts entre les diverses mesures de ce point important publiées depuis vingt ans, écarts qui dépassent 50°, rendaient désirable une mesure nouvelle exécutée par des procédés plus directs que ceux employés jusqu'à ce jour. Tous ces procédés, en effet, sont indirects : on commence par étudier avec un thermomètre à air les variations que la chaleur fait subir à une propriété physique (chaleur spécifique d'un métal inaltérable, force électromotrice d'un couple, résistance électrique d'un fil), et l'on utilise ensuite cette propriété pour déterminer le point de fusion des métaux. Cette manière de faire a l'inconvénient de superposer les erreurs dues à deux séries de mesures.

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, décembre 1897.

» D'ailleurs l'exactitude du thermomètre à air à ces hautes températures est limitée par certaines causes d'erreur qui lui sont inhérentes : telles sont la correction due à l'espace nuisible dont l'importance augmente de plus en plus, et la condensation des gaz sur les parois. Ce dernier phénomène, qui s'est opposé jusqu'à présent à la vérification de la loi de Mariotte aux basses pressions, paraît jouer ici un rôle perturbateur analogue.

» La méthode interférentielle est exempte de ces causes d'erreur. En premier lieu, elle est directe : les points de fusion sont déterminés dans l'appareil même au moment de la mesure. En second lieu, elle est indépendante de toutes les propriétés de l'enveloppe thermométrique : elle ne nécessite que l'uniformité de température de la colonne gazeuse traversée par le rayon lumineux et la connaissance exacte de sa longueur.

» Dans mes expériences antérieures, j'ai réalisé ces deux conditions : la première par l'emploi de liquides bouillant sous la pression atmosphérique; la seconde en éliminant par une méthode différentielle les régions à température variable situées à l'extrémité des tubes chauffés.

» Dans mes nouvelles expériences, j'ai réalisé la première condition par le mode de chauffage électrique, qui consiste à porter au rouge un tube réfractaire par une spirale de platine ou de nickel traversée par un courant. Le platine permet d'atteindre pratiquement 1500° et le nickel 1200°. Ce procédé a déjà été employé avec succès par M. Ledebor dans ses recherches sur l'aimantation du fer (*Comptes rendus*, t. CVI, p. 129; 1888), par M. Curie dans ses expériences sur les propriétés magnétiques des corps (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 805; 1892), par M. Charpy dans ses études sur les transformations du fer (*Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 419; 1894).

» Autour d'un tube de porcelaine ou de terre réfractaire, de 85^{cm} de long et de 27^{mm} de diamètre intérieur, sont enroulées deux hélices indépendantes en fil de platine, de 0^{mm},6 de diamètre. L'écartement des spires est de 7^{mm}. Ce système est protégé contre le refroidissement par plusieurs couches de fil d'amiante, de corde d'amiante et de kaolin enfermées dans un cylindre en laiton de 11^{cm} de diamètre.

» Pour avoir un courant constant, on se sert d'accumulateurs. Un courant de 4 ampères maintient la température de 1000°. Un couple thermo-électrique permet d'explorer le champ calorifique. Il est facile, en agissant au besoin sur un rhéostat, de maintenir la température d'un point constante, à 0°2 près, pendant plusieurs heures. Le mode de chauffage étant symétrique par rapport à l'axe, tous les points situés dans un plan perpendiculaire à cet axe sont à la même température et les franges observées sont rigoureusement horizontales. C'est ce qui n'a pas lieu avec les fours à gaz généralement employés jusqu'ici : les tubes et les mouffles y sont chauffés inégalement en haut et en bas et la courbure des franges trahit les différences de densité des couches d'air.

» La température augmente des extrémités vers le milieu; mais on constate que, l'appareil étant complété, comme il sera dit plus loin, par l'adjonction de tubes à circulation d'eau, la température de la région centrale ne varie pas de 1° sur une longueur de 14^{cm}.

» Ce four, qui ne dégage pas de gaz, qui ne produit pas de rayonnement intense, peut s'installer dans n'importe quelle pièce d'un laboratoire. Il permet d'obtenir n'im-

porte quelle température donnée, de la retrouver sans tâtonnements, de la maintenir constante presque indéfiniment, de l'augmenter ou de la diminuer à volonté. Il permet aussi de faire varier la vitesse de refroidissement par intercalation d'une résistance croissante sur le courant. En un mot, il introduit dans la production des températures toute la précision des mesures électriques.

» Ainsi est réalisée la première condition exigée par ma méthode : la constance de la température. Voici comment on réalise la seconde.

» A l'une des extrémités du tube en terre réfractaire et selon son axe pénètre jusqu'à une distance fixe de 7^{cm} un tube en laiton de 17^{cm} de longueur et de 7^{mm} de diamètre intérieur, entouré lui-même d'un système de deux tubes concentriques de 15^{mm},4 et de 21^{mm} de diamètres intérieurs où circule un courant d'eau rapide. Les épaisseurs des tubes sont de 0^{mm},5, sauf celle du tube extérieur qui est de 1^{mm}.

» A l'autre extrémité du grand tube en terre se trouve un système de trois tubes de laiton concentriques à circulation d'eau semblable au précédent et de 54^{cm} de longueur. Ce second système est mobile dans une coulisse qui permet de le déplacer suivant son axe. On évalue ce déplacement sur une règle graduée fixée au tube et qui se meut sous le réticule d'un microscope. La distance exacte des traits a été mesurée au Bureau des Poids et Mesures avec le concours obligeant de MM. Benoît et Guillaume.

» Pour avoir des franges aussi nettes à chaud qu'à froid, il faut ménager au rayon lumineux un régime de transition entre les tubes en laiton froids et le tube en terre porté au rouge : on y arrive en prolongeant les premiers par de petits tubes de platine de 7^{mm} de diamètre extérieur et de 4^{cm} de longueur.

» Le tube chaud étant porté à la température qu'il s'agit de mesurer et qui est contrôlée par une pince thermo-électrique platine-platine iridié, on amène les franges au zéro en raréfiant l'air dans le tube froid parallèle au tube chaud, où passe la seconde partie du faisceau lumineux. On lit au cathétomètre la pression correspondante ; on tire alors le tube mobile de 5^{cm}, 6^{cm} ou 10^{cm}, ce qui allonge d'autant la longueur de la région à température constante. On vérifie que l'indication de la pince n'a pas varié. On ramène les franges au zéro par diminution de pression dans le tube froid. On fait une seconde lecture du manomètre. On revient ensuite à la position primitive, on ramène les franges et l'on s'assure que l'on retrouve la pression primitive.

» Si l'on a noté avec une pince thermo-électrique fer-cuivre les températures des divers tubes refroidis par des courants d'eau, on possède toutes les données nécessaires au calcul.

» On obtient un éclairage intense du collimateur, suffisant pour remplacer en bien des cas, dans les spectroscopes, goniomètres, etc., l'arc électrique, en projetant sur la fente l'image d'un bec papillon à acétylène vu par la tranche.

» Je donnerai prochainement les résultats des expériences faites avec cet appareil sur les points de fusion et d'ébullition de divers corps simples (1). »

(1) Travail fait au laboratoire d'Enseignement physique à la Sorbonne.

PHYSIQUE. *Sur la composition de l'air en divers lieux et la densité des gaz.*
 Note de M. A. LEDUC, présentée par M. Lippmann.

« Bien que je n'aie envisagé l'étude de l'atmosphère qu'au point de vue assez restreint de la proportion (en poids) de l'oxygène dans l'air dépouillé d'acide carbonique, de vapeur d'eau, etc., je crois utile de comparer mes résultats à ceux des principales expériences antérieures, et, en particulier, de celles de M. B. Lewy.

» ANCIENNES EXPÉRIENCES. — 1^o *Méthode de Dumas*. — A côté de l'erreur systématique que j'ai mise en évidence (1), la méthode de Dumas en comporte un certain nombre d'autres plus ou moins personnelles qui empêchent de comparer utilement les résultats des divers expérimentateurs. C'est l'impression qui se dégage particulièrement des deux séries d'expériences de M. Lewy relatives à l'air capté sur la mer du Nord, à l'aller du Havre à Copenhague et au retour (2). Les proportions d'oxygène trouvées ont été :

| | |
|---|-----------------|
| Aller (juin) (analyses faites au laboratoire d'OErstedt, à Copenhague)..... | 0,2258 à 0,2262 |
| Retour (mai) (analyses faites au laboratoire de Dumas, et sous ses yeux)..... | 0,2304 à 0,2323 |

qu'il convient de comparer à celles-ci :

| | |
|--------------------------------------|--------|
| Air de Copenhague et d'Elseneur..... | 0,2303 |
| Air de Paris, d'après Dumas..... | 0,2300 |

» On admettra difficilement que ces écarts contraires correspondent bien à la réalité des faits.

» 2^o *Méthode de Regnault*. — La méthode eudiométrique de Regnault et Reiset comporte moins d'incertitude et permet de suivre les variations de la proportion de l'oxygène avec une sensibilité voisine de 0,0001, pourvu que la mesure des pressions et le repérage des volumes soient soigneusement exécutés au cathétomètre (3) et que la température du manchon, ou plutôt du gaz, soit repérée à 0°,01 près.

» Mais cette méthode comporte plusieurs erreurs systématiques, dont l'une mérite d'être signalée. Lorsqu'on mesure la pression avant l'explosion, l'équilibre de température peut être atteint, et la pression de la vapeur d'eau est, comme l'a montré Regnault, notablement inférieure à sa pression maxima. Après l'explosion, il faudrait

(1) A. LEDUC, *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 130; 1891.

(2) LEWY, *Annales de Chimie et de Physique*; 1843.

(3) Il sera nécessaire de tenir compte de mes observations sur le niveau moyen (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 744).

attendre longtemps pour qu'il en fût de même; autrement, la diminution de pression observée est trop faible, et la proportion de l'oxygène est estimée *trop bas* (1 à 3 dix-millièmes).

» Une autre erreur systématique importante entache les résultats de M. Lewy (1) : on admettait alors que l'hydrogène et l'oxygène se combinent exactement dans le rapport de 2 à 1. Il résulte de mes expériences que l'erreur relative commise *en plus* sur l'oxygène est 0,0012 et, par suite, celle sur le poids total 0,0003.

» Voici les résultats de M. Lewy, traduits en poids au moyen de mes densités, et diminués de 0,0004 pour les rendre comparables aux miens. La proportion de l'oxygène (en dix-millièmes) a été trouvée, pour de l'air pris :

| | | |
|----------------------------------|------|----------------------------|
| A Paris..... | 2320 | |
| Au Havre..... | 2305 | |
| En mer, la nuit..... | 2315 | } moyenne générale... 2321 |
| Id. le jour..... | 2325 | |
| A Bogota, saison des pluies..... | 2317 | } moyenne..... 2320 |
| Id. belle saison..... | 2322 | |

» A part les expériences du Havre, que je confirmerai tout à l'heure, il semblerait résulter de là que l'altitude et le voisinage de la mer n'exercent aucune influence systématique.

» *Mes expériences.* — Or j'ai trouvé, par la méthode en poids dont j'ai déjà discuté la précision, la fidélité et l'exactitude (2), les nombres suivants :

| | | Moyennes. |
|--|-------------|-----------|
| Paris..... | 2318 à 2323 | 2320 |
| Nice, Nîmes, Alger, en été, vent sud-ouest..... | 2321 à 2324 | 2323 |
| Plage voisine de Dieppe, brise nord en juillet..... | 2316 | } 2311 |
| » » le 1 ^{er} avril..... | 2307 | |
| Frontière belge, vent nord-est, en été..... | 2317 | } 2313 |
| » » en hiver..... | 2309 | |
| Alpes (2060 ^m), 7 octobre, vent violent descendant.. | 2305 | |
| » 8 octobre, brise ascendante..... | 2323 | |
| Puy de Dôme, 29 novembre, temps calme..... | 2317 | |
| » 22 novembre, vent sud-ouest fort. . . | 2323 | |

» On peut reconnaître dans ces nombres l'influence de la saison, de l'altitude, du voisinage de la mer et peut-être aussi de la latitude.

» Il m'avait semblé, par exemple (ceci remonte à 1894), que l'air de

(1) LEWY, *Annales de Chimie et de Physique* (1852).

(2) *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 1072; 1893. J'adresse ici mes remerciements à MM. Hurion, colonel Renard, Brunhes, Limb, Chairy, Chauveau, Bertrand, Labois, qui ont bien voulu se charger d'exécuter pour moi un certain nombre de prises d'air.

Londres devait être moins riche en oxygène que celui de Paris; j'en trouve la preuve dans une récente Communication de Lord Rayleigh à la Société Royale (1) sur les densités des gaz par rapport à l'air. En effet, tous les nombres de ce savant, relatifs aux gaz difficiles à liquéfier, sont supérieurs aux miens d'un peu plus de $\frac{1}{10000}$, tandis que nos densités de ces mêmes gaz par rapport à l'oxygène concordent aussi rigoureusement que possible. On peut en conclure que l'air moyen de Londres ne contient que 231 millièmes d'oxygène.

» *Densités des gaz par rapport à l'oxygène.* — Ce qui précède confirme la nécessité sur laquelle j'ai déjà insisté (2) de rapporter les densités à un gaz bien défini. J'avais choisi comme terme de comparaison l'azote. Mais l'azote atmosphérique semble devoir être mis hors de cause, parce que c'est un mélange, et l'azote chimique me paraît trop difficile à obtenir à l'état de pureté.

» Je propose donc de rapporter désormais les densités à l'oxygène. Pour préciser complètement les données numériques il me suffit d'ajouter que la masse du litre d'oxygène à 0°, sous la pression d'une barye, est 1^{gr},4100.

| Gaz. | Par rapport à l'air d'après | | Par rapport à l'oxygène | |
|---------------------------|-----------------------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | L ^d Rayleigh. | A. Leduc. | L ^d Rayleigh. | A. Leduc. |
| Oxygène..... | 1,10535 | 1,10523 | 1 | 1 |
| Azote atmosphérique..... | 0,97209 | 0,97203 | 0,87944 | 0,87948 |
| Azote..... | 0,96737 | 0,96717 | 0,87507 | 0,87508 |
| Oxyde de carbone..... | 0,96716 | 0,96702 | 0,87498 | 0,87495 |
| Anhydride carbonique..... | 1,52909 | 1,52874 | 1,3833 | 1,3832 |

» *Remarque.* — Les densités, par rapport à l'air, de ce Tableau résultent des moyennes expérimentales directes. Mais, avant de passer aux densités par rapport à l'oxygène, j'ai fait subir deux légères corrections aux nombres de Lord Rayleigh : l'une, sur l'acide carbonique, parce que sa densité a été prise à une pression un peu supérieure à la normale; l'autre, un peu plus importante, sur l'azote chimique, pour le motif suivant :

» Le nombre adopté par l'auteur est la moyenne de cinq séries de résultats correspondant à cinq préparations différentes. Or l'une de ces séries (décomposition du bioxyde d'azote) surpasse de $\frac{6}{10000}$ la moyenne des quatre autres, qui sont beaucoup plus concordantes.

» L'écart est trop grand pour n'être point systématique : il convient donc de rejeter cette série comme entachée d'erreur.

» Pour mon compte, j'ai déjà dit que mon nombre 0,96717 me paraissait approché

(1) *Nature*, janvier 1898.

(2) *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 1074; 1893.

par excès et, considérant qu'on ne peut prétendre à une précision supérieure à $\frac{1}{20000}$, j'ai adopté, pour densités par rapport à l'air, les nombres

1,1052, 0,9720, 0,9671, 0,9670, 1,5287. »

PHYSIQUE. — *Nouvelles recherches relatives à l'influence des rayons X sur la distance explosive de l'étincelle électrique.* Note de M. S. GUGGENHEIMER, présentée par M. Lippmann.

« 1. Dans une Communication antérieure (¹), j'avais surtout étudié le phénomène en fonction de l'intensité des rayons Röntgen. J'ai constaté que, si l'on fait éclater l'étincelle entre des pièces de zinc, de cuivre ou de laiton, l'action des rayons X sur la distance explosive est à peu près la même, tandis qu'elle est assez irrégulière avec des boules de fer. J'ai étudié ensuite l'influence de la forme des électrodes sur la sensibilité de l'étincelle. Dans ce but j'ai fait éclater l'étincelle entre deux pointes, entre un disque et une pointe, et entre deux boules. Ces électrodes étaient en laiton.

» Voici les chiffres obtenus :

1. ÉTINCELLE ENTRE DEUX POINTES.

| Étincelle | | Augmentation. |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| sans rayons X. | avec rayons X. | |
| 0 ^{mm} , 13 | 0 ^{mm} , 28 | 0 ^{mm} , 15 |
| 0 ^{mm} , 17 | 0 ^{mm} , 20 | 0 ^{mm} , 03 |

» Comme on le voit, l'action des rayons X sur une étincelle éclatant entre deux pointes est très irrégulière.

2. ÉTINCELLE ENTRE UN DISQUE ET UNE POINTE.

a. Le disque forme le pôle négatif.

| Étincelle | | Augmentation. |
|--------------------|--------------------|--------------------|
| sans rayons X. | avec rayons X. | |
| 0,43 ^{mm} | 0,50 ^{mm} | 0,07 ^{mm} |
| 0,30 | 0,41 | 0,11 |
| 0,20 | 0,36 | 0,16 |
| 0,42 | 0,58 | 0,16 |

(¹) *Comptes rendus* du 15 février 1897.

b. Le disque forme le pôle positif.

| Étincelle | | |
|--------------------|---------------------|---------------------|
| sans rayons X. | avec rayons X. | Augmentation. |
| ^{mm} 0,43 | ^{mm} 0,925 | ^{mm} 0,495 |
| 0,35 | 0,65 | 0,30 |
| 0,35 | 0,64 | 0,29 |

3. ÉTINCELLE ENTRE DES BOULES DE LAITON.

| Étincelle | | |
|--------------------|--------------------|--------------------|
| sans rayons X. | avec rayons X. | Augmentation. |
| ^{mm} 0,15 | ^{mm} 0,27 | ^{mm} 0,12 |
| ^{mm} 0,14 | ^{mm} 0,26 | ^{mm} 0,12 |

» Bien entendu, dans toutes ces expériences, l'intensité des rayons Röntgen rencontrant le micromètre restait la même.

» Il ressort immédiatement de ces chiffres que l'augmentation de la distance explosive est maxima, si l'étincelle passive passe entre un disque et une pointe, dans le cas où c'est la pointe qui forme le pôle négatif du micromètre.

» Si l'ionisation du gaz intervenait seule pour expliquer l'accroissement de distance explosive, le maximum d'action aurait lieu quand le disque est négatif. On peut donc supposer qu'il intervient un autre facteur, la densité électrique au pôle négatif du micromètre.

» 2. On connaît les belles expériences de MM. Winkelmann et Straubel, relatives à la transformation des rayons X par la fluorine, et les effets photographiques intenses qu'ils ont obtenus avec ces rayons transformés.

» Pour étudier l'action de ces rayons transformés, dans ce qui nous concerne, j'ai placé, à 1^{mm} au-dessus des boules du micromètre, une plaque de quartz d'une épaisseur de ^{mm}0,5 environ, recouverte de fluorine en poudre grossière, sur une épaisseur de ^{mm}0,3. La face saupoudrée de fluorine était tournée vers le tube de Crookes. La distance entre ce dernier et le micromètre était de 0^m,10. Voici les résultats :

A. Sans interposition de la fluorine.

| | Étincelle | | Augmentation. |
|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | sans rayons X. | avec rayons X. | |
| I (a)..... | ^{mm} 0,30 | ^{mm} 0,42 | ^{mm} 0,12 |
| II (a)..... | ^{mm} 0,20 | ^{mm} 0,28 | ^{mm} 0,08 |

B. Avec interposition de la fluorine.

| | Étincelle | | Augmentation. |
|-------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | sans rayons X. | avec rayons X. | |
| I (b)..... | 0 ^{mm} , 28 | 0 ^{mm} , 46 | 0 ^{mm} , 18 |
| II (b)..... | 0 ^{mm} , 20 | 0 ^{mm} , 34 | 0 ^{mm} , 14 |

» On voit donc que la transformation que les rayons Röntgen ont subie, pendant leur passage à travers la fluorine, a considérablement augmenté l'intensité de leur action. »

ELECTRICITÉ. — *Sur le résonateur de Hertz.* Note de M. ALBERT TURPAIN, présentée par M. Mascart.

« Un résonateur circulaire de Hertz présentant une coupure fonctionne aussi facilement qu'un résonateur complet comme procédé d'investigation du champ hertzien (1).

» I. MÉTHODES. — En dehors de la méthode du micromètre employée en déplaçant, soit directement le résonateur, soit un pont (moyen préconisé par M. Blondlot), j'ai fait servir la facile résonance d'un résonateur coupé, que j'ai signalée en 1895 (2), à l'établissement de méthodes plus précises.

» 1° Il suffit d'introduire dans la coupure le circuit d'une pile contenant un téléphone : dès que le résonateur vibre, l'étincelle du micromètre ferme le circuit de la pile dans le téléphone qui fonctionne alors.

» 2° Pour prévoir l'objection relative à l'entretien d'un courant auxiliaire dans le circuit du résonateur, je supprime la pile : on se contente alors de fermer le résonateur coupé par un bon téléphone.

» 3° Toute critique relative à la complexité de l'appareil investigateur tombe si l'on rend le téléphone indépendant du résonateur. Il suffit de le faire servir à rendre perceptibles à l'ouïe les décharges qui se produisent au micromètre, ce à quoi l'on parvient en en recueillant le bruit à l'aide

(1) Ces expériences ont été faites à la Station centrale d'électricité de Bordeaux-les-Chartrons, dirigée par M. Renous, qui a bien voulu mettre à ma disposition les ressources de son usine, complétant ainsi celles que pouvait me fournir le laboratoire de Physique théorique de la Faculté des Sciences de Bordeaux.

(2) *Sur les expériences de Hertz (Procès-verbaux de la Soc. des Sc. phys. et nat. de Bordeaux, p. 53; avril 1895).*

de très sensibles microphones. Le téléphone attelé au microphone fait alors entendre les oscillations électriques.

» Outre leur commodité, ces dispositifs constituent des modes très délicats d'observation; l'oreille, pour peu qu'elle soit éduquée, apprécie la gamme des intensités avec une distinction des nuances autrement délicate que n'arrive à le faire l'œil. Ils sont donc susceptibles de donner aux mesures une grande précision. De plus, l'étude comparative d'un champ par ces trois méthodes téléphoniques et par celle du micromètre en démontre la complète équivalence.

» On peut remplacer le téléphone, dans le dispositif 1°, soit par une lampe à incandescence qui s'allume périodiquement (le procédé manque toutefois de sensibilité), soit par un galvanomètre apériodique sensible. On dispose alors d'un moyen d'observation très précis.

» II. ANALYSE DU CHAMP. — Prenant l'axe des x parallèle à la ligne des centres de l'excitateur et l'axe des y dans la direction des fils qui concentrent le champ, j'ai recherché comment se comporte un résonateur circulaire dont le plan est situé dans les trois positions principales : Position I (plan des xoz), Position II (plan des xoy), Position III (plan des $yo z$).

» L'expérience indique l'existence de régions ventrales et nodales pour ces trois positions.

- » 1° Les longueurs d'onde relatives aux positions I, II et III sont égales.
- » 2° Les ventres et les nœuds des positions II et III coïncident.
- » Les ventres et nœuds de la position I chevauchent sur ceux des positions II et III.
- » 3° Les ventres de la position I sont aux nœuds des positions II et III et inversement.

» III. FONCTIONNEMENT DU RÉSONATEUR. — A. *Résonateur complet.*

» 1° Le fonctionnement du résonateur est indépendant de la direction suivant laquelle éclate l'étincelle au micromètre.

» Dans chaque position principale, on a placé successivement la coupure du micromètre dans toutes les situations possibles dans chaque plan :

| | | | |
|--------------|---|---|---|
| Position I | { | Direction positive de l'axe des z ($\alpha = 0^\circ$) | Direction négative des z ($\alpha = 180^\circ$) |
| | | Direction positive de l'axe des x ($\alpha = 90^\circ$) | Direction négative des x ($\alpha = 270^\circ$) |
| Position II | { | Direction négative de l'axe des y ($\alpha = 0^\circ$) | Direction positive des y ($\alpha = 180^\circ$) |
| | | Direction positive de l'axe des x ($\alpha = 90^\circ$) | Direction négative des x ($\alpha = 270^\circ$) |
| Position III | { | Direction positive de l'axe des z ($\alpha = 0^\circ$) | Direction négative des z ($\alpha = 180^\circ$) |
| | | Direction positive de l'axe des y ($\alpha = 90^\circ$) | Direction négative des y ($\alpha = 270^\circ$) |

- » 2° Il existe des azimuts d'extinction pour les positions I et III.
- » 3° Il n'existe pas d'azimut d'extinction pour la position II.

» Pour les positions I et III, aux ventres comme aux nœuds, le micromètre placé soit à $\alpha = 90^\circ$, soit à $\alpha = 270^\circ$ ne donne aucune étincelle.

» Pour la position II, aux ventres le micromètre donne des étincelles de même ordre de grandeur dans tous les azimuts.

» 4° C'est la position du micromètre qui règle, dans ce cas (II, $\alpha = 0^\circ$, $\alpha = 180^\circ$), la position du ventre.

» B. *Résonateur à coupure*. — La coupure est symétrique par rapport au diamètre passant par le micromètre, ou bien dissymétrique.

» 1° Un résonateur à coupure symétrique présente les mêmes azimuts d'extinction qu'un résonateur complet.

» 2° L'azimut d'extinction ou de minimum d'effet d'un résonateur à coupure dissymétrique est tel que l'azimut d'extinction du résonateur complet passe par le milieu de la coupure.

» 3° Les lectures des sections notables relatives à un résonateur coupé doivent être rapportées à la coupure.

» On peut résumer ces énoncés ainsi :

» Dans un résonateur coupé, la coupure joue le rôle que jouait le micromètre dans le résonateur complet.

» 4° La différence entre la demi-longueur d'onde d'un résonateur complet et la demi-longueur d'onde d'un résonateur à coupure de mêmes rayons est sensiblement égale à la longueur de la coupure

$$\lambda - \lambda_c = 2c.$$

» La différence entre les demi-longueurs d'onde relatives à deux résonateurs est égale à la différence de leurs longueurs

$$\lambda - \lambda' = 2(L - L'). \quad »$$

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la décomposition de l'hyposulfite et du sulfite de strontium par la chaleur et la production du sulfure strontique phosphorescent*. Note de M. J.-R. MOURELO.

« A une date déjà assez éloignée, M. Forster a obtenu un sulfure de strontium, assez impur, doué d'une phosphorescence jaune verdâtre, en décomposant, par la chaleur, l'hyposulfite de strontium; puis, un autre sulfure, à phosphorescence bleu vert, en réduisant, à la température du rouge, le sulfite de strontium (*Poggendorff Annalen*, t. CXXXIII, p. 94).

Désirant étudier les particularités de cette méthode, j'ai effectué quelques expériences, dont voici les résultats :

» Quand l'hyposulfite de strontium est décomposé par la chaleur, il en résulte toujours un mélange de sulfate de strontium, sulfure de strontium et soufre, dont les quantités relatives dépendent de la température et du temps pendant lequel elle agit. Au rouge, la décomposition commence; si le rouge vif est soutenu plus de trois heures, pour 200^{gr} d'hyposulfite, le produit obtenu est formé presque entièrement du sulfate de strontium. Quand il a été exposé pendant une heure aux rayons directs du soleil, il présente une très faible phosphorescence, de couleur indéfinissable, et de très peu de durée. Si l'on régularise l'action de la chaleur, il n'est pas difficile d'obtenir la décomposition complète, conformément à ce que la théorie indique, et l'on a alors $4\text{S}^2\text{O}^3\text{Sr} = \text{SSr} + 4\text{S} + 3(\text{SO}^4\text{Sr})$. Ce résidu obtenu, le produit de la décomposition de l'hyposulfite de strontium contient :

| | |
|--------------------------------|-------|
| Sulfure de strontium | 15,02 |
| Soufre | 16,12 |
| Sulfate de strontium | 68,45 |

» Et il présente, dans ce cas, l'intensité maxima de sa phosphorescence vert jaunâtre. Il s'agit, en somme, d'arrêter l'oxydation dans un point déterminé.

» Si l'on fait chauffer le sulfite de strontium, dans les mêmes conditions, et si l'action de la chaleur est très prolongée, le sulfite se transforme entièrement en sulfate, et alors il n'est pas phosphorescent; mais, en régularisant la température et le temps, on obtient des produits composés de sulfure et de sulfate de strontium phosphorescents, et l'intensité de la phosphorescence dépend de la quantité de sulfure de strontium que ce mélange contient. La décomposition théorique est celle-ci : $4\text{SO}^3\text{Sr} = 3(\text{SO}^4\text{Sr}) + \text{SSr}$. Dans la pratique, on obtient le maximum de phosphorescence quand le produit contient :

| | |
|--------------------------------|-------|
| Sulfure de strontium | 14,05 |
| Sulfate de strontium | 85,94 |

» Comme on voit, il ne s'agit pas, en réalité, de sulfures de strontium présentant de petites quantités de matières étrangères, auxquelles, en quelque sorte, la phosphorescence est due; mais de quantités, relativement petites, de sulfure de strontium, dissoutes dans une grande masse de sulfate, corps qui n'est pas phosphorescent, au moins dans les conditions ordinaires. Peut-être joue-t-il ici le même rôle que les substances inertes dans les expériences de M. Lecoq de Boisbaudran.

» Quelques expériences ont été faites dans le but de savoir si les mélanges résultant de la décomposition de l'hyposulfite et du sulfite de strontium sont phosphorescents, quand ils sont répandus dans la masse de corps qui ne le sont pas.

» En mélangeant des solutions saturées de chlorure de strontium et d'hyposulfite sodique, et y ajoutant de l'alcool, on a obtenu l'hyposulfite de strontium sous la forme de

précipité blanc cristallin. Ramassé dans un filtre, soumis à un léger lavage alcoolique, puis séché, ce précipité contenait :

| | |
|-------------------------------|-------|
| Hyposulfite de strontium..... | 73,07 |
| Chlorure de sodium..... | 26,92 |

» Soumis à l'action de la chaleur au rouge vif, pendant trois heures, ce mélange a donné, comme résidu, une masse fondue, d'une nuance grise, laquelle, concassée en petits fragments et exposée, pendant cinq minutes, à la lumière directe du jour, a présenté une phosphorescence d'un vert jaunâtre, aussi intense que celle qui caractérise les produits de la décomposition de l'hyposulfite de strontium, sans chlorure de sodium. Quelque chose de celui-ci avait été volatilisé dans l'expérience, et le mélange phosphorescent contenait :

| | |
|---------------------------|-------|
| Sulfure de strontium..... | 12,96 |
| Soufre..... | 11,76 |
| Sulfate de strontium..... | 49,76 |
| Chlorure de sodium..... | 25,72 |

» La composition de ce mélange est très variable à cause de la tendance qu'a le sulfure de strontium à s'oxyder au contact de l'air.

» En traitant une solution aqueuse de chlorure de strontium par une autre, également aqueuse et saturée, de sulfite de sodium, et y ajoutant ensuite de l'alcool, on a obtenu un précipité de sulfite de strontium, lequel, lavé légèrement avec de l'alcool et séché, contenait :

| | |
|-----------------------------|-------|
| Sulfite de strontium, | 84,22 |
| Chlorure de sodium..... | 15,78 |

» Ce corps, chauffé au rouge vif pendant trois heures, a donné une masse fondue, blanc grisâtre, dure, douée d'une phosphorescence vert bleu assez intense, par une exposition de deux minutes à la lumière directe sans insolation. Cette masse, pulvérisée et rendue homogène, se composait de :

| | |
|---------------------------|-------|
| Sulfure de strontium..... | 12,90 |
| Sulfate de strontium..... | 73,03 |
| Chlorure de sodium..... | 14,05 |

» De même que dans le cas précédent, ce produit est oxydable à l'air et, à la longue, tout le sulfure de strontium qu'il contient peut se transformer en sulfate ; il perd tout à fait, dans ce cas, la propriété phosphorescente.

» Si l'on mélange intimement 100^{gr} d'hyposulfite de strontium impur, contenant à peu près 25 pour 100 de chlorure de sodium, avec 100^{gr} de sulfite de strontium dont l'impureté consiste en 16 pour 100 de chlorure de sodium, et si l'on fait chauffer ce mélange au rouge vif pendant quatre heures, on obtient une masse fondue, de couleur blanc grisâtre, donnant une phosphorescence vert jaune de moyenne intensité. C'est une substance assez homogène, de structure compacte, formée par du chlorure

de sodium et du sulfate de strontium, dans laquelle le sulfure de strontium s'est répandu, en la rendant phosphorescente (1). »

ECONOMIE RURALE. — *Contribution à l'étude de l'oxydase des raisins. Son utilité dans la vinification.* Note de M. A. BOUFFARD et L. SEMICHON, présentée par M. Aimé Girard.

« Il est établi que les propriétés de l'oxydase des raisins, décrites par M. Martinand (2), sont semblables à celles de l'oxydase des vins cassants étudiées par divers chimistes et notamment par l'un de nous (3).

» Pasteur (4), le premier, a montré l'action de l'air sur les moûts. M. Martinand, cherchant à préciser cette action, a indiqué (5) la possibilité de faire des vins blancs avec des raisins rouges, de la façon suivante : 1° extraire le moût sans se préoccuper de la couleur ; 2° refroidir à 10° ou 15° pour empêcher la fermentation ; 3° aérer pour précipiter la couleur ; 4° filtrer pour séparer le dépôt ; 5° fermenter. Dans un travail précédent, l'un de nous (6) a rendu ce procédé plus pratique en supprimant le refroidissement et la filtration. L'étude de certaines propriétés de l'oxydase nous ayant permis de définir son rôle, cette Note a pour but d'exposer la théorie et la pratique non seulement de la préparation des vins blancs avec les raisins rouges, mais aussi de celle de divers types de vins : vins rouges, rosés, gris ou paillets, etc.

» *Préparation des vins blancs de raisins rouges.* — Dans la préparation ordinaire de ces vins, le foulage des raisins donne un moût rosé que l'on décolore avant ou après fermentation par une quantité sensible d'acide sulfureux, qui donne souvent au vin un goût de soufre désagréable. De plus, la couleur, masquée mais non détruite, revient à mesure que les soutirages favorisent le départ et l'oxydation du gaz sulfureux. La vinification par aération évite ces graves inconvénients.

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Centrale des Arts et Métiers, à Madrid.

(2) V. MARTINAND, *Comptes rendus*, 7 octobre 1895.

(3) A. BOUFFARD, *ibid.*, 9 avril 1894 et 29 mars 1897.

(4) PASTEUR, *Étude sur les vins*, p. 98.

(5) V. MARTINAND, *Comptes rendus*, 24 juin 1895.

(6) L. SEMICHON, *Revue de Viticulture*, 27 mars 1897.

» Ce procédé comprend trois opérations : 1° extraction du moût; 2° décoloration par l'air; 3° fermentation.

» 1° Les modes d'extraction du moût doivent être envisagés au point de vue de la quantité d'oxydase qu'ils font entrer en solution. Cet agent étant localisé dans le tissu vasculaire du raisin, un foulage léger donne un moût qui, pauvre en oxydase, se décolore péniblement; un foulage plus énergique déchire les fibres, donne un moût riche et d'une décoloration facile. Quel que soit le foulage, un moût, tenant en suspension les parties ligneuses de la pulpe, apporte assez de principe oxydant pour se décolorer.

» 2° Par l'action combinée de l'air et de l'oxydase la matière colorante devenue insoluble se précipite. Dans ce phénomène la division du liquide et la durée du contact ont plus d'influence que la quantité d'air. Cela résulte d'expériences faites sur un moût franchement rose, dans lequel nous avons fait varier tour à tour ces trois facteurs. L'action décolorante était mesurée au moyen d'une solution titrée d'acide sulfureux ($1^{\text{lit}} = 0^{\text{gr}}, 091$); nous avons admis, après expérience, que la différence entre les volumes de liqueur titrée nécessaires pour la décoloration complète, avant et après action de l'air, était sensiblement proportionnelle à la quantité de couleur disparue. Ainsi un volume d'air égal au $\frac{1}{3}$ du volume du moût est suffisant pour la décoloration après un quart d'heure d'agitation; un excès d'air ne diminue pas la durée du phénomène. Pour une proportion donnée d'air et de moût la décoloration est sensiblement proportionnelle au temps. Ce moût, renfermé dans des flacons de 60^{cc}, se décolore d'autant plus vite que l'agitation multiplie davantage les contacts avec l'air confiné.

» Une aération prolongée ou trop énergique fait passer la couleur au jaune, puis au brun, nuances commercialement mauvaises. Bien que l'air et la fermentation concourent à détruire l'activité de l'oxydase, il arrive parfois qu'il en reste assez dans les vins faits pour les exposer au brunissement. Il y a donc intérêt en pratique à limiter l'aération et à empêcher toute action ultérieure de l'oxydase.

» On suivra la marche et les effets de l'aération en filtrant quelques centimètres cubes de moût; celui-ci doit passer, en fin d'opération, sans teinte sensible de rose ou de jaune. Pour éviter, après décoloration, le brunissement, semblable quant à sa cause à la casse diastasique des vins rouges, on se servira de faibles doses d'acide sulfureux (2^{gr} à 5^{gr} par hectolitre). Cet agent, décolorant indispensable dans la préparation ordinaire des vins blancs, devient ici, en détruisant l'oxydase, un ennemi de la fabrication

par aération. On se gardera de l'employer avant décoloration complète par l'air.

» A la suite d'importantes opérations faites aux vignobles nous résumerons la pratique du procédé.

» L'*extraction* du jus se fera à l'aide d'appareils donnant un foulage modéré, sans briser les parties vertes des grappes; lorsque cette extraction aura fourni 50 à 60 pour 100 de jus, le vin rouge obtenu par le cuvage des résidus sera plus fin et moins âpre.

» L'*aération* s'effectuera par un barbotage d'air très divisé dans un volume de moût de 15^{hl} à 20^{hl}. L'action du courant d'air produit par un soufflet ou par une pompe sera facilement surveillée et arrêtée au point voulu après dix à trente minutes environ.

» Le moût décoloré, prêt à fermenter, sera additionné d'acide sulfureux sous forme de bisulfite de potasse. Le retard apporté à la fermentation permettra un débouillage, s'il est avantageux.

» La *fermentation*, favorisée par l'aération, sera conduite comme à l'ordinaire. Les flocons de matière colorante oxydée et insoluble se déposeront avec les lies sans qu'il soit nécessaire de filtrer.

» Les vins blancs obtenus ainsi ont sur les vins décolorés au soufre les avantages signalés plus haut; leur composition analytique n'est pas modifiée. Ils sont en tous points comparables aux vins de raisins blancs.

» Dans la *préparation des vins rouges*, un foulage trop énergique, accompagné d'une aération exagérée, est la cause de la perte d'une partie de la couleur. Il est avantageux d'ajouter à la sortie du fouloir un peu d'acide sulfureux (2^{gr} à 5^{gr} par hectolitre) qui, supprimant cet inconvénient, agira préventivement contre la casse.

» Les *vins rosés* ont une teinte rose vif, sans mélange de jaune; mais souvent ces vins, contenant de l'oxydase, passent à la nuance saumon des vins paillets. On rend leur couleur stable en additionnant le moût, avant ou après fermentation, des mêmes doses d'acide sulfureux. La couleur, atténuée par ce fait, reprend, par aération, son intensité et sa fixité qu'aucune oxydation ne peut altérer.

» Les *vins paillets* ont une teinte saumon, intermédiaire entre le rose et le jaune. C'est encore l'oxydase qui jaunit la couleur rose originelle du moût. Il suffit de quelques traces d'acide sulfureux, quand la nuance est atteinte, pour la conserver.

» Pour les *vins blancs* de raisins blancs, qui, pour la même cause, bru-

nissent au contact de l'air, on constate encore le rôle conservateur de l'acide sulfureux.

» Nous concluons que l'oxydase des raisins est à la fois un ennemi et un auxiliaire de la vinification, dont on peut utiliser ou empêcher les effets. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Acide phyllocyanique et les phyllocyanates.*

Note de M. A. GUILLEMARE, présentée par M. Arm. Gautier. (Extrait.)

« Les recherches que j'expose ici ont été commencées déjà à l'époque où M. Fremy faisait ses recherches sur la chlorophylle (1877); elles ont pour objet de constater qu'il est possible et même relativement facile, en partant directement des végétaux : 1° de transformer leur chlorophylle en acide phyllocyanique; 2° d'isoler cet acide à l'état de pureté; 3° de partir de cet acide pour obtenir les phyllocyanates des bases salifiables minérales ou organiques.

» 25 kilogrammes de feuillages divers, tels qu'épinards et orties, ont été traités, à la température moyenne de 90°, par 6^{lit} d'une lessive de soude caustique ayant pour densité 1,056 (8° Baumé).

» Nous avons reconnu que la liqueur ainsi obtenue (14^{lit}) n'est pas une simple dissolution de chlorophylle dans la soude; sa remarquable couleur d'un très beau vert est due au phyllocyanate de soude, plus ou moins impur mais pouvant servir à obtenir de l'acide phyllocyanique pur et en quantité indéfinie.

» A cet effet, on sépare d'abord de son sel sodique l'acide phyllocyanique impur à l'aide de l'acide chlorhydrique ordinaire étendu de cent fois son volume d'eau.

» L'expérience réussit parfaitement si l'on a eu le soin, avant de chercher à précipiter l'acide phyllocyanique, de saturer d'acide carbonique le phyllocyanate impur de soude, et de l'isoler de l'atmosphère à l'aide de ce même gaz, et à condition aussi de prendre les précautions nécessaires pour éviter toute élévation de température qui ferait passer, pendant l'opération, du vert au brun l'acide phyllocyanique et le décomposerait.

» L'acide phyllocyanique, précipité avec les précautions indiquées, est réuni, centrifugé s'il est nécessaire, puis lavé sur un filtre. Il est instantanément et entièrement soluble, à froid, sans altération aucune, dans des

liqueurs à 1 pour 100 de potasse et de soude caustique, ou même d'ammoniaque.

» Mais, pour le purifier, il convient de remplacer les alcalis caustiques par leurs *carbonates étendus et employés en quantité insuffisante* pour dissoudre la totalité de l'acide phylloxyanique. On empêche ainsi la redissolution des acides divers, gras, résineux, albuminoïdes et autres qui restent insolubles.

» En répétant l'opération, on isole à chaque fois sur les filtres, ou bien l'on entraîne dans les eaux de lavage, les corps étrangers solubles ou insolubles, y compris les substances diverses que contiennent les feuilles des plantes employées.

» Les mêmes résultats peuvent être obtenus, mais moins facilement, en substituant, au début, à la lessive de soude, une lessive de potasse de même densité.

» On précipite ensuite définitivement l'acide phylloxyanique de l'un de ces phylloxyanates alcalins, au moyen d'un courant d'acide carbonique entraînant des vapeurs d'acide chlorhydrique. Après lavage à l'eau, on le sèche à l'abri de la lumière dans le vide sec.

» Qu'il soit plus ou moins pur, les caractères de ce corps sont ceux de l'acide appelé *phylloxyanique* par M. Fremy (1) dans son beau travail sur le *phylloxyanate de potasse*, dont il admettait la préexistence dans les feuilles des végétaux terrestres.

» Chacun des phylloxyanates alcalins permet d'obtenir à l'état de pureté, par voie de double décomposition, autant de phylloxyanates différents qu'il existe de bases salifiables minérales ou organiques.

» Ont été préparés dans le laboratoire à l'état de pureté, et, par conséquent analysables, conformément aux règles qui précèdent : les phylloxyanates solubles de potassium, sodium, ammonium ; les phylloxyanates insolubles ou peu solubles de calcium, magnésium, baryum ; ceux de fer, aluminium, zinc, cadmium, cuivre, strontium, plomb, mercure, argent, quinine et cinchonine.

» Plusieurs de ces derniers présentent de l'intérêt au point de vue industriel ainsi qu'en pharmacologie.

» Cinq de ces phylloxyanates ont été analysés. Mais la fixation du poids moléculaire de l'acide présente quelques difficultés, peut-être à cause de l'oxydation et des altérations qu'entraîne une dessiccation complète, peut-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 983 et suiv. ; 1877.

être aussi grâce à une dissociation par l'eau de quelques-uns de ces sels.

» Ces déterminations pourront être l'objet d'une nouvelle Communication à l'Académie, aussi bien que la question de savoir si la phyloxantine préexiste dans les végétaux ou si sa formation n'est pas postérieure à celle du phyllocyanate alcalin dont elle dériverait. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'action destructive d'un sérum sanguin sur les globules rouges d'une autre espèce animale. Immunisation contre cette action.* Note de MM. L. CAMUS et E. GLEY, présentée par M. Bouchard.

« Des expériences déjà anciennes de A. Mosso (1) ont montré que le sérum du sang d'anguille est extrêmement toxique pour un grand nombre d'animaux.

» Au cours de recherches sur la toxicité de ce sérum (2), nous avons observé un phénomène nouveau : quand on injecte dans une veine d'un lapin de 1800^{gr} environ deux ou trois dixièmes de centimètre cube de ce liquide ou deux ou trois centièmes de centimètre cube dans une veine d'un cobaye de 400^{gr} environ, il se produit très rapidement de l'injection irienne, une hémorragie nasale et de l'hémoglobinurie; on trouve dans l'urine de ces animaux des cylindres granuleux en quantité; si l'on recueille du sang artériel et qu'on le soumette à l'action de la force centrifuge, le sérum présente une coloration rouge des plus intenses, due à la grande quantité d'hémoglobine dissoute.

» Le sérum d'anguille détruit donc *in vivo* les globules rouges (3). Pour déterminer l'intensité de cette action globulicide, nous avons employé la méthode d'Hamburger (variation de la résistance des globules rouges dans des solutions de sel marin à des titres divers; on apprécie cette résistance par ce fait que les globules laissent diffuser leur matière colorante plus ou moins facilement), en nous servant du procédé de A. Mosso (4).

» Soit une série de lapins de la même race et de la même portée, vivant dans les mêmes conditions; on leur prend un peu de sang artériel dont on fait tomber une goutte dans des quantités égales d'une solution de sel marin à des titres divers, depuis 0^{gr},48 pour 100 jusqu'à 0^{gr},66; à partir de la solution à 0^{gr},52, il n'y a plus de diffu-

(1) A. Mosso, *Arch. ital. de Biol.*, t. X, p. 141.

(2) L. CAMUS et E. GLEY, *Soc. de Biol.*, 29 janvier 1898.

(3) On sait depuis longtemps déjà que le sérum du sang d'une espèce animale détruit les globules du sang d'une autre espèce; on a quelquefois qualifié cette action de *globulicide*.

(4) Voir A. Mosso, *Rendiconti dell'Accademia dei Lincei*, 1887, et G. VIOLA, *Gazz. degli Ospitali*, 1894, n° 12.

sion de l'hémoglobine; c'était donc là pour ces animaux la solution isotonique (1) au plasma sanguin, selon l'expression usitée; et c'est là en tout cas un moyen simple et commode d'apprécier la résistance globulaire. Or, nous avons vu que, si, dans ces solutions de chlorure de sodium, on introduit, avant d'y faire tomber la goutte de sang, une goutte de sérum d'anguille dilué de telle sorte que, dans les solutions employées de sel marin, cette dilution soit à des titres variant de $\frac{1}{100}$ de centimètre cube à $\frac{1}{15000}$ de centimètre cube, la résistance des globules diminue à un tel point que l'hémoglobine diffuse encore dans des solutions hyperisotoniques (0,70 de NaCl pour 100). L'action globulicide du sérum d'anguille est donc d'une intensité telle qu'il n'en a jamais été, croyons-nous, constaté de semblable (2).

» Il n'en va pas ainsi chez tous les animaux. Nous avons éprouvé par la même méthode la résistance des globules de plusieurs hérissons; normalement, cette résistance variait entre 0,60 et 0,66: elle était donc notablement plus faible que celle des lapins dont il a été question ci-dessus; mais, par contre, elle est très grande vis-à-vis du sérum d'anguille: dans une solution de sel marin à 0,68 pour 100 et à $\frac{1}{50}$ de centimètre cube de sérum d'anguille, celui-ci n'amène pas de diffusion de l'hémoglobine. C'est là un phénomène spécifique, d'autant plus remarquable que la résistance normale des globules du hérisson est relativement faible, et qu'il convient de rapprocher d'un autre fait, que nous avons également découvert, à savoir que le sérum d'anguille est beaucoup moins toxique pour le hérisson que pour le cobaye, ou le lapin, ou le chien (3).

» Il importait de savoir si cette résistance des globules du hérisson tient à une propriété des globules eux-mêmes ou à quelque substance du plasma sanguin qui agirait comme antagoniste du sérum d'anguille. Pour juger cette question, nous avons ajouté, dans tous nos tubes contenant des dilutions de ce sérum, une goutte de sérum sanguin de hérisson; puis nous avons fait tomber la goutte de sang de lapin; la résistance de ce sang s'est trouvée diminuée comme d'habitude. Mais il faut remarquer que, dans des tubes témoins (c'est-à-dire ne contenant que du sérum de hérisson), il y a sortie de l'hémoglobine des globules dans des solutions hyperisotoniques. C'est naturellement que, comme tout sérum étranger, celui de hérisson

(1) Ces animaux avaient donc une résistance globulaire élevée; celle-ci correspond en général chez le lapin à des solutions de chlorure à 0^{gr}, 58-0^{gr}, 60.

(2) Nous cherchons actuellement s'il est possible de séparer cette action globulicide de l'action toxique générale du sérum d'anguille.

(3) L. CAMUS et E. GLEY, *Soc. de Biol.*, 29 janvier 1898.

est globulicide pour le sang de lapin. Cette expérience ne pouvait donc trancher la question (1).

» Nous croyons avoir résolu le problème par une autre expérience.

» Nous avons immunisé des lapins contre le sérum d'anguille par des injections intra-veineuses de petites doses de ce liquide, à deux ou trois jours d'intervalle, pendant une période de huit jours environ. Or, les globules du sang de ces animaux se sont comportés comme ceux du sang de hérisson vis-à-vis du sérum d'anguille; ils avaient donc acquis une résistance spécifique extraordinaire. Et ainsi la question se posait de nouveau : le phénomène tient-il à une propriété des globules ou du plasma? La question est tranchée par l'expérience suivante : dans nos tubes nous mélangeons une goutte de sérum d'anguille à une dilution très efficace et une goutte de sérum de lapin immunisé; l'action globulicide du sérum d'anguille ne se manifeste plus. Par une série de tubes témoins, on constate en même temps que le sérum d'animal immunisé augmente légèrement la résistance normale des globules.

» Le sérum des animaux immunisés a donc acquis, par le fait de l'immunisation, une propriété qu'il ne possédait pas. Et ainsi cette expérience très simple fournit la preuve directe, *in vitro*, de la présence d'une antitoxine dans le sang d'animaux immunisés (2).

» Ces expériences montrent aussi, croyons-nous, qu'à côté des données purement physiques que met en jeu la méthode de Hamburger et des notions qu'on a pu tirer de son application, il importe d'accorder une très grande part aux actions d'ordre chimique dont l'importance même apparaît grâce à l'emploi de cette méthode. Dans nos expériences, en effet, ce sont des quantités évidemment infinitésimales de matière, et en elles-mêmes et par rapport au volume des solutions isotoniques, qui suffisent à modifier très profondément le globule, et des quantités aussi faibles d'une autre matière qui suffisent à empêcher la première de produire cette altération (3).

(1) Il est possible pourtant que le sérum normal de hérisson possède une action antagoniste de l'action globulicide du sérum d'anguille, mais on ne peut le constater par de telles expériences.

(2) Les expériences de C. Phisalix et G. Bertrand (*Arch. de Physiol.*, 5^e série, t. VI, p. 611; 1894) et de J. Héricourt et Ch. Richet (*Soc. de Biol.*, 23 janvier 1897, p. 74) ont montré que le sérum du sang d'un animal immunisé contre le venin de vipère ou contre le sérum d'anguille, injecté à un autre animal, protège celui-ci contre l'action de ces substances toxiques.

(3) A moins qu'il ne s'agisse ici simplement d'une neutralisation chimique du sérum toxique par l'antitoxine.

» Un certain nombre de faits rapprochant l'action du sérum d'anguille de celle des venins et des toxines microbiennes, nous avons été naturellement amenés à entreprendre avec quelques-unes de ces substances des recherches analogues à celles qui viennent d'être rapportées. Cette étude est en voie d'exécution. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *La tyrosine, vaccin chimique du venin de vipère.* Note de M. C. PRISALIX, présentée par M. Chauveau.

« Dans une récente Communication (1) j'ai montré que la cholestérine extraite des calculs biliaires exerce, vis-à-vis du venin de vipère, une action immunisante bien marquée. J'ai répété mes expériences avec deux nouveaux échantillons de cholestérine qui m'ont été obligeamment fournis par M. le professeur Arnaud, auquel j'adresse tous mes remerciements. L'un d'eux était de la cholestérine végétale, qu'il a découverte dans la carotte et fondant à 136°; l'autre, de la cholestérine extraite des calculs biliaires et fondant à 146°. Avec ces deux substances, d'origine différente, on peut conférer aux animaux l'immunité contre le venin. La fusion à 146° n'enlève pas à la cholestérine ses propriétés.

» L'explication de ces faits soulève de nombreux problèmes. Mais, avant de les aborder, j'ai cherché s'il n'existerait pas d'autres vaccins chimiques dans les composés organiques définis extraits des végétaux et des animaux. Parmi ceux-ci il en est un qui joue un rôle capital dans la constitution des matières albuminoïdes dont il constitue le noyau : c'est la *tyrosine*. Ce corps existe en grande abondance dans certains végétaux, particulièrement dans les *tubercules de Dahlia* et un champignon, la *Russule noirissante*. C'est de ces végétaux que M. G. Bertrand l'a retiré à l'état de pureté parfaite (2). Il a bien voulu m'en donner la quantité nécessaire pour l'étude dont je vais exposer les principaux résultats.

» La substance blanche, entièrement formée de cristaux de tyrosine, est très peu soluble dans l'eau, mais elle s'y divise en particules si ténues qu'elle reste en suspension dans le liquide auquel elle donne un aspect laiteux. Un tel mélange, dans la proportion de 1 pour 100, peut être inoculé facilement et sans danger sous la peau d'un cobaye à la dose de 2^{cc} à 3^{cc}. Il se produit un léger gonflement au point d'inoculation.

(1) *Comptes rendus*, 13 décembre 1897.

(2) *Soc. chim. de Paris*, 1896.

mais il ne survient aucun accident général. L'injection intra-péritonéale est moins inoffensive : elle détermine un abaissement de température de quelques degrés ; mais ce malaise est de courte durée et l'animal revient à l'état normal.

» Les animaux qui ont reçu cette émulsion de tyrosine peuvent être éprouvés au bout de vingt-quatre ou quarante-huit heures avec une dose de venin mortelle en cinq ou six heures pour les témoins : ils n'éprouvent pas de symptômes généraux d'envenimation, leur température ne s'abaisse pas ; toutefois, quelques accidents locaux peuvent se manifester.

» Il suffit de 5^{mg} de tyrosine pour vacciner un cobaye, mais on comprend que l'immunité est plus ou moins forte et durable suivant la dose. En général, avec 10^{mg} à 20^{mg} l'immunité est déjà très prononcée au bout de vingt-quatre heures ; elle peut durer encore après vingt-cinq jours ; quelquefois cependant elle a disparu vers le quinzième jour.

» Injectée en même temps que le venin, mais dans un point différent du corps, la tyrosine peut retarder la mort de plusieurs heures, mais elle n'est pas capable de l'empêcher : elle n'est donc pas antitoxique. Elle n'est pas non plus un antitode chimique ; mélangée au venin, elle ne le détruit pas et le mélange est aussi toxique que le venin seul.

» La tyrosine qui a servi à ces expériences peut être considérée, d'après la méthode de préparation employée (1), comme débarrassée de toute substance étrangère. D'autre part, la tyrosine animale, dans la préparation de laquelle toutes les substances albuminoïdes sont détruites, possède aussi les mêmes propriétés antivenimeuses que la tyrosine végétale. Ajoutons, dans le même ordre d'idées, que la tyrosine chauffée à 120° pendant vingt minutes ne perd pas ses propriétés immunisantes.

» De tous ces faits il ressort clairement que *la tyrosine peut être considérée comme un nouveau vaccin chimique du venin de vipère.*

» En ce qui concerne la tyrosine des tubercules de Dahlia, il était naturel de penser que le suc des tubercules où elle est en dissolution devait aussi se comporter comme un vaccin.

» C'est, en effet, ce qui a lieu. Il suffit de 1^{cc} à 2^{cc} de ce suc fraîchement exprimé, pour vacciner un cobaye contre une dose mortelle de venin. Or, si la tyrosine seule agissait, il faudrait 10^{cc} environ de ce suc, puisque, d'après M. Bertrand, la tyrosine s'y trouve dissoute dans la proportion de 0^{gr}, 5 par litre et qu'il en faut 5^{mg} pour produire l'état vaccinal. Il est donc probable que d'autres substances confèrent au suc de Dahlia ses propriétés antivenimeuses. La composition de ce suc est, du reste, très complexe, et son étude physiologique exige de nouvelles recherches. En attendant, il était intéressant de signaler ce fait comme *le premier exemple*

(1) Voir G. BERTRAND, *loc. cit.*

connu d'un végétal dont le suc cellulaire est doué de propriétés immunisantes contre un venin. »

ANATOMIE. — *La névroglie de l'encéphale chez les Poissons.* Note de
M. CATOIS, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les éléments de soutènement (stützzellen) dans l'encéphale chez les Poissons sont surtout représentés par les cellules épendymaires (epithelzellen, ependymzellen); ces cellules ont été parfaitement étudiées, décrites par les auteurs et sont bien connues; nous ne faisons donc que les mentionner ici, en insistant seulement sur les deux points suivants :

» 1° Chez les jeunes sujets ces cellules épithéliales constituent, seules, toute la névroglie; elles s'insèrent sur les parois des cavités ventriculaires par leur extrémité interne ou centrale, se dirigent en sens radiaire vers la surface extérieure du névraxe et se terminent sous la pie-mère par leur extrémité périphérique ou externe au moyen d'un petit renflement conique.

» 2° Cette disposition embryonnaire, persistante chez les adultes dans les cellules épendymaires qui vont des parois antérieure et postérieure du canal central pour s'insérer au fond du sillon médian antérieur ou postérieur de la moelle épinière (coins épendymaires de Retzius), se retrouve également au niveau des parois supérieure et inférieure (partie médiane) des troisième, quatrième ventricules cérébraux et de l'aqueduc de Sylvius, cavités modifiées du canal neural primitif.

» Devons-nous admettre maintenant que, dans l'encéphale des Poissons, toutes les cellules épendymaires conservent, même chez l'adulte, leur disposition primitive et qu'il n'existe pas chez ces Vertébrés inférieurs d'autre névroglie que celle qui est constituée par les expansions périphériques de l'épithélium épendymaire?

» Rappelons à ce sujet les travaux de Fritjof Nansen (1) et de G. Retzius (2) sur les éléments de soutènement dans la moelle épinière des Cyclo-

(1) FR. NANSEN, *Structur and combination of the histological elements of the central nervous system.* Bergen's museums Aarsberetning for 1886. (Bergen, 1887.)

(2) G. RETZIUS, *Zur Kenntniss des centralen Nervensystems von Myxine glutinosa* (Biolog. Untersuchungen, N. F., II, Stockholm; 1891).

stomes; M. v. Lenhossék (¹) mentionne la présence de véritables cellules névrogliales (astrocyten) dans la moelle épinière des Sélaciens. Nous avons pu, nous-même, réussir l'imprégnation de ces cellules dans la moelle d'un fœtus d'*Acanthias* de 0^{cm}, 15 de longueur et nos préparations histologiques récentes reproduisent absolument le dessin (*fig. 32*) de M. v. Lenhossék (*loc. cit.*, p. 240).

» D'autre part, M. Athias (²), dans son excellent travail sur la structure histologique de la moelle épinière du Têtard de la Grenouille, partage l'opinion de Cl. Sala (³) et, considérant les *cellules en araignée* observées et dessinées par Lavdosky (⁴), chez la Grenouille, comme le résultat d'imprégnations défectueuses, se refuse à admettre l'existence de véritables *cellules en araignée* ou *astrocyten* chez les Batraciens (animaux placés plus haut, dans la série animale, que les Poissons). La question est donc en litige.

» Les recherches que nous poursuivons depuis plusieurs années sur l'encéphale des Poissons nous ont permis de faire les constatations suivantes :

» 1^o Les cellules épendymaires peuvent, chez l'adulte, émigrer de leur emplacement ordinaire (cavités ventriculaires) et ces éléments déplacés conservent encore leur expansion soit périphérique, soit centrale, plus ou moins modifiée ou atrophiée.

» 2^o La migration et la transformation des éléments épithéliaux peuvent même s'étendre plus loin; c'est ainsi que nous avons, plusieurs fois, constaté la présence de véritables cellules en araignée dans la substance blanche de l'encéphale, chez les Poissons.

» Nous nous réservons, dans un travail prochain, de décrire ces éléments névrogliaux en indiquant leur situation anatomique exacte dans le cerveau; nous nous bornerons aujourd'hui à signaler leur présence dans le télencéphale, le diencéphale, le mésencéphale et le métencéphale de *Raia clavata*, *Raia batis* et *Raia punctata* parmi les Élasmobranches; dans

(¹) M.-V. LENHOSSÉK, *Der feinere Bau des Nervensystems im lichte neuester Forschungen* (2. Auflage, 1895).

(²) M. ATHIAS, *Structure histologique de la moelle épinière du Têtard de la Grenouille* (*Bibliographie anatomique*, n^o 1, p. 87, janvier-février; 1897).

(³) SALA Y PONS (CL.), *La neuroglia de los Vertebrados* (*Tesis del Doctorado*, Madrid; 1894).

(⁴) LAVDOSKY, *Vom Aufbau des Rückenmarks* (*Arch. für mikr. Anat.*, Bd. XXXVIII; 1891).

le diencéphale, le mésencéphale et le myélocéphale de *Platessa vulgaris*, *Gadus luscus*, *Scomber scomber* parmi les Téléostéens.

» Ces éléments névrogliaux nous ont paru être surtout plus abondants dans les parties de l'encéphale où des contacts inutiles doivent être évités entre les éléments nerveux (rôle isolateur); sur certains points de nos préparations, nous avons aussi nettement constaté les rapports de ces cellules névrogliales avec les vaisseaux capillaires.

» Les faits que nous venons d'exposer sommairement résultent d'observations multiples et répétées, effectuées au moyen des méthodes rapides d'imprégnations (Golgi-Cajal), méthodes simple ou double (1). Pour réussir à mettre en évidence les *astrocyten* dans l'encéphale des Poissons, il nous a semblé qu'une des premières conditions était la suivante : la durée du premier bain (mélange osmio-bichromatique) ne doit pas dépasser dix-huit à vingt heures.

» Si les cellules et les fibres nerveuses ne sont ainsi que peu ou pas imprégnées, les éléments névrogliaux apparaissent néanmoins avec netteté. Lorsque la durée de ce premier bain dépasse vingt-quatre heures, les cellules et les fibres sont imprégnées, mais alors les cellules en araignée ne le sont plus. (Effet probable du *surdurcissement* de ces éléments pendant le premier bain et de la *non-diffusion* du chromate d'argent dans ces mêmes éléments pendant le second bain.)

» Ces remarques, d'ordre purement technique, paraissent confirmer, d'ailleurs, les observations de Oyarzum (2) et les indications de Lenhossék (3) relatives à l'imprégnation de la névroglie. »

ZOOLOGIE. — *Sur les limites morphologiques des anneaux du tégument et sur la situation des membranes articulaires chez les Hyménoptères arrivés à l'état d'imago.* Note de M. CHARLES JANET, présentée par M. Emile Blanchard.

« La limite de deux anneaux successifs du tégument est bien nette sur la surface extérieure du corps de la larve d'un Hyménoptère, mais il n'en

(1) Travaux faits aux laboratoires maritimes de Tatihou, de Luc-sur-Mer et au laboratoire d'Histologie de l'École de Médecine de Caen.

(2) OYARZUM, *Ueber den feineren Bau des Vorderhirns der Amphibien* (*Arch. für mik. Anat.*, Bd XXXV; 1890).

(3) M. V. LENHOSSÉK, *loc. cit.*, p. 11.

est plus de même chez l'imago. Je me propose, ici, de préciser la situation de cette limite, et je prendrai comme exemple la Fourmi. La *fig. 1* donne l'ensemble d'une coupe sagittale des téguments d'une *Myrmica rubra*, avec l'indication des anneaux postcéphaliques. La *fig. 2*, reproduction très am-

Fig. 1.



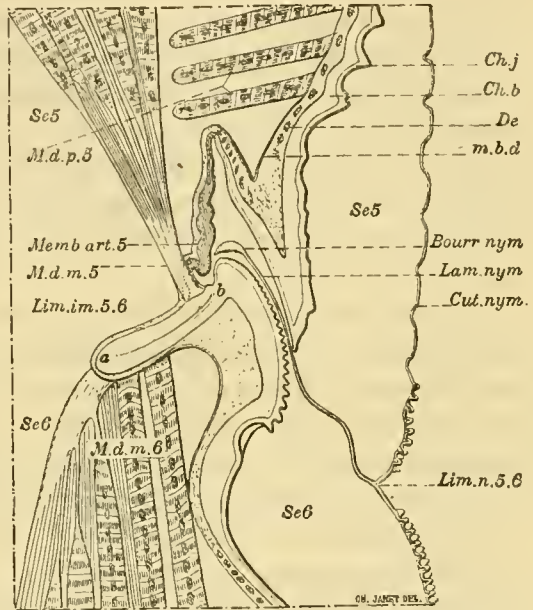
Fig. 1. — *Myrmica rubra*, ouvrière. Coupe sagittale du tégument. *Se 1* à *Se 13*, les 13 anneaux postcéphaliques; *Ap. 1* à *Ap. 3*, apodèmes du corselet; *l. m.*, *l. m. 1*, *l. m. 3*, lamelles médianes ventrales; *m. a. 1*, *m. a. 2*, membranes articulaires thoraciques; *m. a. 4* à *m. a. 7*, membranes articulaires post-thoraciques; *De*, hypoderme; *Ch*, chitine; *Lbr*, labre; *Bch*, bouche; *Cav*, cavité supralabiale; *Lbi*, labium; *Gl. lbi*, glande labiale; *Yag*, vagin; *Sty*, stylet; *Gor*, gorgeret; *Gl. v. 1*, glande de Dufour; *Gl. v. 2*, glande à venin; *An*, anus; *Amp. r.*, ampoule rectale.

Fig. 2. — *Myrmica* peu avant l'éclosion. Coupe sagittale de la région d'union des 5^e et 6^e arceaux dorsaux. 1^o Exuvies nymphales : *Cut. nym*, cuticule nymphale; *Lim. n. 5, 6*, limite des 5^e et 6^e anneaux de la nymphe; *Lam. nym*, lamelle annulaire; *Bourr. nym*, bourrelet marginal. 2^o Imago : *m. b. d.*, membrane basale; *De*, hypoderme; *Ch. b.*, chitine blanche; *Ch. j.*, chitine jaune durcie *Memb. art. 5*, membrane articulaire de *Se 5*.

plifiée d'une partie de la figure précédente, représente la région d'union des cinquième et sixième arceaux dorsaux chez une nymphe prête à éclore. Sur la cuticule nymphale (*Cut. nym.*) la limite séparative des anneaux (*Lim. n. 5, 6*) est bien marquée.

» Pendant toute la période larvaire, l'animal est recouvert de cuticules minces qui se forment successivement et sont rejetées au moment des mues. Grâce à des replis tégumentaires qui s'étaleront ensuite, chacune de ces cuticules est, dès son apparition, plus grande que la cuticule précé-

Fig. 2.



dente qui vient de se détacher, mais qui, cependant, l'enveloppe encore pendant quelque temps avant la mue. Ces cuticules n'envoient, au niveau des sillons interannulaires, aucun prolongement vers l'intérieur du corps.

» Il n'en est plus de même pour les cuticules nymphales. La dernière de ces cuticules (*fig. 2*) se forme d'abord, elle aussi, sans présenter de prolongement interne au niveau des sillons interannulaires, mais bientôt il se produit, à ce niveau, un repli de l'hypoderme. Les deux feuillets de ce repli restent accolés. Ils produisent une lame annulaire (*Lam. nym.*) dont les strates supérieures appartiennent au zoonite précédent et les strates inférieures au zoonite suivant. Cette lame annulaire est bordée d'un bourrelet marginal (*Bourr. nym.*).

» A la période suivante, l'hypoderme se détache de la cuticule nymphale que je viens de décrire et se trouve pourvu, sur tout son pourtour, à l'emplacement de la lame annulaire (*Lam. nym.*), d'un sillon très profond.

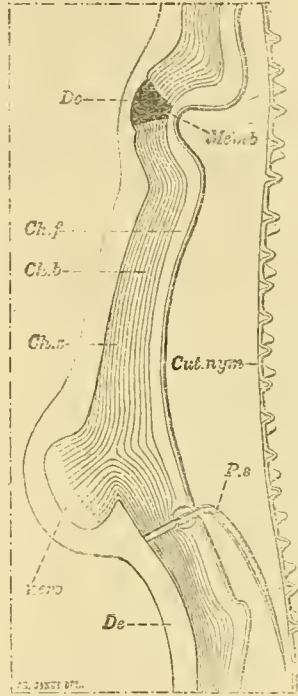
» C'est au fond de ce sillon que se trouve la limite morphologique des deux anneaux. A la suite des phénomènes de contraction si remarquables qui donnent à la nymphe les formes définitives de l'imago, apparaît une nouvelle cuticule, définitive elle aussi. Les premières strates de cette cuticule sont pourvues des sculptures superficielles du tégument et présentent sur toute la surface du corps une dureté très prononcée. Mais bientôt, aux endroits qui doivent former des membranes articulaires, les strates suivantes changent de nature et se trouvent formées d'une chitine relativement molle. A la partie tout à fait supérieure de l'anneau *Se 6*, il se forme, sous les premières strates de la cuticule naissante, un repli hypodermique dont les faces, en contact suivant la ligne *ab*, produisent, vers l'intérieur du corps, une forte nervure de raidissage, qui est une formation définitive du squelette tégumentaire de l'imago.

» Si l'on considère que les muscles dorsaux longitudinaux (*M. d. m. 5* et *M. d. m. 6*) appartiennent tout entiers, leurs tendons d'insertion compris, le premier au cinquième et le second au sixième anneau postcéphalique, on voit non seulement que la membrane articulaire (*Memb. art. 5*) appartient tout entière au cinquième anneau, mais qu'elle semble même ne pas être terminale, car une partie de la nervure rigide *ab* paraît appartenir au même zoonite qu'elle. Le nom de *membrane intersegmentaire* que l'on donne généralement à une telle membrane, justifié par ses fonctions physiologiques, est donc inexact au point de vue morphologique.

» Si l'on procède à un examen analogue dans la région d'union du mésosternum avec le prosternum ou du prothorax avec la tête, on trouve

que les choses se passent de la même façon, avec cette différence que la membrane articulaire qui permet les mouvements d'un anneau par rapport à l'anneau voisin appartient non plus à l'anneau précédent mais à l'anneau suivant.

Fig. 3. — *Myrmica rubra*.



Nymphe de reine sur le point d'éclore. Coupe d'une membrane articulaire et d'une nervure situées dans la région dorsale du mésothorax. *Ch. f.*, chitine dure de couleur foncée; *Ch. b.*, chitine moins dure; *Ch. z.*, lignes indiquant la stratification; *De*, hypoderme; *Memb*, membrane articulaire; *P. s.*, poil sensitif; *Cut. nym*, cuticule nymphale.

» Si donc on considère chez l'Hyménoptère l'ensemble du métathorax (*Se 3*) et du premier anneau postcéphalique (*Se 4*) qui lui est soudé d'une façon rigide, comme la base fixe des mouvements relatifs des anneaux situés en avant et de ceux situés en arrière de cet ensemble, la situation de la membrane articulaire destinée à permettre les mouvements relatifs de deux anneaux successifs peut être définie de la façon suivante : elle est située dans le voisinage de la limite morphologique des deux anneaux, non pas sur l'anneau relativement mobile, mais bien tout entière sur l'anneau relativement fixe. Conformément à cette règle *les zoonites pro- et mésothoraciques portent leur membrane articulaire vers leur bordure antérieure, tandis qu'au*

contraire les anneaux post-thoraciques portent leur membrane articulaire vers leur bordure postérieure.

» La *fig. 3* montre comment se forment les membranes articulaires (*Memb*) et les nervures de raidissage (*ner*) du tégument de l'imago. Dans l'exemple représenté par cette figure, la cuticule nymphale (*Cut. nym*) ne présente aucun indice de ces formations. Lorsque l'hypoderme (*De*), après s'être détaché de cette cuticule et après s'être modelé à la forme définitive de l'imago, commence à produire sa cuticule définitive, les premières strates formées (*Ch. f*) sont dures, peu perméables et continues sur toute la surface de la région examinée. C'est seulement au bout d'un certain temps que, pour former une membrane, l'hypoderme se met tout d'un coup et sans transition à produire une masse chitineuse membraneuse, bien limitée latéralement et caractérisée, dans les préparations, par son affinité pour les matières colorantes. De même, la nervure (*ner*) n'est pas indiquée sur les premières strates du squelette définitif. Les strates suivantes préludent à sa formation par une simple ondulation, et c'est tout d'un coup que l'on voit apparaître une lame qui constitue, pour ainsi dire, l'âme de la nervure et qui continue à s'accroître par apposition de strates successives. »

ZOOLOGIE. — *Sur la faune des eaux douces des îles Canaries.*

Note de M. **JULES RICHARD**, présentée par M. Milne-Edwards.

« La faune des eaux douces des îles Canaries était jusqu'à présent tout à fait inconnue en ce qui concerne les animaux inférieurs. La position de ces îles par rapport à la côte occidentale du Maroc, la rareté des eaux naturelles, le grand nombre des réservoirs d'eau de pluie à ciel ouvert sont autant de conditions qui rendent intéressante l'étude de la faune, au point de vue du mode de peuplement de ces eaux et de la distribution géographique de certaines espèces. C'est pourquoi les recherches très nombreuses de M. Ch. Alluaud (îles Hierro, Gomera, Tenerife, Canaria, Fuerteventura, Lanzarote, Graciosa), complétées par celles de M. Ed. Chevreux (Tenerife et Canaria), méritent d'être signalées d'une façon particulière.

» On se tromperait fort, en croyant que les réservoirs artificiels récents, si nombreux aux Canaries, sont pauvres en organismes. Les récoltes de MM. Alluaud et Chevreux, faites de novembre 1889 à juin 1890, montrent, au contraire, une intensité de vie considérable, aussi bien pour les Rotifères que pour les Entomostracés.

» Voici la liste des espèces que j'ai observées :

» PHYLLOPODE : *Artemia salina* Linné.

» CLADOCÈRES : *Daphnia magna* Straus; *D. similis* Claus, et sa variété *Alluaudi* Rich.; *D. curvirostris* Eylmann; *D. obtusa* Kurz, var. *latipalpa* Moniez; *Ceriodaphnia quadrangula* O.-F. Müller; *Moina rectirostris* O.-F. Müller; *Alona Alluaudi* n. sp.; *A. tenuicaudis* Sars; *A. intermedia* Sars; *Dunhevedia setigera* Birge; *Chydorus sphaericus* Jurine.

» COPÉPODES : *Cyclops vernalis* Fischer; *C. oithonoides* Sars, var. *hyalina* Reberg; *C. serrulatus* Fischer; *C. prasinus* Fischer; *C. diaphanus* Fischer; *C. jimbriatus* Fischer; *Canthocamptus palustris* Brady; *Diaptomus Alluaudi* de Guerne et Richard.

» OSTRACODES : je me bornerai à signaler dans ce groupe une forme intéressante, *Cypris bispinosas* Lucas.

» ROTIFÈRES : *Anurca aeuleata* Ehrig, var. *brevispina* Gosse; *Polyarthra platyptera* Ehrig, et le curieux *Pedalion mirum* Hudson dont il a été pris des millions d'exemplaires.

» BRYOZAIRE : Statoblastes de *Plumatella*.

» La plupart de ces formes sont déjà connues en Europe ou en Afrique, ou dans ces deux contrées à la fois; certaines sont nouvelles ou méritent une mention spéciale :

» C'est ainsi que *D. similis* Claus n'était connue qu'en Syrie et en Palestine; la variété nouvelle de cette espèce, var. *Alluaudi*, est spéciale aux Canaries et atteint une taille considérable, puisque certains individus mesurent 4^{mm},8 sans l'épine caudale qui peut avoir à elle seule 3^{mm} de longueur. Aux Canaries, *D. similis* ne se rencontre que dans l'île de Fuerteventura.

» *Alona Alluaudi* est une espèce nouvelle jusqu'ici spéciale à Tenerife et qui, atteignant presque 1^{mm}, est une des plus grandes formes de ce genre.

» Le *Diaptomus Alluaudi* de Guerne et Richard a été décrit pour la première fois d'après les exemplaires rapportés de Lanzarote par M. Alluaud. Ce Calanide, très remarquable, a été retrouvé depuis en Égypte, en Portugal et en Hongrie.

» Quant au *Canthocamptus palustris* Brady, c'est une espèce qui n'était connue jusqu'ici que sous des latitudes beaucoup plus élevées que celle des Canaries et dans des eaux saumâtres ou salées (Iles Britanniques, salines de l'est de la France). Elle se retrouve dans des conditions analogues dans le lac salé de Januvio, à Lanzarote, avec *Artemia salina*.

» Il est reconnu que les Canaries sont des îles volcaniques, qui n'ont jamais été rattachées entre elles ni à aucun continent voisin. Il est évident que les animaux d'eau douce y ont été apportés à l'état d'œufs de résistance, peut-être par les oiseaux, mais bien plutôt par les vents. Le vent du sud-est, notamment, apporte parfois, sur toutes les îles de l'Archipel,

des nuages de sable ainsi que des nuées de sauterelles; les îles de Lanzarote et de Fuerteventura ne sont qu'à 100^{km} de la côte du Maroc.

» On comprend donc que la faune des îles Canaries présente peu d'espèces spéciales, et il n'est pas douteux que celles-ci se retrouveront, un jour ou l'autre, dans les régions voisines du continent africain. Parmi les autres formes, il en est de cosmopolites et d'autres à distribution géographique plus restreinte.

» Quoi qu'il en soit, les récoltes de MM. Alluaud et Chevreux nous fournissent des documents précieux sur la faune des eaux douces de la côte occidentale d'Afrique, faune inconnue jusqu'alors et sur laquelle il est difficile d'obtenir des renseignements, par suite des obstacles qui s'opposent à l'exploration de cette partie du continent africain. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'aire de dispersion de la faune malacologique des grands fonds de l'océan Atlantique boréal.* Note de M. ARNOULD LOCARD, présentée par M. Milne-Edwards.

« L'étude des Mollusques testacés récoltés dans les dragages entrepris sous la direction de M. Milne-Edwards, pendant les campagnes du *Travailleur* et du *Talisman*, nous a permis de constater que cette faune profonde avait une extension géographique beaucoup plus considérable qu'on ne le supposait. D'autre part, il existe une corrélation intime entre l'extension géographique de cette faune et sa dispersion bathymétrique. En effet, ainsi qu'on l'a déjà constaté, les affinités entre la faune profonde de l'Afrique occidentale et la faune sublittorale des régions septentrionales de l'Atlantique sont indéniables. Elles peuvent s'expliquer par ce fait que les formes vivant dans le nord à des profondeurs relativement faibles pourraient se rencontrer également dans le sud à la condition de vivre dans des milieux particulièrement similaires au point de vue de la température. Cet équilibre de température ne se rencontrera au large de l'Afrique qu'à la condition expresse de descendre suffisamment en profondeur.

» Or nous pouvons suivre aujourd'hui pas à pas un grand nombre de nos espèces depuis les limites nord qui leur sont assignées par G.-O. Sars jusqu'aux limites sud qui nous sont révélées par les dragages du *Travailleur* et du *Talisman*, de telle sorte qu'il n'existe pour ainsi dire aucune solution de continuité dans leur aire de dispersion. On sait avec quelle facilité certaines formes se propagent, à condition que le milieu qui leur convient ne

soit pas trop modifié. Si donc nous prenons pour centre d'apparition les régions septentrionales de la Norvège, examinons comment ces formes vont se disperser.

» Entraînées par des courants ou par toute autre cause, ces formes ont émigré à une époque relativement récente, les unes en suivant les côtes occidentales de l'ancien continent, longeant la Norvège, la Grande-Bretagne, la France, la péninsule Ibérique, les côtes du Maroc et du Sénégal. Elles ne se sont pas propagées directement dans la mer du Nord, car le seuil qui s'étend des Orcades au nord des îles Bergen n'a pas été franchi par elles; mais quelques-unes ont pu arriver dans la Manche, traverser le Pas-de-Calais et s'étendre jusqu'à la Belgique et la Hollande, ou remonter le long des côtes orientales de l'Angleterre. La robuste saillie formée par le nord de la péninsule Ibérique a dû en arrêter un grand nombre, et ce sont celles-là qui ont contribué à l'enrichissement si particulier de la faune du golfe de Gascogne. Une fois cet obstacle franchi, rien ne les arrêtait dans leur expansion le long des côtes du Maroc, du Sahara, de la Sénégambie; en passant au large, elles vont alimenter la faune des Açores, des Canaries, du cap Vert; quelques-unes iront même se perdre plus au sud, aux îles de l'Ascension et de Sainte-Hélène. Mais, en arrivant vers la Guinée, elles rencontrent un relief géographique nouveau, des courants d'allure opposée, en un mot des conditions différentes de celles jusqu'alors acceptées par elles; elles ne pourront ainsi poursuivre leurs pérégrinations jusqu'au sud.

» D'autre part, la même faune, partant de la même origine, émigrerait le long des côtes orientales du nouveau continent. Nous en suivons les traces en Islande, au sud du Groënland, sur les côtes de New-England, de la Virginie, de la Floride, et tandis qu'une partie ira se perdre dans les Grandes Antilles, l'autre se répandra dans le golfe du Mexique et la mer des Caraïbes, qui jouent pour cette faunule le même rôle que le golfe de Gascogne pour la faunule de l'ancien continent; quelques espèces même descendent jusqu'à Pernambuco; mais, à partir de là, les conditions des milieux sont telles que notre faune émigrante ne peut franchir pareille limite. A ce niveau géographique, nous constatons encore une similitude frappante entre les faunes profondes de l'ancien et du nouveau continent, pour les îles du cap Vert et les autres groupes d'îles africaines, la mer des Sargasses, les Bermudes et les Antilles.

» Si nous résumons ce qui précède, en nous fondant sur les données géographiques et bathymétriques que nous venons d'établir, nous consta-

terons que toute cette faune profonde possède une aire de dispersion constituée par une sorte de vaste triangle plus ou moins régulier, dont le sommet est situé à une faible profondeur dans les régions septentrionales, un peu au delà de l'Islande, vers le 75° de latitude nord, dont les côtés latéraux longent l'ancien et le nouveau continent, tandis que la base, s'enfonçant de plus en plus dans la profondeur des mers, sert de trait d'union entre l'Afrique et l'Amérique, à 15° environ au nord de l'équateur. On remarquera en outre que ce triangle, qui plonge ainsi du nord au sud, s'infléchit également de l'ouest à l'est, car son bord oriental est toujours plus immergé que son bord occidental. Si nous logeons le sommet de notre triangle vers 50^m de profondeur, son angle de la base qui confine à l'Afrique sera environ vers 2000^m de fond, alors que l'angle opposé, ou angle américain, se relèvera vers 800^m environ. »

BOTANIQUE. — *Sur la germination estivale des spores de la Truffe et la production des téleospores.* Note de M. A. DE GRAMONT DE LEPARRE, présentée par M. Chatin.

« A partir de janvier, comme je l'ai dit dans ma précédente Communication, la végétation des spores de la Truffe se ralentit. On voit encore, mais rarement, des germes du type mâle, inertes, gros, courts, extérieurs, de la forme représentée *fig. 1*. Souvent ces germes sont rétractiles et disparaissent à la chaleur du microscope.



» Cet état dure jusqu'à la fin de juin; le départ de la végétation est alors général et les choses se passent comme en hiver, avec cette différence que

les filaments, tant mâles que femelles, cheminent presque constamment sous l'épiderme et restent invisibles.

» Ils se manifestent par la pseudo-spore terminale qui apparaît à la surface dès sa sortie du parenchyme, ou, plus rarement, à l'extrémité d'un filament gros et court. (*Fig. 2, fig. 3*, cas exceptionnels dans lesquels la germination sous-épidermique a pu

Fig. 2.

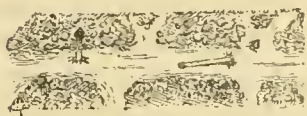
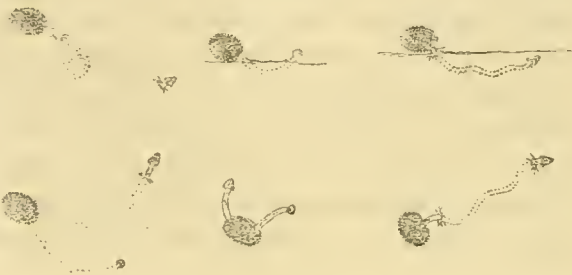


Fig. 3.



être observée. *Fig. 4*, développement d'une spore femelle dans une feuille jeune et transparente; juillet.)

Fig. 4.



» Aucun colorant ou décolorant quelconque n'a pu faire apercevoir les filaments cachés. D'ailleurs, les accouplements se font comme en hiver; on les distingue bien dans beaucoup de cas, mais en général l'observation est plus difficile qu'à l'arrière-saison. Cette marche sous-épidermique est de règle jusqu'à la fin d'octobre; à partir de ce moment on aperçoit quelques germinations superficielles, surtout mâles; puis leur nombre va en augmentant et il s'en montre beaucoup en novembre-décembre. Cependant, toute règle a ses exceptions, et quelquefois, mais très rarement, on constate,

Fig. 5.



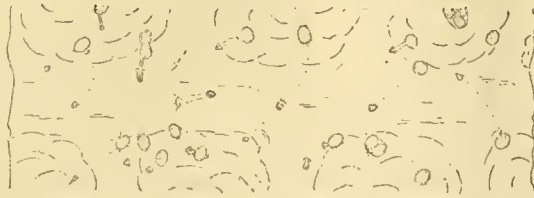
Fig. 6.



même en été, des cheminements superficiels (*fig. 5 et 6*). Le filament était brun, peu épais, opaque.

» (Fig. 7, portion de nervure de feuille de chêne vue en juillet avec grossissement de 130^{div} environ.)

Fig. 7.



» Après les mêmes délais maximum qu'en hiver, la pseudo-spore mâle se dessèche ou tombe.

» *Développement des spores fécondées.* — Me voici arrivé au moment où la spore femelle ou sa pseudo-spore est fécondée. C'est le point auquel je m'étais arrêté dans ma précédente Communication.

» Après fécondation, la spore ou pseudo-spore émet des filaments sous-épidermiques, très ténus, transparents, qui circulent dans le parenchyme et ne sont que rarement aperçus. Ces filaments se manifestent par la production, à la surface, de spores qui, vues d'en haut, sont rondes, noires, dures, luisantes. Ce sont les *téleutospores*, les dernières de l'évolution extérieure; en terre après leur chute, ou bien sur la feuille, elles produiront le mycélium truffier (fig. 8 et 9, téleutospores produites par pseudo-spores

Fig. 8.



Fig. 9.



et, directement, par spores). J'examinerai brièvement comment se fait la maturité de ces téleutospores et, pour plus de clarté, je diviserai le sujet en deux parties : formation d'été et formation d'hiver.

» *Formation d'été (juillet à octobre).* — Pendant cette période, les téleutospores naissent de pseudo-spores, plus rarement de spores. Les délais entre leur apparition et l'ensemencement sont alors de quatre à six semaines, dont quatre semaines paraissent employées à la maturation des pseudo-spores. Puis, dix semaines environ après l'ensemencement, mais jamais avant le 15 octobre, les téleutospores peuvent émettre

des filaments extérieurs, ténus, peu visibles, superficiels, qui sont une germination provisoire, lente à se développer. C'est fin décembre, en janvier, et plus tard qu'arrive la vraie germination. Avant la mi-octobre, les téléutospores, quel que soit leur âge, ne germent pas.

» J'ai très souvent observé que, en période d'été, si les feuilles étaient cueillies avant l'apparition des téléutospores ou l'émission des premiers filaments, celles-ci ne venaient pas ou venaient mal. Les téléutospores n'ont pas même achevé de se former sur feuilles détachées en septembre et conservées jusqu'en novembre. Bien plus, il m'est arrivé plusieurs fois de voir s'étioler et périr des pseudo-spores déjà formées et courant sous l'épiderme, lorsque la feuille était cueillie trop tôt. Si l'on compare cet état de choses à ce qui se passe sur feuilles sèches d'hiver ⁽¹⁾, on arrive, il me semble, à cette conclusion que, jeunes et pleines de sève en circulation, les feuilles de chênes ne sont pas un terrain très favorable à la production des téléutospores; c'est avec le ralentissement de la végétation, en se desséchant, qu'elles accumuleraient les matériaux nécessaires à la prompte évolution des germes.

» *Formation d'hiver (novembre à janvier)*. — La téléutospore naît alors souvent de spores. Pour cette raison, et pour d'autres, les délais sont abrégés. Ils diminuent à mesure que la saison s'avance, et, en novembre-décembre, il peut ne s'écouler que quinze jours ou moins encore entre l'ensemencement et l'émission par les téléutospores de leurs premiers filaments, germination d'ailleurs provisoire, qui ne deviendra active et générale que plus tard en saison. Encore faut-il (et cette condition est d'été comme d'hiver) que les téléutospores, pour être réellement mûres, aient de dix semaines à trois mois d'âge depuis l'ensemencement; pour les ensemencements tardifs, les délais sont, en certains cas, fort abrégés.

» La maturité des téléutospores se manifeste par un certain grossissement plutôt que par émission de filaments, car ceux-ci peuvent se montrer avant la maturité en milieu humide, ou sur feuille en plein air, de même qu'ils peuvent manquer, alors que la téléutospore est mûre et facilement détachable, si la feuille est absolument privée d'eau.

» Une feuille de chêne ensemencée le 20 août montre, le 20 novembre, des téléutospores commençant à germer. Des feuilles de conifères ensemencées le 1^{er} octobre montrent, le 1^{er} janvier, des téléutospores germant à peine. Une feuille de chêne ensemencée le 20 août montre, le 30 décembre, une germination active et générale. Presque toutes les téléutospores grossies, déformées, émettent des filaments ténus, peu visibles : le limbe est converti d'un réseau transparent, fin, pointillé. Beaucoup d'autres observations semblables pourraient être citées.

(1) *Comptes rendus*, 17 janvier 1897.

» Il me reste à dire que le développement des spores fraîches n'est pas différent de celui des spores de l'année précédente; il y a moins de manquants parmi les fraîches et c'est tout. Les différences constatées dans les délais et le mode d'évolution, suivant les saisons, ne viennent donc pas du degré de maturité des spores. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge des graviers quaternaires de Villefranche (Rhône)*. Note de M. GAILLARD, présentée par M. Albert Gaudry.

« Depuis la découverte de ce gisement, situé sur la rive droite de la Saône, un peu en amont de Villefranche, le museum de Lyon a recueilli sur place ou par l'intermédiaire de M. Savoye, instituteur à Odenas, une grande quantité d'ossements fossiles, parmi lesquels nous avons pu reconnaître les espèces suivantes :

- » *Elephas primigenius* Blum. — Deux molaires et plusieurs lamelles.
- » *Cervus canadensis* Briss. — Fragments de mâchoires et divers os.
- » *Cervus elaphus* L. — Dents, fragments de bois et os des membres.
- » *Cervus tarandus* L. — Bois de trois individus d'âge différent.
- » *Rhinoceros tichorhinus* Fisch. — Une arrière-molaire supérieure droite.
- » *Bison priscus* Boj. — Os frontal, dents et os des membres nombreux.
- » *Equus caballus* L. — Mâchoires et nombreux os des membres.
- » *Castor fiber* L. — Une molaire.
- » *Elephas meridionalis*, Nesti. — Une moitié de dent.
- » *Rhinoceros Mercki* Kaup. — Troisième arrière-molaire supérieure gauche.
- » *Vivipara Burgundina* Tourn. — Plusieurs spécimens.
- » *Vivipara*, espèce nouvelle.
- » *L'E. primigenius* et le *Rh. Mercki* ont été reconnus par M. le Professeur A. Gaudry. M. A. Locard, le savant naturaliste lyonnais, a bien voulu déterminer les Paludines.

» A cette faune sont associés de nombreux silex taillés, non roulés, de forme *moustiérienne*; le museum de Lyon en possède plus de cinquante spécimens.

» Tous ces ossements, coquilles et silex, ont été trouvés en place, dans l'unique couche fossilifère traversant les carrières de sable et de graviers en exploitation sur la route de Villefranche au pont de Beauregard.

» Les ossements recueillis dans ces graviers ont deux physionomies bien distinctes : les uns ont une couleur brun noirâtre, sont lourds et très

durs; les autres sont légers, friables et de couleur gris cendré. Ceux-ci appartiennent sans doute à des animaux du même âge que le dépôt. Les autres, souvent roulés et brisés, ont été enlevés en amont à des alluvions plus anciennes. Il n'est donc pas étonnant qu'on trouve parmi ces derniers l'*E. antiquus* (1), le *Rh. Mercki* et des Paludines tertiaires; on y trouve encore d'autres espèces pliocènes, notamment l'*E. meridionalis*, sans que cela puisse avoir aucune signification relativement à l'âge de la formation.

» Il résulte de nombreuses observations que, dans les vallées, les dépôts sont en général de plus en plus récents à mesure qu'on se rapproche du niveau actuel des rivières. Ces dépôts sont aussi constitués de plus en plus, semble-t-il, par des matériaux qui proviennent de l'affouillement et du ravinement des alluvions anciennes. De sorte que les alluvions des plateaux, les plus importantes comme volume et les plus anciennes, contiendraient les fossiles les moins mêlés, tandis que les alluvions suivantes auraient toutes emprunté des éléments fossiles aux formations antérieures. Les graviers de fond d'une vallée seraient ainsi le plus hétérogènes et pourraient contenir des restes de la plupart des dépôts de cette même vallée.

» En conséquence, laissant de côté les espèces préglaciaires et pliocènes, si nous déterminons l'âge des graviers de Villefranche d'après les plus récentes formes fossiles : Renne, Mammouth, *Rh. tichorhynus*, et d'après les silex taillés retouchés d'un seul côté, nous devons conclure qu'ils appartiennent à la période paléolithique, dite *du Moustier*. Ces graviers pourraient être cependant un peu moins anciens, mais ils ne peuvent pas l'être plus. Si l'on tient compte de la quantité assez grande d'outils en silex non roulés, recueillis dans ce gisement, ainsi que de sa position stratigraphique (10^m environ au-dessus du niveau actuel de la Saône), il paraît naturel d'admettre qu'on est en présence d'une importante station de l'Homme préhistorique reconverte brusquement, à la suite d'une grande crue, par les alluvions glaciaires ou postglaciaires. »

(1) DEPÉRET, *Sur la découverte de silex taillés dans les alluvions quaternaires à Rh. Mercki* (*Comptes rendus*, p. 328; 1892).

PHYSIQUE MÉDICALE. — *Sur un nouveau procédé de détermination de la position des corps étrangers par la radiographie.* Note de M. H. MORIZE, présentée par M. Marey.

« La difficulté trouvée jusque dans ces derniers temps pour la détermination exacte, par la radiographie, de la position des projectiles dans les régions profondes du corps, a suscité de la part des expérimentateurs plusieurs méthodes ingénieuses dont la plus perfectionnée est, sans contredit, celle de MM. Contremoulins et Rémy. Toutefois, toutes ces méthodes, et surtout la dernière, sont d'une complication extrême, que ne me semble pas justifier la simplicité des données. Je crois que le procédé facile et rapide que j'ai trouvé donnera ample satisfaction à tous les expérimentateurs et leur permettra de déterminer, avec une précision supérieure à 5^{mm}, la position d'un projectile dans une partie quelconque du corps.

» Le procédé consiste à définir la position du corps étranger par deux droites qui s'y coupent, et dont les extrémités sont des points situés à la surface du corps du patient.

» Le patient étant placé entre le tube et l'écran, on cherche une position telle que la balle, par exemple, se voie facilement. On prend alors un petit disque de plomb, rendu adhésif par de la cire ou du diachylum, qu'on place sur la surface du corps qui est tournée vers le tube, et l'on déplace ce disque jusqu'à ce que son image se superpose à celle de la balle; on répète ensuite l'opération avec un autre disque placé du côté de l'écran. Quand les deux disques et le projectile sur l'écran se projettent en ne formant qu'une seule image, tous les trois se trouvent sur la même droite.

» On tourne alors le sujet d'un certain angle arbitraire et l'on détermine de la même façon une autre droite, dont l'intersection avec la première fixe la position du projectile. Les extrémités des deux droites sont déterminées sur la surface du corps par les disques de plomb, qu'on enlève ensuite et dont la place est marquée par un procédé quelconque, par le crayon dermatographique par exemple.

» Les deux droites déterminent un plan qui contient le projectile et les quatre marques extérieures qu'on désignera par *a*, *b*, *c*, *d*. Ces marques forment un quadrilatère dont on peut mesurer les quatre côtés et les deux diagonales, au moyen d'un compas d'épaisseur ou d'un craniomètre. En le dessinant à l'échelle, l'intersection des deux diagonales donne la place de la balle rapportée aux quatre sommets; la distance qui l'en sépare étant directement mesurée sur l'épure avec une échelle millimétrique. Comme cinq longueurs suffisent pour la construction, et qu'on en a six, la dernière sert de vérification. La position de la balle est définie en disant qu'elle se trouve à *n* centimètres comptés à partir de *a* sur la droite *ac*, par exemple.

» L'épure est faite en quelques minutes; des essais répétés, faits sur des crânes con-

tenant des balles placées à l'insu de l'opérateur, ont montré qu'en moins de dix minutes le projectile était retrouvé avec une précision de 1^{mm} ou 2^{mm}.

» La position de deux des quatre marques étant arbitraire, on doit les disposer de façon que les deux droites se coupent suivant un angle suffisamment grand pour que leur intersection soit bien définie.

» Il est évident que le procédé est applicable à une partie quelconque du corps et à toute substance opaque aux rayons X, la seule difficulté rencontrée provenant de la plus ou moins bonne visibilité sur l'écran. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 31 JANVIER 1898.

Notice sur l'œuvre scientifique de M. H. Fizeau; par M. A. CORNU. Paris, Gauthier-Villars et fils, in-8°. (Offert par l'Auteur.)

Leçons sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes, par E. GOURSAT, Professeur de Calcul différentiel et intégral à l'Université de Paris. Tome II. Paris, A. Hermann, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Sébastien Cabot, navigateur vénitien (1497-1557). Paris, Ch. Delagrave, 1895; 1 broch. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Sébastien Cabot, pilote-major d'Espagne, considéré comme cartographe. par HENRY HARRISSE. Paris, Ch. Delagrave, 1897; 1 broch. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Sébastien Cabot, pilote-major d'Espagne, considéré comme navigateur, par HENRY HARRISSE. Paris, Ch. Delagrave, 1897; 1 broch. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

L'atterrissage de Jean Cabot au Continent américain en 1497, par HENRY HARRISSE. Göttingue, Kæstner, 1897; 1 broch. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Étude sur l'origine et la formation des sables de la Loire, par M. ÉDOUARD BUREAU, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle de Paris. Nantes, 1897; 1 broch. grand in-8°. (Présenté par M. Michel Lévy.)

Géodésie pratique, par V. VITKOVSKI. Saint-Petersbourg, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Faye,)

Notice sur le halage funiculaire des bateaux dans le souterrain du Mont-de-Billy, sur le canal de l'Aisne à la Marne, par M. BOURGUIN, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. (Extrait des *Annales des Ponts et Chaussées*, 2^e trimestre 1897.) Paris, P. Vicq-Dunod et C^{ie}, in-8°. (Présenté par M. Maurice Lévy.)

La grotte des Spélugues à Monte-Carlo, par ÉMILE RIVIÈRE, Sous-Directeur adjoint du Laboratoire au Collège de France. Monaco, 1897; in-4°. (Présenté par S. A. le Prince de Monaco.)

Le mécanisme du lit fluvial, par V. LOKHTINE, Ingénieur des Voies de communication. Saint-Petersbourg, 1896; 1 vol. grand in-8°.

Abhandlungen herausgegeben von der senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft. Einundzwanzigster Band : erstes Heft. Frankfurt, 1897; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Alfred Grandidier.)

Memorias de la real Academia de ciencias exactas, físicas y naturales de Madrid. Tomo XVII. Madrid, 1897; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

ERRATA.

(Séance du 24 janvier 1898.)

Note de M. Arnaud, Recherches sur l'ouabaïne :

Page 348, ligne 10, au lieu de $C^{36}H^{16}O^{12}$, etc, lisez $C^{30}H^{16}O^{12}$, etc.

Même page, dernière ligne, au lieu de $C^{30}H^{45}MO^{12}$ ou $C^{30}H^{16}O^{12}, HO$, lisez $C^{30}H^{45}MO^{12}$ ou $C^{30}H^{46}O^{12}, MHIO$.

Note de M. Ed. Stelling, de Saint-Petersbourg :

Page 364, ligne 10, au lieu de ED. PTELLING, lisez ED. STELLING.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 51 janvier 1898.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

| Pages. | Pages. | | |
|--|--------|--|-----|
| M. A. CORNU. — Note accompagnant la présentation de sa Notice « Sur l'œuvre scientifique de H. Pizeau »..... | 369 | S. A. S. ALBERT I ^{er} , Prince de Monaco. — Sur les observatoires météorologiques de l'Océan Atlantique..... | 373 |
| M. H. POINCARÉ. — Sur le développement approché de la fonction perturbatrice... .. | 370 | M. MASCART. — Remarques au sujet de la Communication du Prince de Monaco... .. | 374 |

NOMINATIONS.

| | |
|---|-----|
| M. CREMONA est élu Correspondant pour la Section de Géométrie, en remplacement de feu <i>Brioschi</i> | 375 |
|---|-----|

MEMOIRES LUS.

| | |
|--|-----|
| M. DASTRE. — Sur la fonction martiale du foie chez les Vertébrés et les Invertébrés..... | 378 |
|--|-----|

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

| | | | |
|---|-----|---|-----|
| M. MESNAGER adresse une Note intitulée : « Déformation des métaux : essai d'une théorie »..... | 379 | relief, du mouvement, de la couleur. Ses conséquences pour l'Art de l'ingénieur ». | 379 |
| M. F.-J. PILLET adresse un Mémoire accompagné de figures et intitulé : « Etude de la vision pour la sensation de la forme, du | | M. AD. CHALLE adresse un projet destiné à éviter les abordages en mer, par temps brumeux..... | 379 |

CORRESPONDANCE.

| | | | |
|---|-----|--|-----|
| M. le SECRETAIRE PERPETUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le Tome II des « Leçons sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du second ordre, à deux variables indépendantes ; par M. E. Goursat »..... | 379 | M. A. DEMOULIN. — Sur les relations entre les éléments infinitésimaux de deux figures homographiques ou corrélatives..... | 390 |
| M. L. CRULS. — Observations de la comète périodique de d'Arrest, faites à l'observatoire de Rio de Janeiro avec l'équatorial de 6 ^m ,25..... | 380 | M. A. PELLET. — Sur les surfaces applicables sur une surface de révolution..... | 392 |
| M. A. RABOURDIN. — Sur quelques photographies de nébuleuses, obtenues à l'observatoire de Meudon..... | 380 | M. G. HUMBERT. — Sur la décomposition des fonctions θ en facteurs..... | 394 |
| M. J. JANSSEN. — Remarques sur la Communication de M. Rabourdin, et sur la méthode propre à donner des nébuleuses des images comparables..... | 383 | M. MAURICE D'OCAGNE. — Sur la méthode homographique la plus générale résultant de la position relative de deux plans superposés..... | 397 |
| M. PAINLEVÉ. — Sur le développement des fonctions analytiques pour les valeurs réelles des variables..... | 385 | M. G.-A. FAURIE. — Sur les déformations permanentes et la rupture des métaux... .. | 400 |
| M. JULES BEUDON. — Sur les systèmes d'équations aux dérivées partielles analogues aux systèmes d'équations du premier ordre..... | 388 | M. RIBIÈRE. — Sur la flexion des pièces épaisses..... | 402 |
| | | MM. A. BLONDEL et J. REY. — Étude expérimentale de l'éclat des projecteurs de lumière..... | 404 |
| | | MM. A. PEROT et CH. FABRY. — Étude de quelques radiations par la spectroscopie interférentielle..... | 407 |
| | | M. DANIEL BERTHELOT. — Sur la mesure des hautes températures par la méthode interférentielle..... | 410 |

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

| Pages. | Pages. |
|---|---|
| M. A. LEDUC. — Sur la composition de l'air en divers lieux et la densité des gaz. 413 | mique du venin de vipère..... 431 |
| M. S. GUGGENHEIMER. — Nouvelles recherches relatives à l'influence des rayons X sur la distance explosive de l'étincelle électrique. 416 | M. CATDIS. — La névroglie de l'encéphale chez les Poissons... 433 |
| M. ALFRED TURPAIN. — Sur le résonateur de Hertz..... 418 | M. CHARLES JANET. — Sur les limites morphologiques des anneaux du tégument et sur la situation des membranes articulaires chez les Hyménoptères arrivés à l'état d'imago..... 435 |
| M. JOSE RODRIGUEZ MOURELO. — Sur la décomposition de l'hyposulfite et du sulfite de strontium par la chaleur et la production du sulfure stromcique phosphorescent..... 420 | M. JULES RICHARD. — Sur la faune des eaux douces des îles Canaries..... 439 |
| MM. A. BOUFFARD et L. SEMICHON. — Contribution à l'étude de l'oxydase des raisins. Son utilité dans la vinification.... 423 | M. ARNOULD LOCARD. — Sur l'aire de dispersion de la faune malacologique des grands fonds de l'océan Atlantique boréal..... 441 |
| M. A. GUILLENARE. — Acide phyllocyanique et les phyllocyanates..... 426 | M. A. DE GRAMONT DE LESPARRE. — Sur la germination estivale des spores de la Truffe et la production des téléospores. 440 |
| MM. L. CAMUS et E. GLEY. — De l'action destructive d'un sérum sanguin sur les globules rouges d'une autre espèce animale. Immunisation contre cette action. 428 | M. GAILLARD. — Sur l'âge de graviers quaternaires de Villefranche (Rhône)... 447 |
| M. C. PHISALIX. — La tyrosine, vaccin chimique du venin de vipère..... 431 | M. H. MORIZE. — Sur un nouveau procédé de détermination de la position des corps étrangers par la radiographie..... 449 |
| BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE..... 450 | |
| ERRATA..... 451 | |

1898

PREMIER SEMESTRE.

FEB 25 1898

3029

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

=====
TOME CXXVI.
=====

N° 6 (7 Février 1898).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Quai des Grands-Augustins, 55.

—
1898

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1^{er}. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5^h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

FEB 25 1898

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 FÉVRIER 1898,

PRÉSIDENTE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **PRÉSIDENT** annonce à l'Académie la mort de M. *Jean-Albert Gauthier-Villars* et propose de consigner au procès-verbal de la séance l'expression des regrets que cause à l'assemblée la perte de ce collaborateur dévoué, qui a rendu à l'Académie et à la Science tant de signalés services.

L'un après l'autre, M. le **PRÉSIDENT**, **M. J. BERTRAND**, Secrétaire perpétuel, et **M. G. DARBOUX** rappellent les titres de M. Gauthier-Villars à la reconnaissance du monde savant.

« Depuis 1835, l'imprimerie qu'il dirigeait, après Bachelier et Mallet-Bachelier, n'a pas une seule fois manqué à faire paraître les *Comptes rendus* à l'heure voulue, malgré les difficultés de toute nature que suscitaient l'abondance des matières, les exigences des auteurs et les embarras d'une

grande entreprise industrielle. Pendant de longues années, nous avons vu M. Gauthier-Villars venir, à chacune des séances de l'Académie, apporter à tous le bienveillant et désintéressé concours de sa grande expérience, et, quand la maladie lui eut interdit ces visites hebdomadaires, ce fut son fils, formé à son école, qui vint le remplacer. L'Académie est assurée de trouver en lui le continuateur de l'œuvre paternelle.

» Les publications du Bureau des Longitudes, celles de l'Observatoire et du Bureau Central météorologique, grâce au concours habile et désintéressé de M. Gauthier-Villars, ont été, depuis trente ans, des modèles que l'on n'a pu qu'imiter. Grâce à lui, le Gouvernement et l'Académie ont pu éditer les OEuvres complètes de Lagrange, de Fermat, de Fourier et de Cauchy; il a fallu tout son désintéressement pour mener à bien ces coûteuses publications. Le nom de Gauthier-Villars sera associé, par la reconnaissance des savants, à ces grandes entreprises scientifiques.

» Il n'est pas de Membre de l'Académie qui ne veuille joindre à ce sentiment général le témoignage particulier de sa reconnaissance pour le précieux concours que chacun de nous trouvait toujours dans sa grande expérience et son généreux désintéressement. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Mécanisme histologique de la cicatrisation; réunion immédiate synaptique.* Note de M. L. RANVIER.

« Si l'on fait à la cornée du lapin deux incisions parallèles, l'une simple, comprenant le tiers ou la moitié de l'épaisseur de la membrane, l'autre pénétrante, c'est-à-dire allant jusqu'à la chambre antérieure, la plaie pénétrante guérit plus vite que la plaie simple. Pour observer aisément ce phénomène paradoxal, il convient que les deux incisions soient à peu près de la même longueur et qu'elles soient faites au centre de la cornée, à 1^{mm} l'une de l'autre environ. Les cicatrices étant voisines, on pourra les voir toutes deux dans le champ du microscope, à un faible grossissement, sur des coupes convenablement orientées, et faire ainsi une observation comparative.

» S'il n'est survenu aucune complication, vers le quinzième jour, la cicatrice de la plaie pénétrante est achevée tandis que celle de la plaie simple est encore en voie de formation.

» Dans la plaie simple, l'épithélium, qui remplissait à l'origine la solution de continuité, a bien été refoulé par une néoformation conjonctive qui

occupe la région profonde de la plaie; mais il ne l'a été que partiellement et il en reste encore une quantité assez considérable pour figurer, au sein de la portion conjonctive de la cornée, un golfe très accusé.

» Dans la plaie pénétrante, au contraire, la cicatrice est linéaire pour ainsi dire et l'épithélium a été refoulé de telle sorte qu'il a presque repris son niveau normal.

» Tels sont les phénomènes que l'on observe habituellement dans les deux plaies. Comme ils ne sont pas semblables, il est à supposer que le mécanisme de la cicatrisation y est différent. Il l'est en effet. Von Wyss (1) a déjà constaté que dans les plaies pénétrantes il se forme de la fibrine, tandis que dans les plaies simples il n'y en a pas.

» Mes observations sur les modifications inflammatoires des membranes séreuses et l'hypothèse qu'elles m'avaient suggérée m'autorisaient à faire jouer à la fibrine un rôle important dans la cicatrisation. Pour contrôler cette hypothèse, il fallait suivre jour par jour l'évolution des plaies pénétrantes de la cornée jusqu'à l'édification de la cicatrice définitive.

» Si l'on examine la plaie quarante-huit heures après l'incision, les phénomènes ne paraissent pas toujours identiques; mais leur variation permet d'en mieux saisir la loi générale.

» La région antérieure de la plaie est occupée par une masse épithéliale résultant du glissement et de l'éboulement de l'épithélium circonvoisin, exactement comme dans les plaies simples, tandis que dans sa région postérieure se trouve un réticulum fibrineux. Les mailles de ce réticulum sont remplies d'un liquide séreux contenant des cellules lymphatiques en nombre très restreint.

» La masse épithéliale engagée entre les lèvres de la plaie y descend à une profondeur variable et ses rapports avec le réticulum fibrineux ne sont pas exactement les mêmes dans tous les cas. Il peut se faire que leur limite soit bien définie. Au-dessous du bouchon épithélial, se trouve alors une couche formée de filaments de fibrine, rapprochés les uns des autres, comme tassés et disposés à la manière d'un hamac.

» L'observation attentive de bonnes préparations conduit, le plus souvent, à reconnaître que les rapports de la fibrine et de l'épithélium ne sont pas toujours aussi simples. Au sein de la masse épithéliale elle-même, entre les cellules qui la composent, on voit des travées fibrineuses. Ces travées sont plus ou moins nombreuses, plus ou moins grosses et forment

(1) *Arch. de Virchow*, t. LXIX, p. 24; 1877.

un réseau plus ou moins compliqué, dont les mailles sont occupées par les cellules épithéliales. Je n'ai jamais vu le réseau fibrineux atteindre la surface même de l'épithélium; mais quelquefois il n'en est pas loin. Voici, sans doute, comment les choses se sont passées : la fibrine s'est formée d'abord et son réseau s'est étendu dans la solution de continuité, puis les cellules épithéliales sont descendues dans la plaie et se sont réparties dans tous les espaces qu'elles ont trouvés devant elles (1). Elles n'ont été arrêtées dans leur migration que par la résistance que leur ont offerte, à un moment donné, les filaments fibrineux qu'elles ont refoulés devant elles. C'est ainsi que se forme, sans doute, cette sorte de hamac dont j'ai parlé plus haut.

» Les faits les plus intéressants et les plus significatifs peuvent être observés dans les plaies pénétrantes de quatre jours. A ce moment, les cellules fixes qui avoisinent la plaie se sont hypertrophiées et présentent les signes de la multiplication par division indirecte. Elles ont émis des prolongements simples ou ramifiés qui s'étendent sur les travées du réticulum fibrineux. C'est une propriété bien curieuse des cellules conjonctives, quelles qu'elles soient, propriété qu'elles possèdent aussi bien que leurs sœurs les cellules endothéliales, de s'accoler aux surfaces. Il semble qu'elles aient besoin d'un support. Cette propriété a été mise en évidence par mes premiers travaux sur le tissu conjonctif : tous les histologistes le savent; mais il semble que, dans les plaies pénétrantes de la cornée, il y ait plus qu'un simple accollement.

» En effet, sous l'influence des prolongements des cellules conjonctives, les travées de fibrine se modifient. Elles se colorent plus vivement par le carmin, s'épaississent et se rétractent. Elles deviennent des fibres synap-

(1) Peu de temps après l'apparition de la Note que j'ai communiquée à l'Académie l'année dernière, sur le glissement et l'éboulement de l'épithélium dans les plaies simples de la cornée, le professeur Nussbaum, de Bonn, qui, comme on le sait, est un des plus distingués parmi les histologistes allemands, m'écrivit qu'un de ses élèves, le Dr Peters, avait fait, sous sa direction, une thèse dans laquelle il avait montré que, après qu'on avait enlevé partiellement, par raclage, l'épithélium de la cornée de la grenouille, on le voyait se former à nouveau, non par la multiplication des cellules épithéliales du voisinage restées en place, mais par l'extension de ces cellules, qui se déplaceraient en vertu de mouvements amiboïdes (ALBERT PETERS, *Regeneration des Epithels der Cornea*; Bonn, 1885). Il n'est point nécessaire d'insister sur les analogies et les différences des recherches du Dr Peters et des miennes. Chacun pourra faire lui-même la comparaison.

tiques. En certaines régions de la plaie, dans sa partie moyenne notamment, leur rétraction peut être, déjà au bout de quatre jours, assez considérable pour amener au contact les deux lèvres de la solution de continuité.

» C'est aussi à cette période de la cicatrisation que des cellules conjonctives, par le fait de la prolifération et de leurs mouvements propres, s'insinuent entre les lèvres de la plaie. On en observe à la surface même des fibres synaptiques.

» Que devient le réseau fibrineux inclus dans la masse épithéliale, réseau dont il a été question plus haut? Sur les travées de ce réseau, aussi bien que sur les travées fibrineuses libres, comprises dans le fond de la plaie, les cellules conjonctives hypertrophiées envoient quelques-uns de leurs prolongements protoplasmiques. Elles s'y transportent aussi, après avoir proliféré, et transforment le réseau fibrineux en réseau synaptique.

» Les fibres synaptiques, en se rétractant, déterminent une segmentation de la masse épithéliale. Les conséquences de ce processus sont singulières et méritent d'attirer l'attention. Les parties de l'épithélium séparées par la segmentation forment des lobules arrondis, semblables à ceux de l'épithélium lobulé. Par la suite, ces lobules sont emprisonnés dans le tissu conjonctif. L'évolution épithéliale s'y poursuivant, il se forme à leur centre des globes épithéliaux, tout comme dans les cancroïdes. A la longue, ils disparaissent entièrement par régression.

» Les fibres synaptiques qui se sont formées au sein de la masse épithéliale et qui en ont déterminé la segmentation, deviennent le point de départ d'une vraie formation conjonctive. Comme elles se sont rétractées et que, à leur niveau, les deux lèvres de la plaie se sont rapprochées, l'édification du tissu cicatriciel définitif est facile, et finalement il ne forme plus entre elles qu'une couche très mince. Ce tissu cicatriciel, dont les éléments sont ceux du tissu conjonctif, se constitue de la même façon dans toute l'étendue de la plaie. Partout ces éléments conjonctifs qui le forment sont précédés de travées fibrineuses qui, sous l'influence des prolongements protoplasmiques des cellules conjonctives, paraissent se transformer progressivement.

» Vers le sixième jour, il n'y a plus de travées fibrineuses, ni de fibres synaptiques. A leur place on observe des cellules et des fibres conjonctives. Ces dernières s'insèrent sur les lames cornéennes sectionnées; mais elles n'affectent pas la même direction. Elles s'entrecroisent dans la cicatrice elle-même et y forment comme une couture dont les fils auraient été passés

d'une manière très irrégulière. Les cellules conjonctives de nouvelle formation, qui leur sont interposées, sont munies de prolongements protoplasmiques, au moyen desquels elles sont vraisemblablement anastomosées entre elles. Leur orientation est irrégulière comme celle des fibres au milieu desquelles elles sont comprises.

» On observe les mêmes cellules et les mêmes fibres dans les plaies simples, au-dessous de la cicatrice épithéliale; mais elles n'y sont pas précédées de filaments de fibrine, ni par conséquent de véritables fibres synaptiques. C'est pour cela, sans doute, que la réparation y est si lente, alors que dans les plaies pénétrantes le rapprochement des lèvres de la plaie se produit au moins aussi rapidement que dans les plaies de la même étendue et de la même profondeur d'un point quelconque du tégument externe.

» La connaissance des fibres synaptiques permet ainsi de se rendre compte de ce paradoxe que j'exposais au début de cette Communication : à savoir que les plaies pénétrantes de la cornée guérissent plus vite que les plaies simples de cette membrane. »

CORRESPONDANCE.

M. MARSII, M. ARNAUD adressent des remerciements à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

M. J. DE SHOKALSKY, lieutenant-colonel de la Marine impériale russe, adresse, par l'entremise de M. Vénukoff, des Cartes de l'Océan boréal depuis les côtes de Laponie jusqu'à l'embouchure du Yénissey, et une brochure intitulée : « Les recherches des Russes de la route maritime de » Sibérie ».

La construction du chemin de fer transsibérien a amené le développement considérable de la navigation maritime entre les ports de l'Europe et les embouchures de l'Obi et du Yénissey. Pour satisfaire aux besoins de cette navigation naissante, le Ministère de la Marine russe vient de publier une série de Cartes maritimes : ce sont ces Cartes qu'adresse à l'Académie M. de Shokalsky, avec l'explication qui les accompagne.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement des fonctions réelles non analytiques.* Note de M. P. PAINLEVÉ, présentée par M. Picard.

« Quand une fonction $f(x)$ est continue dans un intervalle ab , elle est développable dans cet intervalle en une série de polynomes $\Sigma P_n(x)$, et un théorème analogue s'applique aux fonctions continues de plusieurs variables. Ces développements ont été introduits par Weierstrass. Je voudrais en indiquer ici quelques propriétés que je crois nouvelles.

» J'insisterai d'abord sur les fonctions $f(x)$, ou $f(x_1, \dots, x_m)$, qui sont continues dans un certain domaine et admettent des dérivées partielles de tous les ordres. Dans le cas de $m = 2$ (qui comprend celui de $m = 1$), M. Borel a établi ce théorème :

» *Si dans le domaine*

$$(D) \quad 0 \leq x \leq 1, \quad 0 \leq y \leq 1$$

la fonction $f(x, y)$ est continue et admet des dérivées de tous les ordres, elle est développable dans ce domaine en une série

$$(1) \quad f(x, y) = \Sigma \Pi_n(x, y, \sin x, \cos x, \sin y, \cos y),$$

où Π_n est un polynome en $x, \dots, \cos y$, série qui converge uniformément dans D ainsi que toutes les séries $\Sigma \frac{\partial \Pi_n}{\partial x}, \Sigma \frac{\partial \Pi_n}{\partial y}, \Sigma \frac{\partial^2 \Pi_n}{\partial x^2}, \dots$; ces dernières séries représentent donc (dans D) $f'x, f'y, f''x^2, \dots$.

» Je dirai dans ce qui suit qu'une série telle que (1) est dérivable terme à terme indéfiniment.

» La démonstration de M. Borel est très compliquée, et de plus elle ne saurait s'étendre sans de nouveaux efforts aux fonctions de m variables ($m \geq 2$). Par un procédé extrêmement simple, j'établis cette proposition plus générale ⁽¹⁾, que j'énonce en me limitant à trois variables :

» THÉORÈME. — *Soit $f(x, y, z)$ une fonction des variables réelles x, y, z , qui, en chaque point (x, y, z) d'un certain domaine Δ (à trois dimensions) de*

⁽¹⁾ Si ma démonstration est beaucoup plus simple et générale que celle de M. Borel, en revanche la démonstration de M. Borel va bien plus à fond sur un point très important. M. Borel montre, en effet, qu'on peut assujettir les coefficients des Π_n à des inégalités telles : 1° que la série (1) soit dérivable indéfiniment terme à terme (dès que ces inégalités sont vérifiées), et 2° que toute fonction $f(x, y)$ se laisse mettre sous la forme (1), où les inégalités en question sont vérifiées.

l'espace Oxyz, est continue et admet des dérivées partielles continues de tous les ordres : la fonction $f(x, y, z)$ est développable en une série de polynomes

$$(2) \quad f(x, y, z) = \Sigma P_n(x, y, z),$$

série qui converge uniformément dans tout domaine Δ_1 intérieur à Δ , et est dérivable terme à terme indéfiniment.

» Pour donner à ce théorème toute sa portée, j'introduis une définition : je conviens de dire que la fonction $f(x, y, z)$ est *régulière* au point (x_0, y_0, z_0) , si, à l'intérieur d'une sphère de centre (x_0, y_0, z_0) et de rayon suffisamment petit, la fonction $f(x, y, z)$ et toutes ses dérivées partielles successives sont continues. Je représente par D l'ensemble de tous les points de l'espace Oxyz où la fonction $f(x, y, z)$ est *régulière*, par E l'ensemble de tous les points où elle est *irrégulière*. L'ensemble E peut être entièrement quelconque, à cela près que, par sa définition même, il renferme tous ses points limites $[E \ni E']$; il peut contenir des domaines continus à 3, 2 ou 1 dimensions, des ensembles parfaits discontinus, des points isolés. L'ensemble D peut être formé de plusieurs (ou d'une infinité) de domaines continus distincts, tous à 3 dimensions, limités par des surfaces à connexion quelconque, renfermant des surfaces, lignes, points irréguliers, etc.

» Ceci posé, le théorème énoncé s'applique au domaine D.

» Considérons, en particulier, une fonction *analytique*

$$f(z) = \varphi(x, y) + i\psi(x, y)$$

uniforme et *holomorphe* dans le domaine D, l'ensemble E étant quelconque. La fonction $f(z)$ est développable dans le domaine D en une série de la forme

$$(3) \quad f(z) = \Sigma [P_n(x, y) + iQ_n(x, y)],$$

où les P_n, Q_n sont des POLYNOMES RÉELS EN x, y , série qui converge uniformément et est dérivable terme à terme indéfiniment à l'intérieur de D : ainsi

$$f'(z) = \Sigma \left[\frac{\partial P_n}{\partial x}(x, y) + i \frac{\partial Q_n}{\partial x}(x, y) \right] = \Sigma \left(-i \frac{\partial P_n}{\partial y} + \frac{\partial Q_n}{\partial y} \right) \dots$$

» Par exemple, si $f(z)$ est holomorphe dans tout le plan complexe, sauf en un ensemble *parfait discontinu* de points essentiels, $f(z)$ peut se mettre sous la forme (3); mais les expressions $P_n(x, y) + iQ_n(x, y)$ ne sont pas (et ne sauraient être) fonctions analytiques de z (c'est-à-dire ici des polynomes en z) (1).

(1) Je saisis cette occasion pour réparer une omission involontaire : les résultats

» Soit de même $f(z, w)$ une fonction analytique uniforme des deux variables complexes $z = x + iy$, $w = u + iv$, et soit D l'ensemble des points (x, y, u, v) de l'espace $Oxyuw$, où f est holomorphe; la fonction $f(z, w)$ est développable, dans D , en une série $\Sigma [P_n(x, y, u, v) + iQ_n(x, y, u, v)]$, où les P_n, Q_n sont des polynômes réels, série qui jouit des propriétés énoncées plus haut, relatives à la convergence, la dérivation, etc.

» Considérons maintenant une fonction $f(x, y, z)$ continue dans un certain domaine et admettant des dérivées partielles continues jusqu'à l'ordre p inclusivement (p pouvant être nul) : j'appelle point *régulier* (x, y, z) de f tout point qui répond aux conditions énoncées plus haut, dans lesquelles (au lieu d'introduire *toutes* les dérivées) on n'introduit que les dérivées d'ordre $1, 2, \dots, p$. Dans le domaine D où f est régulière, elle est représentable par une série (2) dérivable terme à terme jusqu'à l'ordre p .

» On peut compléter ce qui précède par des remarques curieuses dont je cite les plus simples. Soit $f(x)$ une fonction de x continue entre a et b , sauf pour un ensemble *énumérable* de valeurs x_i de x , ensemble qui n'est condensé nulle part. Cette fonction est développable en une série de polynômes $\Sigma P_n(x)$ qui 1° converge uniformément vers $f(x)$ dans tout intervalle compris entre a et b et ne renfermant pas de points x_i , et 2° pour les valeurs $x = x_i$ converge vers des valeurs f_i choisies arbitrairement (qui peuvent être l'infini).

» Soit encore $F(x)$ une fonction définie pour une suite énumérable de valeurs de x (par exemple, pour les valeurs commensurables de x comprises entre a et b); cette fonction (continue ou non) peut être représentée (pour ces valeurs de x) par une série de polynômes. Si, par exemple, F est le dénominateur de chaque nombre rationnel $x = \frac{i}{j}$ (irréductible), cette quantité $F(x)$ ⁽¹⁾ est développable en série $\Sigma P_n(x)$ qui converge pour toutes les valeurs commensurables de x . »

que j'ai indiqués dans deux Notes des 17 et 24 janvier coïncident en partie avec des théorèmes démontrés par M. Runge dans un Mémoire *Sur les Fonctions analytiques uniformes* (*Acta mathematica*, t. VI). M. Runge a établi notamment qu'une fonction uniforme dans son domaine d'existence y est représentable par une série de fractions rationnelles.

(1) $F(x)$ est une fonction *discontinue* de la variable rationnelle $x = \frac{i}{j}$: pour des valeurs $x = \frac{i}{j}$, $x_1 = \frac{h}{l}$ aussi voisines qu'on veut, la différence $F(x_1) - F(x)$ peut dépasser toute limite.

PHYSIQUE. — *Transparence du bismuth dans un champ magnétique.*

Note de M. H. Buisson, présentée par M. J. Violle (1).

« Dans la théorie électromagnétique de la lumière, la transparence des corps est liée à leur résistance électrique. En première approximation, le coefficient d'absorption est proportionnel à la racine carrée de la conductibilité. Des expériences faites pour vérifier cette relation sur différents métaux ont montré qu'ils sont plus transparents que ne le voudrait la théorie.

» Il était intéressant de voir, sur un même métal, si en faisant varier la conductibilité on modifiait la transparence dans le sens prévu.

» On aurait pu employer les variations de température; j'ai préféré me servir de l'augmentation de résistance qu'éprouve le bismuth dans un champ magnétique : on a ainsi l'avantage d'une modification très rapide.

» J'ai obtenu des lames transparentes de bismuth en électrolysant une dissolution concentrée de citrate ammoniacal de ce métal, l'électrode étant une lame très mince d'argent, déposé chimiquement sur verre. L'ensemble obtenu est bien transparent dans certaines lames; dans d'autres, il est assez opaque pour nécessiter l'emploi d'une source lumineuse intense.

» La lame est placée entre les pôles d'un électro-aimant, normalement aux lignes de force. L'intensité du champ est d'environ 15 000 unités C.G.S. Cette intensité est mesurée par la rotation du plan de polarisation d'un faisceau lumineux, qui traverse une lame de verre d'épaisseur et de pouvoir rotatoire connus.

» On vise, à travers la lame, et suivant l'axe de l'aimant, une fenêtre vivement éclairée par une source lumineuse placée en arrière.

» Avec les lames les plus minces, qui laissent passer assez de lumière, on peut juxtaposer, à l'image de cette fenêtre, celle d'une seconde fenêtre placée latéralement et dont on peut faire varier facilement l'intensité, à l'aide de deux nicols, pour obtenir l'égalité d'éclairement des deux plages lumineuses.

» Quand on excite le champ, cette égalité n'est aucunement modifiée.

» Pour les lames plus épaisses, elles laissent passer si peu de lumière qu'il est inutile de se servir de ce procédé de comparaison : l'éclairement très faible de la plage lumineuse ne varie absolument pas quand on crée le champ et quand on le supprime.

» Dans les conditions où j'opérais, la résistance de la lame a augmenté d'au moins $\frac{60}{100}$. En supposant que l'absorption dépende de la conductibilité suivant la relation citée plus haut, on calcule aisément que l'intensité de la lumière transmise se serait accrue d'un tiers dans le cas de la lame la plus

(1) Travail fait au laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure.

mince, et se serait triplée pour une autre lame. Enfin pour les lames plus opaques on aurait eu des variations encore plus considérables. Or, je n'ai constaté aucune variation de l'intensité de la lumière transmise.

» Pour être certain que la lumière que je recevais n'avait pas passé à travers quelques trous inévitables dans des lames aussi minces, quoique en très petit nombre, comme je m'en suis assuré au microscope, j'ai pris une lame d'argent tout à fait opaque et j'y ai fait plusieurs petits trous de façon à laisser passer une quantité de lumière de même ordre que celle qui traversait les lames de bismuth.

» Mais alors la diffraction étale complètement l'image de la fenêtre éclairée, qui, avec le bismuth, était parfaitement nette. La lumière avait donc bien traversé le métal.

» On doit conclure de ce résultat négatif que la résistance mesurée pour des courants continus n'est pas le terme principal du coefficient d'absorption.

» Lénard, puis Sadovsky, ont montré que le bismuth n'avait pas la même résistance pour un courant continu et pour un courant oscillant, que chacune d'elles varie d'une façon différente dans un champ magnétique et particulièrement que, pour un fil perpendiculaire aux lignes de force, la résistance au courant oscillant croît avec le champ plus vite que la résistance au courant continu, de façon à la dépasser à partir d'un champ de 6000 unités C. G. S. De plus, elle dépend de la fréquence. Si donc on veut faire intervenir cette résistance dans les phénomènes lumineux, il faut supposer qu'elle varie avec la fréquence suivant une loi inconnue jusqu'à être sensiblement indépendante du champ quand la fréquence atteint celle de la lumière.

» Il est plus vraisemblable d'admettre que la conductibilité qui intervient dans les phénomènes lumineux est d'un autre ordre que celle que l'on mesure ordinairement. »

PHYSIQUE. — *Des cycles de torsion magnétique et de la torsion résiduelle du fer doux.* Note de M. G. MOREAU, présentée par M. J. Violle.

« J'ai montré, dans une Note (1) qui sera détaillée dans un Mémoire prochain, qu'un fil de fer, placé suivant l'axe d'un solénoïde, se tordait

(1) *Comptes rendus*, mai 1896.

sous l'action du champ, s'il avait été tordu primitivement. La torsion magnétique varie tout le long du fil et change de sens de part et d'autre du champ avec un maximum au voisinage de chaque bord. En un point P et pour un champ donné, la torsion magnétique croît d'abord linéairement avec la torsion du fil et ensuite plus lentement, jusqu'à une limite qu'elle conserve pour des torsions élevées.

» Si l'on fait décrire au fil un cycle de torsion (+ T, - T), la torsion magnétique t_m en P décrit aussi un cycle.

» Voici un cycle observé avec un fil AB de 156^{cm} de long, 0^{cm},04 de diamètre, fixé en A et tordu en B. Il est orienté normalement au méridien magnétique, suivant l'axe d'un solénoïde MM' de 30^{cm} de long. La torsion magnétique en P est observée avec un miroir de 50^{cm} de foyer et une échelle divisée en millimètres. Le courant est de 8 ampères dans la bobine qui donne 70 unités C. G. S. par ampère. AM = 121^{cm}, AP = 111^{cm},

| | | | | | | | | |
|-------------|---------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|----------------------|----------------------|------------------|
| T | +14 π | +12 π | +10 π | +8 π | +6 π | +4 π | o | -14 π |
| t_m . . . | +39 ^d ,5 | +34 ^d | +26 ^d | +12 ^d | -0 ^d ,5 | -13 ^d | -33 ^d | -40 ^d |
| T | -14 π | -12 π | -10 π | -8 π | -6 π | -4 π | o | +14 π |
| t_m . . . | -40 ^d | -34 ^d | -26 ^d | -12 ^d | +0 ^d ,50 | +12 ^d ,50 | +33 ^d ,50 | +40 ^d |

» Le cycle est symétrique par rapport à l'origine et coupe l'axe des T en deux points B et B' tels que OB = OB' = T_r , pour lesquels $t_m = 0$.

» La torsion T_r représente la torsion résiduelle, qui correspond à T pour les raisons suivantes :

» I. Un fil, primitivement tordu et détordu librement, ne donne rien sous l'action du champ.

» II. Quand le champ varie, on a des cycles de surface et d'inclinaison différentes, mais coupant l'axe des T aux mêmes points.

» III. Pour des fils d'égal diamètre et de longueur différente, on a, pour la même torsion par centimètre, une égale torsion résiduelle.

» IV. Le cycle observé en un autre point du fil donne les mêmes valeurs pour OB et OB'.

» Par l'étude des cycles de torsion magnétique, on a un moyen précis de mesurer la T_r des métaux magnétiques. On prendra des fils de même diamètre et on décrira avec eux des cycles à torsion croissante. Chaque cycle donnera la torsion T_r relative à la torsion limite T du cycle.

» J'ai fait des mesures avec des fils de fer doux dont les diamètres sont : 0^{cm},04 ; 0^{cm},07 ; 0^{cm},075 ; 0^{cm},11 ; 0^{cm},16. Voici à titre d'exemple les observations relatives au fil de 0^{cm},075. Les torsions T et T_r sont rapportées à 1^{cm} de longueur et exprimées en circonférences. Elles sont exactes à deux dix-millièmes.

| T. | T _r . | T. | T _r . |
|-------|------------------|-------|------------------|
| c | c | c | c |
| 0,010 | 0,0001 | 0,046 | 0,033 |
| 0,013 | 0,0007 | 0,050 | 0,037 |
| 0,015 | 0,002 | 0,060 | 0,0475 |
| 0,020 | 0,007 | 0,064 | 0,051 |
| 0,025 | 0,012 | 0,080 | 0,067 |
| 0,030 | 0,0165 | 0,100 | 0,0865 |
| 0,040 | 0,027 | 0,120 | 0,107 |

» La courbe de variation de T_r construite avec les nombres précédents offre deux parties : la première, courte, très peu développée, se raccorde tangentiellement avec l'axe des T au voisinage du point $t_0 = 0^c, 009$; l'autre est *rectiligne* et son coefficient angulaire est l'unité. Elle coupe l'axe des T au point $T_0 = 0^c, 013$. Comme la première partie est très peu développée, on peut regarder la variation de T_r comme caractérisée par *une droite*.

» Avec les autres fils, j'ai aussi obtenu des *droites qui sont parallèles*. Dans le Tableau suivant je donne les valeurs t_0 et T_0 des cinq fils étudiés et les produits des torsions par les diamètres :

| $d =$ | $t_0 =$ | $t_0 \times d.$ | $T_0 =$ | $T_0 \times d.$ |
|-----------------------|---------|-----------------|---------|-----------------|
| ^{cm} 0,04 | 0,018 | 0,00072 | 0,0245 | 0,000980 |
| 0,07 | » | » | 0,014 | 0,000980 |
| 0,075 | 0,009 | 0,000675 | 0,013 | 0,000975 |
| 0,11 | 0,006 | 0,00066 | 0,0088 | 0,000968 |
| 0,16 | 0,004 | 0,00064 | 0,0061 | 0,000976 |

» Les produits sont sensiblement constants et les moyennes sont

$$t_0 d = 0,00067, \quad T_0 d = 0,000976.$$

Le produit $T_0 d$ est plus exact que le premier, car les torsions T_0 sont plus facilement mesurées que les t_0 .

» On déduit de là :

» I. Pour un fil donné, la torsion résiduelle apparaît pour une torsion qui est en raison inverse du diamètre. Pour un fil de fer de 1^{cm} de diamètre et de longueur, cette torsion est $\frac{67}{100000}$ de circonférence.

» II. L'équation de la droite de torsion résiduelle est pour un fil de 1^{cm} de long et de diamètre d exprimé en centimètres

$$(1) \quad T_r = T - \frac{0,000976}{d}.$$

» Les résultats précédents provoquent les remarques suivantes :

» I. La manière la plus simple d'expliquer la torsion résiduelle d'un fil homogène est d'admettre que, après une torsion suffisante, les généra-

trices du fil se sont assez dilatées pour que les molécules qui les constituent ne reviennent pas à leurs positions initiales quand le couple de torsion a disparu, les fibres étant partiellement brisées par la torsion. Pour un fil de diamètre d l'allongement de 1^{cm} pour une torsion T exprimée en circonférences est

$$\lambda = \frac{\pi^2 d^2 T^2}{2}.$$

» Pour $T = t_0$ et $T = T_0$ on a

$$\lambda = \frac{\pi^2}{2} (67 \times 10^{-5})^2 = 0^{\text{m}}, 022,$$

$$\lambda' = \frac{\pi^2}{2} (976 \times 10^{-6})^2 = 0^{\text{m}}, 047;$$

donc les fibres du fer doux seront partiellement brisées quand l'allongement de 1^{cm} dépassera $0^{\text{m}}, 022$ ou tout au moins quand il dépassera $0^{\text{m}}, 047$.

» II. La formule (1) montre que $T - T_r$ est constant pour un fil donné. Donc dans l'intervalle $T - T_r$ la torsion magnétique variera de la même façon quelle que soit T . Les cycles montrent en effet dans le voisinage de B et B' une allure rectiligne identique à celle de la courbe obtenue au début de la torsion, la limite de la torsion magnétique obtenue dans ce cas étant expliquée par ce fait qu'elle ne doit plus augmenter quand apparaît la torsion résiduelle. »

PHYSIQUE. — *Sur un mode de comparaison des courbes de torsion.*

Note de M. H. BOUASSE, présentée par M. Mascart.

« Une des principales difficultés de l'étude des phénomènes de torsion est la définition précise de la *mollesse* du fil. Supposons que l'on possède au début de l'expérience un fil homogène et isotrope. Soient pris pour coordonnées dans un plan l'angle de torsion α et le couple correspondant C ; les expériences sont alors figurées par un système de courbes que nous représentons symboliquement par la forme $C = \varphi(\alpha)$; elle n'est déterminée que si nous y joignons la loi de variation des azimuts dans le temps $\alpha = f(t)$.

» Si l'on change la *mollesse* du fil au début de l'expérience, comment est modifié le système $C = \varphi(\alpha)$? L'expérience conduit à poser la loi d'homothétie suivante : Soit a un paramètre compris entre 1 et ∞ , qui mesure par définition la *mollesse* du fil. L'expression générale du système des

courbes de torsion est $aC = \varphi(ax)$, pourvu que l'on prenne $ax = f(t)$ pour nouvelle loi de variation des azimuts dans le temps, ou plus généralement, car il ne faut pas exclure les phénomènes à azimut constant, que les axes correspondants des courbes homothétiques soient parcourus dans des temps égaux. Ainsi, pour des fils de même diamètre, il suffit de prendre des unités a fois plus petites, pour obtenir avec un fil de *mollesse* a le système numérique pour les arcs et les angles qui convient au fil parfaitement énoncé de *mollesse* 1, les conditions de durée étant réalisées.

» La loi peut se généraliser si les diamètres des fils sont inégaux : les systèmes des courbes de torsion sont superposables par projection et homothétie : il faut pour la superposition deux réductions comprises dans l'expression $bC = \varphi(ax)$. Sous cette forme, la superposition est probable pour des fils de diamètres, matières et recuits quelconques. »

PHYSIQUE. — *Transformation des rayons X par transmission.*

Note de M. G. SAGXAC, présentée par M. Lippmann (1).

« J'ai montré que la surface d'un corps M, frappée par les rayons X, émet des rayons nouveaux (*rayons secondaires* S), qui possèdent les caractères fondamentaux des rayons X, mais sont beaucoup plus absorbés par les différents milieux, en particulier l'air ambiant (2). Or, la surface par laquelle les rayons X sortent du corps M émet à son tour des rayons secondaires S' (*fig. 1*) qui ne diffèrent pas essentiellement des rayons S émis par la face d'entrée :

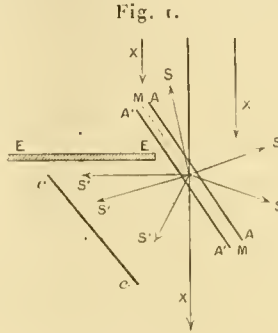
» Un écran *ee* au platinocyanure de baryum (*fig. 1*), protégé par une plaque de plomb *EE* contre l'action directe des rayons X, s'illumine quand on interpose en *MM* une feuille de zinc, d'étain, etc., et même d'aluminium; la silhouette de la main vue sur *ee* ne montre pas les os, car les chairs ne sont guère traversées par les rayons secondaires.

» On peut remplacer l'écran *ee* par une plaque photographique ordinaire, ou bien par un électroscope dans la cage duquel les rayons S pénètrent à travers une mince feuille d'aluminium battu ou une toile métallique.

(1) Travail fait au laboratoire de M. Bouty, à la Sorbonne.

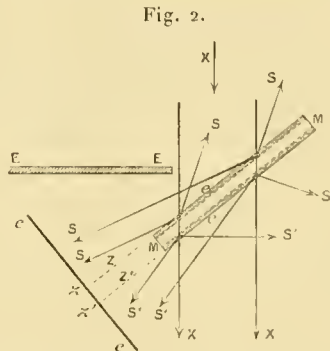
(2) *Comptes rendus* du 19 juillet, du 26 juillet, du 6 décembre 1897 et du 3 janvier 1898.

» En disposant la feuille MM comme sur la *fig. 2*, on peut observer, à gauche de la face d'entrée des rayons, l'action des rayons secondaires antérieurs S, et, à droite de la face de sortie, l'action des rayons secon-



dares postérieurs S'. Ceux-ci sont les moins intenses, les rayons X qui les produisent ayant déjà subi une absorption dans la traversée de la feuille MM.

» On n'affaiblit pas la production des rayons antérieurs S et l'on aug-



mente progressivement celle des rayons postérieurs S' en amincissant la feuille MM jusqu'à une épaisseur e considérablement plus faible que l'épaisseur nécessaire pour arrêter la majeure partie des rayons X. C'est ce qui arrive, par exemple, avec une épaisseur d'or de $\frac{1}{2}$ micron formée par cinq feuilles d'or battu superposées. A ce moment les particules de M, dans toute l'épaisseur de la feuille mince, rayonnent à la fois en avant et en arrière.

» Pour une épaisseur de M supérieure à e , il y a ainsi, à chaque surface de la lame MM (*fig. 2*), une couche active d'épaisseur e , qui émet des rayons secondaires à travers cette surface et jusque dans le plan Z, ou Z',

de cette surface. Les deux couches actives ont une partie commune si l'épaisseur de la feuille MM est inférieure à $2e$.

» Si l'épaisseur de la feuille MM diminue au-dessous de e , l'intensité des rayons secondaires émis par les deux faces s'affaiblit, d'abord lentement, puis très vite. C'est dire que le rayonnement secondaire d'une particule est rapidement arrêté à mesure que l'épaisseur de matière qui sépare la particule de la surface augmente jusqu'à e .

» L'énergie des rayons secondaires émis par une feuille d'épaisseur e n'est qu'une faible partie de celle des rayons X incidents, puisqu'elle est au plus égale à l'énergie des rayons X arrêtés par la couche mince e . Mais cette énergie est mieux utilisée que celle des rayons X par les récepteurs : plaque photographique, écran fluorescent ou électroscope. Les rayons secondaires sont, en effet, absorbés bien plus que les rayons X par les couches sensibles des écrans fluorescents ou des plaques photographiques, ou par l'air qu'ils rendent conducteur de l'électricité.

» On comprend alors que l'action photographique, par exemple, des rayons S puisse être aussi forte que celle des rayons X au voisinage immédiat de la surface d'émission, tandis qu'elle est déjà bien plus faible après quelques millimètres de parcours dans l'air. Je rappelle que cette *énergique absorption des rayons S dans la couche d'air atmosphérique adjacente à la surface du corps actif* m'a permis, dès le début, de les différencier nettement des rayons X incidents (*Comptes rendus* du 26 juillet 1897).

» Pour démontrer que les rayons S', même déjà filtrés par quelques centimètres d'air, sont nettement différents des rayons X et en sont une *transformation*, il suffit de filtrer par une même feuille AA, moins absorbante que MM, d'abord les rayons X en plaçant la feuille AA en avant de MM (*fig. 1*), puis les rayons S' de MM en plaçant la même feuille en A'A' après MM. Dans le second cas, l'émission des rayons secondaires est beaucoup plus affaiblie que dans le premier cas; or, s'il n'y avait pas transformation des rayons X, il serait indifférent de les filtrer avant ou après leur diffusion par MM. Par exemple, le système (aluminium, zinc) diffuse par transmission beaucoup plus que le même système retourné (zinc, aluminium).

» De là, il résulte que le coefficient de transmission des rayons X, mesuré par l'affaiblissement de l'impression photographique, de la luminescence d'un écran, ou de la vitesse de décharge d'un corps électrisé, quand on interpose une feuille MM sur leur trajet, dépend à la fois de l'*absorption*

réelle (1) des rayons X et de leur transformation en rayons secondaires. L'influence propre des rayons S' est très notable quand la feuille M n'est pas trop épaisse et que le récepteur (plaque photographique, écran fluorescent ou gaz soumis à l'influence électrostatique) n'est pas trop éloigné de M; elle s'affaiblit avec la distance de M au récepteur, à cause surtout de l'absorption des rayons secondaires par le gaz dans lequel ils cheminent.

» Dans le cas de deux ou plusieurs feuilles minces superposées, la *transparence apparente* du système dépend de l'ordre dans lequel les feuilles sont disposées, parce que les systèmes AM et MA produisent des *actions secondaires* inégales. J'ai déjà indiqué de telles anomalies (*Comptes rendus* du 26 juillet 1897). »

PHOTOGRAPHIE. — *Influence de la diffusion des éléments du révélateur dans le développement photographique.* Note de M. R. COLSON, présentée par M. A. Cornu.

« Les résultats suivants ont pour point de départ une étude détaillée (2) que j'ai faite au sujet de l'action de la main sur la plaque au gélatinobromure. En disposant sur le verre d'une plaque retournée sur le bain révélateur soit les doigts, soit des corps métalliques chauffés par la main ou

(1) C'est l'absorption réelle qui produit l'échauffement du corps dans les récentes expériences de M. Dorn (*Wiedemann's Annalen*, 11 décembre 1897, p. 160). Il résulte de mes expériences que la transformation des rayons X en énergie calorifique est précédée par la transformation des rayons X en rayons secondaires plus absorbables eux-mêmes que les rayons X dont ils proviennent.

Il est à désirer que les belles expériences de M. Dorn conduisent à reprendre l'étude de l'absorption des rayons X par une *méthode bolométrique*. En effet, la meilleure méthode actuelle, fondée sur l'action de décharge des rayons, enregistre seulement la petite fraction de l'énergie rayonnante que le gaz placé dans le champ électrique absorbe sous une forme d'ailleurs mal connue; or, certains rayons X (rayons des tubes *durs*) sont absorbés, par la substance étudiée, ou par le gaz placé dans le champ électrique, considérablement moins que d'autres rayons X (rayons des tubes *doux*), et, surtout, que les rayons *secondaires* ou *tertiaires*; l'action électrique directe d'un faisceau de rayons et l'action électrique observée après l'interposition d'un corps absorbant peuvent être dans un rapport très différent de celui des énergies réellement rayonnées directement puis à travers le corps.

(2) Communication faite à la Société française de Photographie le 3 décembre 1897 (*Bulletin* du 1^{er} janvier 1898).

par une autre source calorifique, j'ai montré que la chaleur produit l'impression en accélérant l'oxydation du révélateur et la réduction du bromure d'argent; j'ai montré aussi que l'appauvrissement qui en résulte dans le révélateur en contact avec les parties impressionnées détermine un appel des substances actives qui se trouvent encore en dissolution dans les parties voisines, d'où régions plus claires et apparences semblables à des effluves. Ce phénomène de diffusion est intimement lié au développement et doit se retrouver dans d'autres modes d'impression lorsque les conditions sont analogues, en particulier avec un révélateur en repos. La différence avec la lumière consistera en ce que, pour la chaleur, le passage d'une région chaude à une région froide se fait sur un large espace, tandis que, pour la lumière, le passage d'une région éclairée à une région obscure peut avoir lieu brusquement et sans transition.

» Supposons qu'on développe une plaque sur laquelle se trouvent deux impressions lumineuses voisines, d'intensités notablement différentes; et considérons dans l'impression la plus forte une petite surface; la portion du révélateur qui est en contact avec cette surface s'appauvrit en éléments du révélateur par le développement, d'où appel tendant à puiser ces éléments par diffusion tout autour dans un certain rayon. Si la petite surface est loin du bord, les actions latérales sont symétriques; mais si, tout en restant à l'intérieur de l'impression forte, elle vient près de la région moins impressionnée, dans laquelle les éléments du révélateur sont moins consommés, ceux-ci répondent à l'appel en plus grande quantité. Il en résulte que, le long de la limite commune, la teinte foncée est bordée intérieurement d'un trait encore plus foncé, et la teinte claire d'un trait encore plus clair. Ce phénomène est favorisé par le repos du révélateur. On en voit des exemples très nets sur des clichés développés dans ces conditions et provenant d'impressions par la lumière ou par les rayons Röntgen.

» Un révélateur maintenu en mouvement peut aussi produire cet effet de *silhouettage* s'il agit très rapidement, comme le métal: l'attaque immédiate de la surface bouche par le dépôt d'argent les pores superficiels, ce qui oblige l'appel à s'exercer latéralement dans l'intérieur de la gélatine.

» Pour étudier l'influence de l'épaisseur du bain sur la diffusion, j'ai fait l'expérience suivante.

» Deux plaques, l'une A impressionnée sous un cliché, l'autre B modérément voilée, sont inclinées l'une sur l'autre dans le révélateur, depuis le contact jusqu'à un écartement de 3^{mm}, les gélatines en regard; le révélateur au métal, très dilué, est laissé en

repos. Au bout d'une heure, la plaque A montre une image qui, pour des épaisseurs de bain supérieures à 1^{mm}, est voilée et couverte des stries bien connues qui prennent naissance dans le développement tranquille; puis l'image diminue d'intensité avec l'épaisseur, en restant encore très visible jusqu'au contact et très pure pour une épaisseur de 0^{mm},5 et au-dessous. Le silhouettage se manifeste nettement, surtout lorsque l'épaisseur devient inférieure à 1^{mm}. Si l'on examine maintenant la plaque B, on voit que l'intensité de la teinte y diminue en même temps que l'épaisseur du bain et devient nulle près du contact des deux plaques. De plus, pour une épaisseur inférieure à 1^{mm}, elle montre un *négatif de l'image de A*; c'est-à-dire que, en face des parties où le révélateur a été plus ou moins épuisé par la plaque A, le développement du voile de la plaque B est plus ou moins supprimé. Ce résultat met bien en évidence l'influence de la diffusion dans un rayon de l'ordre du millimètre et confirme l'explication du silhouettage.

» J'ai repris cette expérience avec M. Cousin, au laboratoire de la Société française de Photographie.

» Après avoir vérifié que le négatif se fait d'autant mieux sur la plaque B que les deux plaques sont plus rapprochées, sans être jamais net, même au contact, à cause du rayon de diffusion, nous avons constaté qu'en réduisant au minimum l'épaisseur d'un révélateur énergique (l'ortol), c'est-à-dire en posant une lame de verre dans le bain sur la plaque à développer, les oppositions sont ménagées dans une très forte mesure, comme si l'on ajoutait du bromure de potassium.

» Nous avons été ainsi amenés à penser que les effets produits dans ces espaces restreints sont dus non pas seulement à l'épuisement des substances actives du révélateur, mais aussi à la formation des produits d'oxydation et de réduction, parmi lesquels figure le bromure alcalin retardateur que l'on sait produit par la réduction du bromure d'argent. De là aussi une application que j'appellerai *développement confiné* : il consiste à plonger la plaque dans l'eau pendant environ une minute, puis à la mettre dans un révélateur énergique et à la recouvrir presque aussitôt d'une lame de verre; ce moyen très simple, qui peut être réglé à volonté, équivaut à des variations très étendues dans la composition du bain sans qu'il soit nécessaire de modifier celui-ci.

» Au point de vue photographique, le silhouettage tend à affermir et à durcir les contours; il est avantageux dans les reproductions au trait et ne présente d'inconvénient dans les demi-teintes que s'il est trop accentué et s'il s'applique aux lointains.

» En Physique, il est de nature à fausser l'interprétation de certaines expériences, par exemple dans le domaine des rayons Röntgen, en donnant des apparences qui peuvent être attribuées à la marche des rayons,

tandis qu'elles proviennent des circonstances du développement : bain tranquille, surtout en faible épaisseur, ou révélateur trop rapide. »

PHYSIQUE. — *Sur les points de fusion de l'argent et de l'or.*

Note de M. DANIEL BERTHELOT ⁽¹⁾, présentée par M. H. Becquerel.

« La détermination des points de fusion de l'argent et de l'or présente pour la pyrométrie un intérêt spécial. Ce sont, en effet, les plus élevés des points de fusion que l'on ait mesurés par comparaison directe avec le thermomètre à air, et, comme on les utilise couramment pour la graduation des pyromètres, de leur exactitude dépend celle des points de transformation des métaux, des points critiques des alliages, etc.

» Les divers nombres donnés pour ces deux constantes n'étant pas très concordants, plusieurs physiciens ont signalé l'intérêt qu'il y aurait à en reprendre la mesure en valeur absolue ⁽²⁾. C'est ce qui m'a engagé à y appliquer la méthode interférentielle décrite dans une Note précédente et qui a sur les méthodes antérieures l'avantage d'être directe.

» Dans la partie centrale, à température constante, de l'appareil, on place côte à côte la soudure d'une pince thermo-électrique platine-platine iridié à 10 pour 100 et un fil d'argent de quelques millimètres de longueur qui ferme le circuit formé par deux fils de platine et en amène la rupture en fondant. On fait varier très lentement la température au voisinage du point de fusion de l'argent. A l'instant de la fusion, on note la force électromotrice de la pince, et l'on règle le courant qui chauffe le four de manière que cette force électromotrice ne varie pas pendant les mesures.

» Six séries d'expériences ⁽³⁾ ont donné les valeurs suivantes pour le point de fusion de l'argent : 959°, 4, 961°, 8, 966°, 2, 965°, 0, 959°, 2, 961°, 0; cinq séries d'observations ont donné pour l'or : 1064°, 6, 1064°, 0, 1062°, 1, 1063°, 6, 1066°, 7; soit en moyenne : 962° pour le point de fusion de l'argent, 1064° pour le point de fusion de l'or.

» Il est intéressant de rapprocher ces nombres des résultats antérieurs.

(1) Travail fait au laboratoire d'Enseignement physique à la Sorbonne.

(2) LE CHATELIER, *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 323; 1895. — HOLMAN, *Philosophical Magazine*, 5^e série, t. XLI, p. 487; 1896. — RAMSAY, *ibid.*, t. XLI, p. 361; 1896.

(3) M. Férent, directeur du laboratoire du comptoir Lyon-Alemand, a eu l'obligeance de me remettre des échantillons d'argent et d'or parfaitement purs.

» La première mesure précise du point de fusion de l'argent est celle de Pouillet ⁽¹⁾ qui, avec un thermomètre à air, à réservoir de platine, trouva 1000°.

» En 1862, E. Becquerel ⁽²⁾ inaugura le procédé repris par les plus récents observateurs ; il détermina les points de fusion à l'aide d'un couple platine-palladium étalonné avec un thermomètre à air. Le réservoir de ce dernier était en platine épais ; on le plaçait à côté de la pince, vers le milieu d'un tube en terre qui traversait un fourneau à dôme, chauffé au charbon de terre ou des cornues. En réglant les registres on obtenait des températures stationnaires pendant vingt minutes, et on lisait les indications des deux instruments. Dans une autre série d'observations, on notait l'indication de la pince au moment de la fusion d'un fil d'argent ou d'un fil d'or. E. Becquerel fixa ainsi le point de fusion de l'argent à 960° et celui de l'or à 1092°.

» Mais H. Sainte-Claire Deville, ayant obtenu des nombres plus élevés en employant la dilatation de la vapeur d'iode, dont on ignorait l'anomalie, critiqua l'emploi du platine qui deviendrait perméable aux gaz à la température du rouge. E. Becquerel fit alors une seconde série d'expériences en substituant au réservoir de platine un réservoir de porcelaine ⁽³⁾. Il trouva ainsi des nombres de 40° plus bas que les précédents. La cause de cette divergence réside dans la mauvaise conductibilité de la porcelaine qui empêche l'équilibre de température de s'établir, en sorte que l'air contenu dans le réservoir reste toujours à une température plus basse que la pince placée au dehors.

» De 1877 à 1879, M. Violle ⁽⁴⁾, dans une série de recherches devenues classiques, mesura la chaleur spécifique du platine au moyen du thermomètre à air et s'en servit pour déterminer les points de fusion des métaux réfractaires. Il trouva 954° pour celui de l'argent et 1035° pour celui de l'or.

» En 1879, MM. Erhard et Schertel ⁽⁵⁾, en chauffant dans un moufle deux réservoirs en porcelaine dont l'un servait de thermomètre à air et dont l'autre contenait le métal étudié, trouvèrent 954° pour la fusion de l'argent, 1075° pour celle de l'or.

» En 1889, M. Barus ⁽⁶⁾ étalonna plusieurs couples platine-platine iridié à 20 pour 100 au moyen de divers thermomètres à air. Il se servit d'un four à gaz rotatif pour uniformiser les températures. Reprenant un dispositif déjà employé incidemment par Becquerel (*Comptes rendus*, t. LVII, p. 930; 1863), il fit construire des réservoirs en porcelaine avec cavité rentrante en forme de doigt de gant pour y loger le couple afin que la soudure, bien qu'extérieure au thermomètre, prit la température de la masse d'air intérieure ; mais cette précaution est insuffisante ; comme dans la seconde série de Becquerel, la paroi de porcelaine empêche l'égalisation des températures. Or, le réservoir du thermomètre est presque entièrement enveloppé par un

(1) *Comptes rendus*, t. III, p. 182; 1836.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3^e série, t. LXVIII; 1863.

(3) *Annales du Conservatoire*, t. IV, p. 597; 1863.

(4) *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 543; 1877; t. LXXXVII, p. 981; 1878; t. LXXXIX, p. 702; 1879. — *Journal de Physique*, t. VII, p. 69; 1878.

(5) *Jahrbuch für das Berg und Huttenwesen in Sachsen*; 1879.

(6) *Bulletin of the United States geological Survey*, n^o 54; 1889. *American journal of Science*, t. XLVII, p. 366; 1894, et t. XLVIII, p. 332; 1894.

moufle; la pince, au contraire, ne touche pas les parois de l'appareil et est située au fond d'une sorte de tube creux, assez court, en communication avec l'air extérieur. Le thermomètre est donc à une température supérieure à celle de la pince, et les nombres de M. Barus (986° pour la fusion de l'argent, 1091° pour la fusion de l'or) sont trop élevés.

» En 1892, MM. Holborn et Wien ⁽¹⁾ graduèrent, avec le thermomètre à air, une pince Le Chatelier platine-platine rhodié à 10 pour 100. Pour assurer l'égalité de température entre la soudure du couple et la masse d'air thermométrique, ils empruntèrent à M. Callendar le dispositif très heureux qui consiste à placer les fils du couple à l'intérieur du réservoir en porcelaine. Le mode de chauffage adopté (four à gaz chauffé par le bas avec sortie des gaz par le haut) prête, par contre, à critique. Les températures qu'il fournit ne sont ni stationnaires, ni même uniformes. Le bas du réservoir est chauffé plus fortement que le haut, et la soudure du couple donne une indication complexe qui dépend du rayonnement des diverses parois à inégale température. Il est difficile de juger de la précision obtenue, les auteurs ne donnant le détail d'aucune mesure et ne faisant pas connaître les dimensions de leurs appareils. Les points de fusion ont été trouvés par la méthode de rupture des fils : 968° pour l'argent (971° dans un travail postérieur), et 1072° pour l'or.

» Le Tableau suivant résume ces résultats :

| Point de fusion. | E. Becquerel. 1863. | Violle. 1879. | Erhard et Schertel. 1879. | Barus. 1894. | Holborn et Wien. 1895. | D. Berthelot. 1898. |
|------------------------|------------------------|------------------|---------------------------------|-----------------|------------------------------|------------------------|
| Argent . . . | 960° | 954° | 954° | 986° | 971° | 962° |
| Or | 1092° | 1035° | 1075° | 1091° | 1072° | 1064° |

» Sauf la série de M. Barus, qui paraît, comme il a été dit, entachée d'une erreur systématique, les mesures du point de fusion de l'argent sont assez concordantes, les divers nombres tombant entre 954° et 971°. Les résultats obtenus pour le point de fusion de l'or sont plus discordants; mais il suffit de connaître l'un de ces deux points pour fixer l'autre d'une manière très approchée par les méthodes électriques, qui sont susceptibles d'une grande précision et dont l'emploi, d'une légitimité douteuse pour une extrapolation étendue, ne peut conduire qu'à de faibles erreurs pour une interpolation ou pour une extrapolation peu étendue. Abstraction faite des valeurs absolues, l'écart entre les points de fusion de l'argent et de l'or a été trouvé de 105° à 108° par M. Barus (couple platine-platine iridié à 20 pour 100), de 101° à 104° par MM. Holborn et Wien (couple platine-platine rhodié à 10 pour 100), de 100° à 105° par M. Le Chatelier ⁽²⁾ (même couple), de 102° par MM. Holman, Lawrence et Barr ⁽³⁾ (même couple), de 101° par MM. Heycock et Neville ⁽⁴⁾ (variation de résistance d'un fil de platine).

» Il résulte de là que l'écart entre les points de fusion de l'argent et de

⁽¹⁾ *Wiedemann's Annalen* (II), t. XLVII, p. 107; 1892, et t. LVI, p. 361; 1895.

⁽²⁾ *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 323; 1895.

⁽³⁾ *Philosophical Magazine*, 5^e série, t. XLII, p. 37; 1896.

⁽⁴⁾ *Journal of the chemical Society*, t. LXVII, p. 160; 1895.

l'or est un peu supérieur à 100°. Or la différence entre les deux nombres 962° et 1064°, déterminés indépendamment l'un de l'autre par la méthode interférentielle, est de 102°. Cette concordance est une confirmation de l'exactitude de ces nombres. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Détermination de la densité des gaz sur de très petits volumes.* Note de M. TH. SCHLÆSING fils, présentée par M. Duclaux.

« La méthode que j'ai indiquée dernièrement (*Comptes rendus*, 17 janvier 1898) pour la détermination de la densité des gaz sur de très petits volumes, se résume ainsi : Dans un système de deux tubes verticaux, A et B, de faible diamètre, pouvant communiquer par leur partie inférieure, on dispose trois gaz, superposés deux à deux dans chaque tube; quand ils se sont mis en équilibre, on détermine la position des surfaces idéales α et β suivant lesquelles les gaz se touchent, en faisant disparaître l'un des gaz de chacun des tubes par un absorbant convenable ou, plus généralement, en analysant le contenu de A et de B; des distances, h et h' , de α et β au haut des tubes, on déduit la densité cherchée d'un des trois gaz, celles des deux autres étant connues.

» J'ai étudié soigneusement cette méthode dans le cas où l'un des gaz auxiliaires est de l'anhydride carbonique et où les extrémités supérieures de A et de B, munies des prolongements horizontaux dont j'ai parlé, étant ouvertes dans l'atmosphère, le second gaz auxiliaire, celui qui s'introduit à la suite de la colonne initialement la plus lourde, est de l'air ordinaire. Dans ce cas, on a $d_0 = 1$ et $\delta_0 = 1,529$, et la relation

$$h' d'_0 = h d_0 + (h' - h) \delta_0$$

donne pour la densité cherchée l'expression très simple

$$d'_0 = 1 + \frac{h' - h}{h'} 0,529.$$

» Je vais rendre compte de déterminations faites sur des gaz moins lourds que l'anhydride carbonique; elles montreront le degré de précision de la méthode.

» L'équilibre dont on doit attendre l'établissement complet avant de mesurer d'_0 est, je l'ai dit, loin de s'obtenir instantanément; une étude méthodique était utile pour fixer les idées sur le temps qu'il met, dans

chaque cas, à se produire. Je l'ai faite d'abord en opérant sur l'air comme sur un gaz dont on cherche la densité : la branche A est remplie d'anhydride carbonique et la branche B d'air; on ouvre la communication entre A et B pendant une, deux, trois, . . . minutes, et l'on voit, par la détermination des positions de α et de β , quel a été le déplacement des gaz après chaque durée; à partir du moment où l'on trouve α et β dans un même plan horizontal ($h' = h$), l'équilibre est établi.

» Voici un exemple. (T est le temps durant lequel on laisse l'équilibre se produire, c'est-à-dire le temps qui s'écoule entre le moment où l'on ouvre la communication des deux branches A et B et celui où on l'intercepte.)

| T, en minutes | 0. | 1. | 2. | 3. | 4. | 6. | 8. | Densité réelle. |
|--|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| $h' - h$ (ou distance verticale de α et β), en millim. | 1145 | 216,2 | 31,9 | 1,9 | -0,2 | -1,4 | -2,3 | |
| h' , en millimètres | 1145 | 638,7 | 544,2 | 532,2 | 534,1 | 529,2 | 528,7 | |
| Densités. | » | » | » | » | 1,000 | 0,999 | 0,998 | 1,000 |

» Ici, au bout de quatre minutes, la distance $\alpha\beta$ était sensiblement nulle; l'équilibre était réalisé. On remarquera que cet équilibre s'est ensuite troublé très légèrement. C'est là une conséquence d'effets complexes de la diffusion entre les gaz qui se pénètrent, effets croissant à mesure que celle-ci se poursuit. Il y a donc intérêt à ne pas prolonger inutilement une expérience. Quand on est bien certain, d'après une étude préalable de l'appareil, que l'équilibre est établi, il convient d'isoler, sans attendre, les deux branches A et B et de déterminer h et h' .

» *Azote chimique.* — Azote pur, sans argon, tiré de l'azotate d'ammonium. Densité réelle : 0,967.

| T, en minutes. | 2. | 4. | 6. | 8. | 10. | 12. | Densité réelle. |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| $h' - h$, en millimètres. | 9,5 | 32,8 | 32,5 | 32,6 | 33,7 | 30,3 | |
| h' , en millimètres | 528 | 539,5 | 515,4 | 516,7 | 521,2 | 469,5 | |
| Densités trouvées. | 0,990 | 0,968 | 0,967 | 0,967 | 0,966 | 0,966 | 0,967 |

» A partir de six minutes, et sans doute de cinq seulement, l'équilibre était réalisé; entre six et huit minutes, la densité a été obtenue à moins de $\frac{1}{1000}$ près.

» *Oxygène.* — Préparé par le chlorate de potassium pur; conservé plusieurs mois sur le mercure. Densité réelle : 1,1052.

| T, en minutes..... | 2. | 4. | 6. | 8. | 10. | 12. | Densité réelle. |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| $h' - h$, en millimètres.... | 208 | 116 | 121 | 117,3 | 115 | 116 | |
| h' , en millimètres..... | 629,8 | 575,6 | 608,1 | 591,8 | 587 | 591,4 | |
| Densités trouvées..... | 1,176 | 1,107 | 1,105 | 1,105 | 1,104 | 1,104 | 1,105 |

» Même conclusion que pour l'azote.

» *Argon*. — Échantillon provenant de dosages de argon dans l'air et obtenu par absorption de l'azote sur le magnésium et purification au moyen de l'étincelle en présence de potasse et d'oxygène. Densité réelle :

$$\frac{1,780 \text{ (Leduc)}}{1,2932} = 1,3764.$$

| T, en minutes..... | 2. | 4. | 6. | 8. | 10. | 12. | Densité réelle. |
|--|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-----------------|
| $h' - h$, en millim. | 1175 | 967,2 | 927,2 | 993 | 961,4 | 921,7 | » |
| h' , en millimètres... .. | 1541 | 1324,6 | 1309,4 | 1403 | 1363,7 | 1313 | » |
| Densités trouvées... .. | 1,403 | 1,386 | 1,375 | 1,374 | 1,373 | 1,371 | » |
| Densités trouvées avec un autre appa- reil plus précis... .. | » | » | 1,3764 | 1,3766 | » | » | 1,376 |

» Les quatrièmes décimales sont assurément tout à fait incertaines.

» *Méthane*. — Préparé par le mercure diméthyle et l'acide sulfurique. L'analyse a montré que le gaz contenait 1,5 pour 100 d'air, en sorte que sa densité, au lieu d'égaliser celle du méthane pur 0,558, devait être de 0,565.

| T, en minutes..... | 5. | 5. | 10. | Densité réelle. |
|---|-------|-------|-------|-----------------|
| $h' - h$, en millimètres..... | 300,3 | 296,3 | 297,2 | « |
| h' , en millimètres..... | 366 | 361,2 | 360,6 | » |
| Densités trouvées..... | 0,566 | 0,566 | 0,564 | » |
| Densités corrigées de l'erreur due à l'air... | 0,559 | 0,559 | 0,557 | 0,558 |

» *Hydrogène*. — Ce gaz et l'anhydride carbonique se diffusent avec une extrême rapidité l'un dans l'autre. Vers la fin de la période nécessaire à l'établissement d'un équilibre, l'anhydride carbonique arrive déjà, par diffusion, au haut du tube B et commence à s'engager dans le prolongement horizontal de ce tube. Dès lors, tout équilibre qui se produirait serait immédiatement troublé; en un mot, il ne se produit pas d'équilibre de quelque durée. La méthode ne s'appliquerait, me semble-t-il, qu'avec un appareil d'une hauteur un peu exagérée ou des complications de manipulation.

» En résumé, l'équilibre qu'exige, pour être utilisable, la méthode que j'ai exposée, se produit réellement, hormis le cas exceptionnel de l'hydrogène; il se maintient pendant un temps largement suffisant. Avec les divers appareils dont j'ai fait usage (les tubes A et B ont varié de 1^m, 15 à 1^m, 65 de longueur et de 1^{mm}, 6 à 2^{mm}, 7 de diamètre intérieur), les densités, prises après six et huit minutes, ont été généralement déterminées avec précision. Le volume de gaz employé à chaque essai a été de 5^{cc} à 7^{cc}.

» La méthode ne prétend certes pas valoir celles qu'on peut faire reposer sur des pesées de haute précision, quand on possède des volumes gazeux suffisants; mais, dans les cas assez fréquents où l'on ne dispose que de volumes extrêmement réduits, elle est capable de donner des résultats très satisfaisants. Elle se recommande aussi par sa simplicité et sa rapidité pour des applications industrielles. »

CHIMIE. — *Sur la corrélation entre la réduction par l'hydrogène naissant, l'électrolyse et la photolyse de l'acide carbonique*, Note de M. A. BACH.

« On sait que l'électrolyse de l'acide carbonique donne lieu à la formation d'acide formique. En envisageant cette réduction à la lumière des théories modernes de l'électrolyse, je suis arrivé à la conclusion qu'elle ne peut être due qu'à l'action secondaire de l'hydrogène naissant sur l'acide carbonique.

» Théoriquement, l'acide carbonique $\text{CO}(\text{OH})^2$ doit, comme les autres acides carboxylés, fournir un aldéhyde par la substitution d'un atome d'hydrogène au groupe oxhydryle, mais il diffère des autres acides carboxylés en ce qu'il renferme, unis au carbonyle, deux groupes oxhydyles. Il doit donc pouvoir fournir deux aldéhydes. En substituant un atome d'hydrogène à l'un des oxhydyles de l'acide carbonique, on obtient un premier aldéhyde HCOOH , qui est l'acide formique. Par la substitution d'un atome d'hydrogène à l'autre groupe OH, il doit se former un second aldéhyde, H^2CO , l'aldéhyde formique.

» En étudiant l'action de l'hydrogène naissant, résultant de la décomposition de l'eau par différents amalgames, sur l'acide carbonique, M. Lieben (1) a montré: 1° qu'en solution acide la réduction ne s'effectue que très difficilement; 2° qu'en solution alcaline la réduction est presque quan-

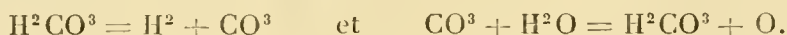
(1) *Wiener Monatshefte für Chemie*, p. 211; 1895.

titative, et 3° que l'acide formique est le seul produit de réduction de l'acide carbonique. Ce dernier résultat semble être en désaccord avec les notions établies, vu que, une fois formé, l'acide formique devrait se réduire ultérieurement en aldéhyde formique sous l'action de l'hydrogène naissant en excès. Mais il s'explique, au moins en ce qui concerne les principales expériences de M. Lieben (réduction en solution alcaline), par le fait que l'acide formique, aussitôt produit, était neutralisé par l'alcali et se trouvait ainsi soustrait à la réduction ultérieure.

» Pour éviter cet inconvénient, j'ai pris, comme source d'hydrogène naissant, l'hydrure de palladium. 10^{gr} de mousse de palladium et une lame de même métal pesant 2^{gr},85 ont été chargés d'hydrogène soit électrolytiquement, soit par l'action d'un courant d'hydrogène à 120°. L'hydrure formé a été introduit dans une éprouvette à pied contenant 20^{cc} d'eau bouillie et refroidie dans un courant de gaz carbonique. L'éprouvette était reliée, d'une part, à un appareil à gaz carbonique et, d'autre part, à un tube deux fois recourbé et contenant du mercure. Tous les trois jours, on faisait passer dans l'éprouvette un courant de gaz carbonique jusqu'à saturation complète de l'eau. Au bout de trente jours, le liquide a été filtré et traité par de l'eau d'aniline. Il s'est formé un faible dépôt blanc, qui a été lavé et dissous dans l'éther. En s'évaporant, la solution a laissé déposer de fines aiguilles incolores qui, par leur point de fusion et leur aspect, étaient identiques à la méthylène-aniline $H^2C = AzC^6H^5$ qui se forme par l'action de l'aldéhyde formique sur l'aniline (Tollens). Dans une autre expérience, le liquide filtré a été traité par de l'ammoniaque en excès; évaporé à siccité, le résidu a été redissous dans une petite quantité d'eau et additionné d'eau de brome. Il s'est formé un précipité jaune, que M. Lieben considère comme absolument caractéristique de l'hexaméthylénetétramine.

» Il résulte de ces expériences que la réduction de l'acide carbonique par l'hydrogène naissant donne effectivement lieu à la formation d'aldéhyde formique. Appliquons ce résultat à l'électrolyse de l'acide carbonique.

» D'après la règle générale, les phases dominantes de l'électrolyse de l'acide carbonique sont les suivantes :



» Comme réactions accessoires, nous aurons :



(1) M. Beketow, qui a étudié l'électrolyse de l'acide carbonique, n'a obtenu que de l'acide formique. Mais, comme M. Lieben, il a opéré en solution alcaline.

» Pour réduire électrolytiquement une molécule d'acide carbonique en aldéhyde formique, il faut que deux autres molécules de cet acide soient décomposées en leurs ions. L'ensemble des réactions peut donc être représenté par les équations suivantes :



» En partant d'un ordre d'idées absolument différent, j'ai montré, dans un Travail publié en 1893 (1), que, sous l'action de la radiation solaire, l'acide carbonique se décompose suivant l'équation



» Le composé H^2CO^4 n'est évidemment autre chose que le groupe $\text{CO}^3 + \text{H}^2\text{O}$ (hydrate de peroxyde de carbonyle, acide percarbonique) de l'électrolyse et, comme lui, il doit se décomposer, aussitôt formé, en oxygène et acide carbonique. Chose très curieuse, le percarbonate de potasse découvert par MM. Constans et Hausen se comporte avec l'eau exactement comme le groupe $\text{CO}^3 + \text{H}^2\text{O}$ ou H^2CO^4 .

» Ainsi, en admettant que, dans l'électrolyse, l'acide carbonique soit réduit par l'hydrogène mis en liberté, l'électrolyse et la photolyse de cet acide suivent exactement la même marche. Il y a complète identité entre ces deux phénomènes, soit que la radiation solaire agisse exactement comme l'électricité, soit qu'elle se transforme en électricité. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les uréthanes aromatiques de la conicine.*

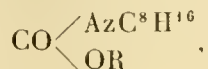
Note de MM. P. CAZENEUVE et MOREAU, présentée par M. Friedel.

« L'action énergique de la pipéridine, qui donne instantanément des uréthanes par réaction sur les carbonates phénoliques, permettait de supposer que la conicine ou propylpipéridine se comporterait d'une façon analogue.

» L'action de la conicine est cependant moins énergique : mélangée aux éthers carboniques aromatiques, elle ne dégage pas de chaleur. Il faut faire intervenir l'ébullition pour déterminer la réaction. Au bout d'une heure la combinaison est terminée. Nous avons obtenu ainsi, en chauffant 2 molécules de conicine et 1 molécule d'éther carbonique, des uréthanes li-

(1) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1145; *Moniteur scientifique*, p. 669 à 685; 1893.

quides, incristallisables, d'une viscosité croissant avec le poids moléculaire, stables, distillant, presque sans altération, à la pression normale et correspondant à la formule



R étant un radical aromatique.

» Tous ces corps sont saponifiables par la potasse alcoolique à 150° et décomposables par SO^4H^2 avec dégagement de CO^2 .

» 1° *Uréthane phénylique de la conicine*. — On chauffe à l'ébullition, soit vers 160°, pendant une heure, 1 molécule de carbonate de phényle et 2 molécules de conicine, soit 11^{sr}, 50 d'éther pour 12^{sr}, 70 de base. On laisse refroidir.

» On traite le liquide visqueux obtenu, successivement par l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique, puis par l'eau alcaline, pour enlever l'excès de conicine et le phénol formé. On agite avec l'éther, qui s'empare de l'uréthane et l'abandonne par évaporation à une douce chaleur.

» On a ainsi un corps liquide incristallisable, distillant à 325°, qui a donné à l'analyse :

$$\text{Az} = 5,79 \text{ pour } 100.$$

» La formule $\text{CO} \begin{cases} \text{AzC}^8\text{H}^{16} \\ \text{OC}^6\text{H}^5 \end{cases}$ exige 5,66 pour 100.

» Ce corps est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, le benzène.

» Il est dextrogyre comme la conicine naturelle, mais son pouvoir rotatoire est bien moins élevé. Nous avons trouvé en solution alcoolique :

$$[\alpha]_j = + 3^{\circ}, 66.$$

» 2° *Uréthane gaïacologique de la conicine*. — Une molécule de carbonate de gaïacol est chauffée à l'ébullition pendant une heure avec 2 molécules de conicine (13^{sr}, 70 pour 12^{sr}, 70). Comme précédemment, on lave à l'eau chlorhydrique, puis à l'eau alcaline. Par agitation, on fait passer le corps dans l'éther à 65°. Ce dernier, évaporé à douce température, abandonne un liquide légèrement coloré, plus visqueux que l'uréthane phénylique, distillant à 277° en se colorant un peu sans trop se décomposer. Il présente les mêmes caractères de solubilité que le dérivé phénylique. A l'analyse, il a donné :

$$\text{Az} = 5,21 \text{ pour } 100.$$

» La formule $\text{CO} \begin{cases} \text{AzC}^8\text{H}^{16} \\ \text{OC}^6\text{H}^3\text{OCH}^3 \end{cases}$ exige 5,05.

» 3° *Uréthanes naphtholiques α et β de la conicine*. — L'opération a été conduite successivement avec les deux carbonates de naphtol α et β comme précédemment. Deux molécules de conicine, soit 12^{sr}, 70, ont été chauffées pendant une heure à l'ébullition avec une molécule de carbonate de naphtol, soit 15^{sr}, 70. Après lavage à l'eau

acide, puis à l'eau alcaline, on fait passer le corps dans l'éther qui l'abandonne par évaporation.

» On obtient ainsi des liquides colorés très visqueux distillant au-dessus de 300° en se colorant un peu et donnant à l'analyse des chiffres exacts, indice que, même sous la pression normale, ils s'altèrent peu en distillant.

» L'analyse a donné (corps β) : Az = 4,527 pour 100.

» La formule $\text{CO} \left\langle \begin{array}{l} \text{Az C}^{18} \text{H}^{16} \\ \text{OC}^{10} \text{H}^7 \end{array} \right.$ exige 4,71.

» Ces uréthanes naphtholiques de la conicine sont insolubles dans l'eau, mais solubles dans l'alcool, l'éther, le chloroforme et le benzène.

» Ces dérivés gaïacoliques et naphtholiques ont, sans aucun doute, un pouvoir rotatoire. Faute de liquides en quantité suffisante et suffisamment incolores, nous n'avons pas encore pu prendre ces mesures. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réaction colorée nouvelle de la phénylhydrazine.*

Note de M. **LOUIS SIMON** (1), présentée par M. Friedel.

« I. Au cours d'essais destinés à m'assurer de la spécificité du réactif de l'aldéhyde ordinaire que j'ai indiqué récemment, j'ai reconnu que dans des conditions analogues, mais sans que l'on ait à craindre d'ambiguïté, ce réactif peut servir à déceler des traces de phénylhydrazine libre ou sous forme de sels. Voici comment il convient d'opérer :

» On chauffe pendant quelques instants la solution de phénylhydrazine avec quelques gouttes de triméthylamine aqueuse; on ajoute quelques gouttes d'une solution aqueuse de nitroprussiate de soude, puis de la potasse en solution concentrée. Dès l'addition de nitroprussiate, il se manifeste une coloration *bleu franc*, parfois verdâtre s'il y a un excès de nitroprussiate; cette coloration se fonce notablement par addition de potasse. L'addition d'une petite quantité d'acide acétique, avant ou après celle de potasse, modifie la coloration bleue en la poussant vers le bleu céleste sans paraître l'atténuer sensiblement. Ce réactif permet de déceler jusqu'à $\frac{1}{50000}$ de phénylhydrazine. La coloration est très foncée pour la dilution $\frac{1}{1000}$; elle est fugace, c'est-à-dire qu'elle disparaît en un quart d'heure environ pour cette dernière dilution.

» II. *Caractères de la réaction.* — La présence des solvants organiques, tels que l'alcool et l'éther, ne semble pas gêner la réaction; au contraire le chloroforme et le benzène ont une action fâcheuse, l'acétone donne sa réaction colorée propre (coloration rouge de Legal).

(1) Travail fait au laboratoire des Hautes Études de l'École Normale supérieure.

» La présence des acides minéraux ou organiques retarde l'apparition de la coloration jusqu'à l'addition de potasse.

» L'acide acétique, ajouté après l'apparition de la coloration, la modifie comme il est dit plus haut; lorsque l'on en ajoute un excès, il la fait disparaître après un nouveau virage vers le rouge.

» L'addition d'acide chlorhydrique au liquide bleu produit un virage vers le rouge puis la décoloration.

» La présence d'ammoniaque ne gêne pas la réaction, soit qu'elle pré-existe dans la phénylhydrazine ou dans la triméthylamine, soit qu'on l'ajoute après l'apparition de la coloration.

» *Action de la chaleur.* — La coloration bleue dont il vient d'être question se produit par le mélange à froid de phénylhydrazine, triméthylamine et nitroprussiate, mais plus lentement et progressivement.

» Si, la coloration une fois produite, on chauffe sans précaution, elle disparaît et est finalement remplacée par une coloration fixe, rouge franc (en présence de potasse), jaune clair (si l'on n'avait pas ajouté de potasse).

» Si, le mélange étant fait, mais la coloration bleue encore faible, on chauffe, cette coloration apparaît plus rapidement, mais disparaît ensuite si l'on ne s'arrête pas et qu'on continue à chauffer, exactement comme dans l'essai précédent.

» Cela explique pourquoi il convient de chauffer préalablement la phénylhydrazine et la triméthylamine *seules* avant d'ajouter le nitroprussiate et la potasse.

» La coloration rouge produite par la chauffe constitue d'ailleurs un excellent caractère d'identité pour la réaction; un excès d'acide acétique fait virer cette couleur du rouge au bleu.

» III. Je me suis préoccupé de reconnaître la généralité de cette réaction colorée :

» 1° Les hydrazones, par exemple la phénylhydrazone pyruvique $C^6H^5 - AzH - Az = C \begin{matrix} \langle CH^3 \\ \langle CO^2H \end{matrix}$, ne la donnent pas.

» 2° La formylphénylhydrazine $C^6H^5 - AzH - AzH - CO.H$ et la benzoylhydrazine $C^6H^5 - AzH - AzH - CO.C^6H^5$ ne la donnent pas davantage.

» 3° La méthylphénylhydrazine dissymétrique $C^6H^5 \rangle Az - AzH^2 \langle CH^3$ ne donne rien de semblable.

» Ces réactions négatives montrent que l'existence intégrale du groupe

— AzH — AzH² dans la molécule est une condition nécessaire à la réaction ; elle n'est pas suffisante, car on n'a rien observé d'analogue avec :

» 4° L'hydrate d'hydrazine AzH² — AzH².H²O ni avec :

» 5° La semicarbazide AzH² — CO — AzH.AzH².

» La réaction paraît donc appartenir exclusivement aux dérivés de la phénylhydrazine, substitués dans le noyau aromatique.

» 6° L'orthocrésylhydrazine C₁₁H³ — C⁶H⁴ — AzH² donne en effet la coloration bleue.

» La *p*-bromophénylhydrazine C⁶H⁴Br — AzH — AzH² se comporte à tous les points de vue (sensibilité et autres caractères de la réaction) exactement comme la phénylhydrazine.

» IV. Cette coloration bleue ne peut être confondue avec celle que donne l'aldéhyde éthylique avec le même réactif ; la persistance de la coloration bleue actuelle en présence de potasse, d'ammoniaque et d'acide acétique, ne laisse place à aucune ambiguïté.

» A un autre point de vue, il n'est peut-être pas inutile de rappeler que M. Denigès (*Bull. Soc. chim.*, t. XV, p. 1058) a indiqué que la phénylhydrazine présente la réaction de Legal (coloration rouge orangé avec le nitroprussiate et la potasse, virant au rouge violacé par addition d'acide acétique). J'ai constaté que cette réaction, caractéristique des cétones et aldéhydes, est très sensible avec la phénylhydrazine et permet d'en caractériser des traces. Elle me paraît cependant moins sensible que celle que je viens d'indiquer ; elle est également beaucoup moins spécifique, car sans franchir les limites du groupe de composés dont il s'agit ici, elle s'applique aussi bien à la méthylphénylhydrazine et aux formyl- et benzoylphénylhydrazine qu'à la parabromophénylhydrazine et aux autres phénylhydrazines substituées dans le noyau aromatique, ainsi que j'ai pris le soin de le vérifier. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'influence de la fréquence des mouvements et du poids soulevé sur la puissance maximum du muscle en régime régulier.* Note de MM. ANDRÉ BROCA et CHARLES RICHEL, présentée par M. Marey.

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, janvier 1898), nous avons montré que l'on peut maintenir, pendant une heure ou deux, un travail régulier des muscles, en puissance maximum, si l'on se règle d'après la fatigue supportable.

» Il existe, bien entendu, de nombreuses causes de variations, dues aux conditions différentes de l'expérimentation. En faisant beaucoup d'expériences croisées, et en prenant des moyennes générales, on élimine ces variations accidentelles et l'on obtient des chiffres qui sont concordants, même à plusieurs semaines de distance. On peut voir ainsi quelles sont les influences de deux facteurs essentiels, la fréquence et le poids, sur la puissance maximum.

» Or, pour la fréquence, nous avons pu prouver deux faits importants :

» 1° *La puissance du muscle augmente avec la fréquence des contractions ;*

» 2° Cette augmentation, dans le cas de fréquences moyennes, est très faible, et la puissance, dans ces limites, est à peu près constante.

» Les deux Tableaux suivants, représentant les moyennes d'environ quarante heures de travail, mettent le fait en pleine lumière :

TABLEAU I. (EXP. DE A. B.)

| Fréquence des contractions par minute. | Grammètres par seconde. | | | | |
|--|-------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| | 250 ^{gr.} | 500 ^{gr.} | 750 ^{gr.} | 1000 ^{gr.} | 1250 ^{gr.} |
| 100..... | 1,2 | 2,7 | 3,0 | 3,6 | 4,1 |
| 150..... | 2,0 | 3,5 | 4,1 | 4,2 | 4,8 |
| 200..... | 2,3 | 3,6 | 4,3 | 4,5 | 5,2 |
| 250..... | 1,7 | 3,7 | 4,9 | 5,1 | 5,6 |
| 280..... | 1,2 | 3,5 | 4,5 | 5,9 | 7,1 |

TABLEAU II. (EXP. DE CH. R.)

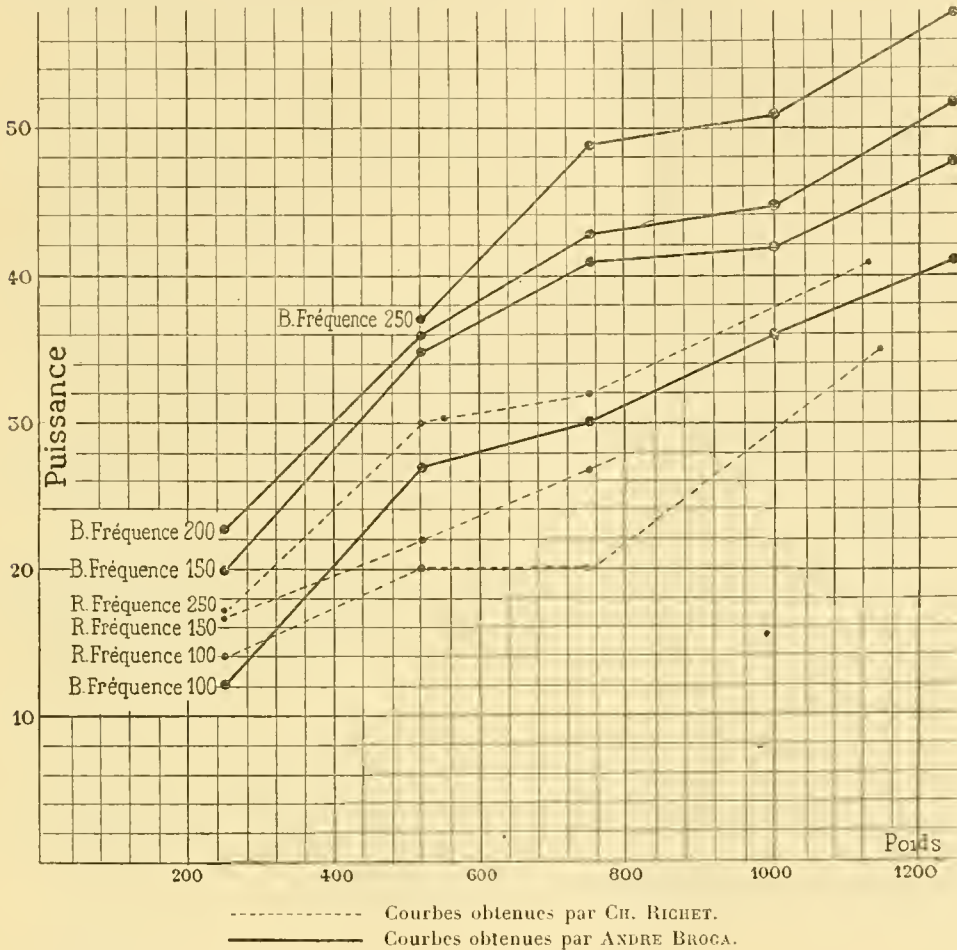
| | 250 ^{gr.} | 500 ^{gr.} | 750 ^{gr.} | 1150 ^{gr.} |
|----------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| 100..... | 1,4 | 2,0 | 2,0 | 3,4 |
| 150..... | 1,7 | 2,2 | 2,7 | 4,1 |
| 250..... | 1,7 | 3,0 | 3,2 | 4,1 |

» 1° Il est à remarquer que, pour les poids faibles, cet accroissement de la puissance du muscle, à partir de la fréquence de 200, n'existe pas ; mais à cette grande fréquence les poids faibles ne peuvent plus retomber avec assez de rapidité, et les oscillations du poids ne suivent pas les mouvements qu'on fait avec l'index. C'est une cause d'erreur qui n'existe ni pour les grands poids, ni pour les fréquences modérées, de sorte que la décroissance avec la fréquence (à partir de 200 par minute pour des poids de 250^{gr.} et de 500^{gr.}) n'infirme nullement la loi énoncée. C'est une cause d'erreur systématique due à l'ergomètre lui-même.

» 2° Pour les poids très forts et les fréquences grandes, la puissance

semble être maximum. Mais ce maximum est presque illusoire, en ce sens qu'on est alors très voisin de l'épuisement total du muscle. Par exemple si, à certains jours, B a pu faire, avec un poids de 1250^{gr}, un travail de 7,1 grammètres par seconde avec une fréquence de 280 par minute, à

Courbes donnant la puissance en grammètres par seconde pour les diverses fréquences de contraction. — A la ligne des x sont indiqués les poids soulevés en grammes. — A la ligne des y, les puissances en grammètres.



d'autres jours ce travail a été impossible; et d'ailleurs ce n'est qu'après entraînement qu'on arrive à ce niveau élevé de travail. Si, dès le début de l'expérience, on s'était mis à ce régime, en une ou deux minutes le muscle eût été totalement ruiné.

» Cette croissance de la puissance musculaire avec la fréquence est la confirmation de la loi établie par Heidenhain, puis Nawalichin, et si bien modifiée par M. Chauveau (*Le Travail musculaire*, p. 154-162). Mais elle se présente ici sous une forme un peu différente. Heidenhain et Nawalichin avaient vu que l'énergie consommée croît en même temps que les différentes phases de la contraction; autrement dit, que les petites contractions dégagent moins de travail chimique que les grandes, à travail égal; et M. Chauveau a vu que l'échauffement musculaire est d'autant plus petit, pour un raccourcissement donné, que le muscle est plus près de son maximum d'allongement normal.

» Nos expériences fournissent la conséquence presque nécessaire de ces observations, à savoir qu'il vaut mieux, à égalité de travail, faire de petites contractions, nombreuses, qu'en faire de grandes, peu fréquentes. Cette conclusion était implicitement contenue dans les faits éclairés par Heidenhain, Nawalichin et Chauveau; mais il n'en est pas moins intéressant de l'avoir démontrée par une expérimentation directe. D'autant plus qu'on aurait pu, à la rigueur, concevoir que la courbe de fatigue ne fût pas exactement parallèle à l'intensité croissante des actions chimiques, prouvée par Nawalichin, ou des actions thermiques, prouvée par M. Chauveau.

» Quant à ce qui concerne les poids, on verra que la puissance croît avec eux. La courbe du phénomène est facile à voir sur le graphique ci-joint.

» Il est clair que le travail ne croît pas indéfiniment et que l'on doit observer, avec la croissance du poids, une chute de la courbe du travail. Mais cette chute est extrêmement brusque, et, de même qu'avec les grandes fréquences, avec les grands poids on observe très vite l'épuisement complet du muscle.

» En définitive, nous pensons avoir établi que (pour le muscle fléchisseur de l'index) la puissance musculaire croît avec la fréquence et le poids, de sorte que les conditions les plus favorables de travail pour ce muscle en régime régulier et prolongé auront lieu avec un poids de 750^{gr} à 1000^{gr} et une fréquence de 200 à 250 par minute. »

PHYSIOLOGIE. — *Du développement de la fibrille conjonctive.* Note de M. P.-A. ZACHARIADÈS, présentée par M. L. Ranvier (1).

« La question du développement de la fibrille conjonctive a été posée par Schwann, en 1839; aujourd'hui elle est encore un sujet de controverse parmi les histologistes. Deux théories principales ont été émises :

» 1° *Le faisceau conjonctif provient directement des cellules conjonctives.* C'est la théorie de Schwann; un certain nombre de cellules, contenues dans le tissu conjonctif embryonnaire, s'allongent et se transforment à leurs extrémités en un pinceau de fibrilles; une cellule formerait ainsi un faisceau de fibrilles. Plusieurs histologistes ont admis, avec certaines modifications, cette manière de voir; je citerai, par exemple, Valentin, Max Schultze, F. Boll, etc.

» 2° *Le faisceau conjonctif se développe, indépendamment des cellules,* par formation extra-cellulaire. C'est la théorie de Henle qu'ont admise, en la modifiant plus ou moins, Reichert, Donders, Virchow, etc.

» Les observations suivantes permettent de juger la question :

» On sacrifie une grenouille rousse et, par incision de la peau, on découvre la région du genou. La grenouille n'a pas de rotule et le tendon du triceps fémoral en s'aplatissant forme une aponévrose, qui recouvre la face antérieure de cette région; cette aponévrose a près de 1^{cm} de largeur, elle est brillante et nacrée. On la détache; il suffit pour cela de sectionner le muscle vers son tiers inférieur, de saisir avec des pinces son segment périphérique et de couper, au moyen de ciseaux, les attaches latérales et inférieures de l'aponévrose, en ayant soin de ménager sa face postérieure. C'est sur cette face surtout que siège le tissu dont il sera ici question et qui constitue un nouvel et excellent objet d'étude pour le développement du tissu conjonctif en général. La face postérieure de cette aponévrose, en effet, est recouverte d'une substance gélatineuse et transparente. Si l'on prend de petits fragments de ce tissu, que l'on pose sur une lame et que l'on recouvre d'une lamelle, il s'étale, comme le ferait une boule d'œdème artificiel, de tissu conjonctif; c'est, pourrait-on dire, une boule d'œdème physiologique.

» Pour étudier avec fruit ce tissu il faut commencer par le fixer au moyen d'une

(1) Travail du Laboratoire d'Histologie du Collège de France.

solution d'acide osmique à 1 pour 100, soit en laissant tomber quelques gouttes de cette solution sur la face postérieure de l'aponévrose, une fois mise à découvert, soit en la plongeant dans l'acide osmique, soit encore en y injectant au moyen d'une seringue une petite quantité de cette même solution. La fixation obtenue, ce qui arrive au bout de dix minutes en moyenne, on doit laver à fond pour enlever l'excès d'acide osmique ; il est bon même de laisser jusqu'au lendemain le tissu ainsi préparé dans de l'eau filtrée (1). On colore ensuite en masse par une solution faible de violet 5 B ; cette coloration doit se faire lentement, pendant vingt-quatre heures par exemple. On porte alors un petit fragment de ce tissu sur une lame de verre avec une goutte d'eau et on l'étale en comprimant légèrement la lamelle.

» Voici ce que l'on voit dans les points les plus favorables à l'observation : des cellules volumineuses à protoplasma fortement granuleux, à gros noyau, rond, ovoïde ou réniforme, contenant un ou plusieurs nucléoles ; des prolongements protoplasmiques en nombre prodigieux partant de ces cellules, d'un de leurs pôles seulement, ou de deux pôles à la fois, ou bien encore de plusieurs points différents de leur surface ; ces prolongements, de volume moyen, se divisent, se subdivisent et s'anastomosent soit entre eux, soit avec les prolongements des cellules voisines ; ils peuvent avoir tous la même direction, ou bien des directions variées ; leur longueur est extrême, on ne peut préciser leurs limites (2). Parfois deux ou trois cellules s'emboîtent et envoient toutes des prolongements dans un seul et même sens, celui de leur concavité.

» Voici maintenant le fait intéressant : à une certaine distance de la cellule ces prolongements se groupent, prennent une direction rectiligne, changent de réfringence, ne se colorent plus que par places et, si on les suit plus loin encore, on voit que les parties incolores augmentent d'étendue, tandis que les parties colorées, de plus en plus réduites, ne sont représentées que par de simples grains intercalés dans le filament incolore et finissent par ne plus être visibles ; cependant on trouve souvent quelques-uns de ces grains isolés à une très grande distance de la cellule. C'est ainsi que les prolongements protoplasmiques se transforment en fibrilles qui conservent désormais leur calibre, ne s'anastomosent plus, ne se colorent plus par le violet 5 B, ont le même aspect et la même réfringence

(1) Au lieu d'employer l'acide osmique comme fixateur immédiat, on peut, avec avantage, mettre d'abord le tissu pendant vingt-quatre heures dans de l'alcool au tiers, ce qui facilite la dissociation des fibrilles.

(2) M. Ranvier depuis quelques années déjà avait décrit dans son Cours et nous avait montré des préparations dans lesquelles les cellules conjonctives avaient acquis des dimensions considérables, sous l'influence de l'irritation.

que les fibrilles du tissu conjonctif; ce sont évidemment des fibrilles conjonctives. Ces fibrilles s'accolent bientôt pour former des faisceaux; cependant on en trouve qui restent complètement isolées et, après un assez long trajet, vont renforcer un faisceau conjonctif éloigné. Souvent un prolongement protoplasmique donne naissance, le long de son trajet, à d'autres prolongements parallèles, qui ont une direction perpendiculaire à celle du premier; c'est ce qui expliquerait la disposition croisée que présentent habituellement les faisceaux conjonctifs, les lames homogènes et striées de l'os, de la cornée, etc. Dans certains points on voit plusieurs cellules voisines, qui sont réunies entre elles par un très grand nombre de prolongements fins, très rapprochés; elles forment ainsi un réseau protoplasmique très élégant, un très beau tissu conjonctif réticulé; dans ce cas, c'est de ce réseau commun que partent les branches terminales qui vont constituer les fibrilles conjonctives.

» Il est probable, bien que je n'aie pas pu le constater encore, que ce mode de développement peut s'appliquer aux fibrilles du tissu conjonctif en général. Toutes les cellules conjonctives sont-elles capables de donner naissance à des fibrilles? Je ne saurais le dire; en tous cas et pour éviter toute confusion je proposerais de désigner celles que je viens de décrire sous le nom de *cellules inoplastiques*. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la constitution des Cannels* (1).

Note de M. B. RENAULT, présentée par M. Van Tieghem.

« Les Cannels offrent, au point de vue de leur constitution, une variété plus grande que les Bogheads; en effet, tandis que ces derniers combustibles sont formés d'Algues microscopiques, accompagnées d'une proportion relativement minime de spores et de grains de pollen, le tout disposé en lits stratifiés au milieu de la matière fondamentale, les Cannels, au contraire, au sein de cette même matière, montrent :

» 1° Tantôt de nombreux corps jaunes, la plupart organisés, parmi

(1) Les charbons connus sous le nom de *Cannels* se trouvent en couches parallèles au sein même de la houille. Ils sont employés de préférence aux Bogheads à cause de la meilleure qualité de leur coke, pour enrichir les houilles pauvres en gaz. La houille de Bességes, par exemple, ne donne par tonne que 255^{mc} de gaz, les Cannels ont un rendement de 300^{mc} à 330^{mc}. Les mélanges de la Compagnie parisienne du gaz fournissent 290^{mc} environ.

lesquels prédominent, non plus des Algues, mais des microspores et des macrospores; les Algues, les menus débris végétaux ne s'y rencontrent qu'en petite quantité.

» Comme exemple de ce premier type, nous pouvons citer les Cannels anglais de Lesmahagow, Bryant, Burghlée; celui de Cannelton (Nouvelle-Virginie), de Ceberga (Espagne); le Splint-Coal de Rive-de-Gier, celui-ci sans Algues; etc.

» 2^o Tantôt des corps organisés, surtout représentés par des grains de pollen, quelques spores et macrospores, mêlés à des fragments de plantes diverses (Cannel de Comentry).

» 3^o Tantôt enfin des éléments organiques complètement dissociés et devenus méconnaissables (Cannels de Buena-Vista, Kentucky).

» Dans cette Note, nous examinerons seulement un Cannel du premier type, le Cannel Bryant, en mettant sous les yeux de l'Académie plusieurs photographies à l'appui, et dont l'amplification a dû être poussée jusqu'à 1200 diamètres.

» Sur une coupe verticale, on distingue, au milieu de la matière fondamentale de couleur foncée, les éléments organisés de couleur jaune clair, disposés en couches stratifiées. Tous les Cannels que nous avons examinés présentent cette stratification, qui indique leur dépôt au milieu des eaux.

» Parmi les nombreux corps jaunes qui forment près du tiers de la masse du Cannel, nous ne citerons que les suivants :

» 1^o Des macrospores sphériques, mesurant 340μ , dont les trois lignes de déhiscence caractéristiques sont limitées par une sorte de bourrelet circulaire. La surface est rugueuse, sillonnée de dépressions irrégulières, dues au travail de Microcoques visibles avec un grossissement suffisant.

» 2^o Des macrospores de taille plus faible; les unes atteignent à peine 41μ , présentent une surface accusée de nombreuses petites cavités circulaires larges de 1^{μ} , 3 se détachant par leur couleur foncée sur l'enveloppe triradiée et garnies de Microcoques dont le diamètre est à peine 0^{μ} , 5; d'autres un peu plus grosses, 48μ , offrent au contraire de nombreuses petites aspérités en forme de piquants.

» 3^o Quelques-unes ont une surface nettement réticulée; les mailles hexagonales mesurent 5μ à 6μ de côté; le diamètre des microspores est de 44μ ; elles rappellent par leur taille et leur réseau certaines macrospores de *Sphenophyllum* silicifiées de Rive-de-Gier.

» 4^o D'autres fois, les macrospores affectent une forme subtriangulaire; l'espace qui porte les trois lignes radiantes est circonscrit par un bourrelet très net, leur diamètre n'atteint que 33μ ; quand elles sont ouvertes, l'ouverture est bordée par une couronne de Microcoques; cette macrospore est très rare (1).

(1) Elle est très commune, au contraire, dans les Cannels-Bogheads russes.

» 5° Mais les organismes les plus communs et caractéristiques du premier type de Cannel sont des microspores, la plupart du temps isolées; elles constituent à elles seules près des $\frac{1}{5}$ des corps jaunes, leur contour est triangulaire et présente deux faces planes, la troisième est convexe, leur grande longueur atteint 46μ et la petite 33μ ; réunies en tétrade elles constituent une sphère dont le diamètre est de 64μ .

» Les macrospores décrites en premier lieu et les microspores dont il vient d'être question diffèrent peu par la taille des macrospores et microspores de certaines Lycopodiacées arborescentes, Lépidodendrées entre autres; il ne serait pas impossible qu'elles en provinssent.

» 6° On rencontre également, mais en petite quantité, des Algues, sans doute autrefois sphériques, maintenant plus ou moins aplaties, creuses, larges de 45μ et hautes de 25μ ; ce sont de jeunes Pilas, peut-être des *Pila scotica*; elles sont remplies de Microeokes.

» 7° Les différents organismes que nous venons d'énumérer sont envahis souvent par des mycéliums de Champignons filamenteux existant dans la matière fondamentale; c'est principalement dans l'épaisseur des enveloppes plus ou moins altérées des macrospores que nous avons pu les étudier. Le mycélium est formé de filaments rectilignes ou sinueux, souvent bifurqués; les branches émettent des ramules très courts, terminés par une conidie sphérique; les filaments sont formés d'articles eux-mêmes rectilignes ou arqués, longs de $2\mu,9$ et larges de $0\mu,85$.

» On peut suivre le développement du parasite. A peine entré, le filament mycélien émet un rameau qui lui-même produit deux ramules dichotomes très courts, terminés chacun par une conidie sphérique mesurant $0\mu,8$ à 1μ ; la longueur des ramules ne dépasse pas 2μ et leur largeur $0\mu,8$; le filament émet encore un ou deux rameaux qui se conduisent comme le premier. Il en résulte une plantule haute de 5μ à 6μ , présentant le port d'un *Botritis carnea* extrêmement réduit. Les conidies, en germant à l'intérieur des fragments nourriciers, finissent par le remplir d'un mycélium très dense. Nous donnerons à ce Champignon microscopique le nom d'*Anthrocomyces cannelensis*; il se rencontre également dans les Cannels-Bogheads du Bassin de Moseou, le Boghead Armadole, etc.

» En résumé, en mettant à part les charbons russes, qui touchent aux Bogheads à cause d'une assez forte proportion d'Algues, il résulte de ce qui précède que :

» 1° Les Cannels présentent plusieurs types; nous en signalons trois aujourd'hui.

» 2° L'un des types sur lesquels nous avons insisté est caractérisé par la présence, dans la matière fondamentale, d'une grande quantité de microspores et de macrospores, d'une moins grande proportion de Pilas et de mycéliums de Champignons, le tout en couches stratifiées.

» 3° Les éléments organiques ont été envahis par des Bactériacées et par des Champignons qui ont vécu à leurs dépens. »

MINÉRALOGIE. — *Sur le polymorphisme de la fluorine*. Note de M. FRÉD. WALLERANT, présentée par M. Fouqué.

« En étudiant des cristaux de fluorine d'origines diverses et s'étant formés dans des conditions différentes, j'ai pu distinguer, aussi bien au point de vue optique qu'au point de vue cristallographique, trois variétés de fluorine se distinguant par leur structure et leurs éléments de symétrie. L'une, bien connue, est cubique holoédrique, la seconde est ternaire avec un axe ternaire et trois plans de symétrie à 120° l'un de l'autre, et passant par l'axe; la troisième est binaire avec un plan de symétrie. La première est donc isotrope, la seconde uniaxe et la troisième biaxe. Ces trois variétés peuvent d'ailleurs se mélanger en toutes proportions, pour former des plages plus ou moins étendues d'un même cristal, et l'on peut constater ainsi qu'elles ont les mêmes plans de clivage, les mêmes faces et qu'en outre leurs éléments de symétrie respectifs occupent la même position relativement aux faces communes, aux plans de clivage. De là résulte la conclusion importante qu'elles ont le même système réticulaire, c'est-à-dire un système réticulaire cubique; la variété ternaire et la variété binaire sont donc des formes méridiennes du système cubique. La première ne possède qu'un axe ternaire de son système réticulaire et les plans de symétrie non principaux passant par cet axe. Dans la seconde, le plan de symétrie unique est un des plans de symétrie principaux du système réticulaire. Dans cette dernière, le plan des axes optiques est perpendiculaire sur le plan de symétrie et la bissectrice aiguë n_g des axes optiques coïncide avec l'un des axes quaternaires contenu dans ce plan.

» Au lieu de se mélanger irrégulièrement, les cristaux ternaires et les cristaux binaires peuvent se macler, chacun de leur côté, conformément aux lois établies par Mallard pour les formes méridiennes, c'est-à-dire de façon que les éléments de symétrie du système réticulaire, déficients dans les cristaux, se retrouvent dans la macle. C'est ainsi que les cristaux binaires peuvent se grouper par quatre, par huit, par seize, pour constituer des macles ayant un axe quaternaire et les quatre plans de symétrie passant par cet axe; ou bien par vingt-quatre, pour constituer une macle ayant tous les éléments de symétrie du cube.

» De même, les cristaux ternaires s'associent par huit pour former une macle ayant tous les éléments de symétrie de leur système réticulaire.

» Dans ces associations, les différents individus ont peu d'adhérence entre eux, et il m'a été facile de les isoler.

» L'explication de ce polymorphisme n'offre d'ailleurs aucune difficulté mais demande de trop longs développements pour être exposée ici. »

⁷ M. DARGET adresse, de Vouziers, une réclamation de priorité au sujet d'épreuves photographiques obtenues sans lumière.

Cette Note sera soumise, avec les épreuves qui l'accompagnent, à l'examen de M. Lippmann.

M. RENÉ DE SAUSSURE adresse une Note « Sur le mouvement le plus général des fluides ».

M. CH.-V. ZENGER adresse une Note intitulée : « Observations météorologiques du mois de novembre 1897; les minima de pression atmosphérique ».

M. CALLANDREAU annonce que le météore lumineux signalé comme un bolide, dans la séance du 17 janvier (ce Volume, p. 295), doit être attribué, suivant les renseignements recueillis, à une montgolfière.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

Sur la proposition de M. Brouardel, l'Académie décide qu'une Commission spéciale sera chargée de l'examen des questions se rapportant aux effets et à la propagation de la tuberculose.

Cette Commission comprendra les six Membres de la Section de Médecine et Chirurgie, les deux Secrétaires perpétuels de l'Académie et MM. BROUARDEL, DE FREYCINET, DE JONQUIÈRES, CHAUVEAU, DUCLAUX, ARM. GAUTIER.

La séance est levée à 4 heures un quart.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 7 FÉVRIER 1898.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. BERTHELOT, FRIEDEL, MASCART et MOISSAN. Septième série. Février 1898. Tome XIII. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 fasc. in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. GASTON DARBOUX et JULES TANNERY. Deuxième série. Tome XXII. Janvier 1898. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 fasc. in-8°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. GASTON BONNIER, Membre de l'Institut, Professeur de Botanique à la Sorbonne. Tome dixième. Livraison du 15 janvier 1898. N° 109. Paris, P. Dupont, 1898; 1 fasc. in-8°.

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par E. MASCART, Directeur du Bureau central météorologique. Année 1897. N° 11. Novembre 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. COLLIGNON et AIMÉ GIRARD. Paris, 1898; 1 fasc. in-4°.

Bulletin astronomique, fondé en 1884 par E. MOUCHEZ et F. TISSERAND, publié par l'Observatoire de Paris. Commission de rédaction : H. POINCARÉ, Président; G. BIGOURDAN, O. CALLANDREAU, H. DESLANDRES et R. RADAU. Tome XV. Février 1898. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 fasc. in-8°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées. Directeur : LOUIS OLIVIER. 9^e année. N° 2. 30 janvier 1898. Paris, Carré et Naud; 1 fasc. grand in-8°.

Journal d'Hygiène, fondé par le D^r PROSPER DE PIETRA SANTA. 23^e volume. Jeudi 3 février 1898. Paris, Chaix; 1 broch. in-4°.

Océanographie et les Océans, par J. DE SHOKALSKY. 1 broch. in-8°.
(Hommage de l'Auteur.)

Anales de la oficina meteorologica Argentina, por su Director GUALTERIO G. DAVIS. Tome XI. Buenos-Aires, 1897; 1 vol. in-4°.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1^{er} janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : 20 fr. — Départements : 30 fr. — Union postale : 34 fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,

| chez Messieurs : | | chez Messieurs : | |
|-------------------------------|---|---------------------------|---|
| <i>Agen</i> | Ferran frères. | <i>Lorient</i> | Baumal. M ^{me} Texier. |
| <i>Alger</i> | Chaix. Jourdan. Ruff. | | Bernoux et Cumin. Georg. |
| <i>Amiens</i> | Courtin-Hecquet. | <i>Lyon</i> | Côte. Savy. Vitte. |
| <i>Angers</i> | Germain et Grassin. Lachèse. | <i>Marseille</i> | Ruat. |
| <i>Bayonne</i> | Jérôme. | <i>Montpellier</i> | Calas. Coulet. |
| <i>Besançon</i> | Jacquard. Feret. | <i>Moulins</i> | Martial Place. |
| <i>Bordeaux</i> | Laurens. Muller (G.). | <i>Nancy</i> | Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères. |
| <i>Bourges</i> | Renaud. | <i>Nantes</i> | Loiseau. Veloppé. |
| <i>Brest</i> | Derrien. F. Robert. J. Robert. Uzel frères | <i>Nice</i> | Barma. Visconti et C ^o . |
| <i>Caen</i> | Jouan. | <i>Nîmes</i> | Thibaud. |
| <i>Chambery</i> | Perrin. | <i>Orléans</i> | Luzeray. |
| <i>Cherbourg</i> | Henry. Marguerie. | <i>Poitiers</i> | Blanchier. Marche. |
| <i>Clermont-Ferrand</i> | Juliot. Ribou-Collay. | <i>Rennes</i> | Pihon et Hervé. |
| | Lamarche. | <i>Rochefort</i> | Girard (M ^{lle}). |
| <i>Orléans</i> | Ratel. Rey. | <i>Rouen</i> | Langlois. Lestringant. |
| <i>Quai</i> | Lauverjat. Degez. | <i>St-Étienne</i> | Chevalier. |
| <i>Grenoble</i> | Drevet. Gratier et C ^o . | <i>Toulon</i> | Bastide. Rumêbe. |
| <i>La Rochelle</i> | Foucher. | <i>Toulouse</i> | Gimet. Privat. |
| <i>Le Havre</i> | Bourdignon. Dombre. | <i>Tours</i> | Boisselier. Péricat. Suppligeon. |
| <i>Lille</i> | Thorez. Quarré. | <i>Valenciennes</i> | Giard. Lemaitre. |

On souscrit, à l'Étranger,

| chez Messieurs : | | chez Messieurs : | |
|-----------------------------|---|-----------------------------|---|
| <i>Amsterdam</i> | Feikema Caarelsen et C ^o . | <i>Londres</i> | Dulau. Hachette et C ^o . Nutt. |
| <i>Athènes</i> | Beck. | <i>Luxembourg</i> | V. Bück. Libr. Gutenberg. Romo y Fussel. Gonzalès e hijos. F. Fé. |
| <i>Barcelone</i> | Verdaguer. | <i>Madrid</i> | |
| | Asher et C ^o . Dames. | <i>Milan</i> | Bocca frères. Hoëpli. |
| <i>Berlin</i> | Friedlander et fils. Mayer et Müller. | <i>Moscou</i> | Tastevin. Prass. |
| <i>Berne</i> | Schmid et Francke. | <i>Naples</i> | Margheri di Gius. Pellerano. |
| <i>Bofogne</i> | Zaichelli. | <i>New-York</i> | Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemckee et Buechner |
| | Lamertin. | <i>Odessa</i> | Rousseau. |
| <i>Bruzelles</i> | Mayolez et Audiarte. Lebègue et C ^o . | <i>Oxford</i> | Parker et C ^o |
| | Sotcheck et C ^o . Müller (Carol). | <i>Palerme</i> | Clausen. |
| <i>Budapest</i> | Kilian. | <i>Porto</i> | Magalhaès et Mouiz |
| <i>Cambridge</i> | Deighton, Bell et C ^o . | <i>Prague</i> | Rivnac. |
| <i>Christiania</i> | Cammermeyer. | <i>Rio-Janeiro</i> | Garnier. |
| <i>Constantinople</i> | Otto Keil. | <i>Rome</i> | Bocca frères. Loescher et C ^o . |
| <i>Copenhague</i> | Höst et fils. | <i>Rotterdam</i> | Kramers et fils. |
| <i>Florence</i> | Seeber. | <i>Stockholm</i> | Samson et Wallin |
| <i>Gand</i> | Hoste. | <i>St-Petersbourg</i> | Zinserling. Wolff. |
| <i>Gènes</i> | Beuf. | | Bocca freres. Brero. |
| | Cherbuliez. | <i>Turin</i> | Clausen. Rosenberg et Sehier. |
| <i>Genève</i> | Georg. Stapelmoehr. | <i>Varsovie</i> | Gebethner et Wolff. |
| <i>La Haye</i> | Beliufante frères. | <i>Verone</i> | Drucker. |
| <i>Lausanne</i> | Benda. Payot. | <i>Vienne</i> | Frick. Gerold et C ^o . |
| | Barth. Brockhaus. | <i>Zurich</i> | Meyer et Zeller. |
| <i>Leipzig</i> | Lorentz. Max Rube. Twietmeyer. | | |
| | Desoer. Gnuse. | | |

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1^{er} 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix..... 15 fr.
Tomes 32 à 61. — (1^{er} Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix..... 15 fr.
Tomes 62 à 91. — (1^{er} Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix..... 15 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. DERBÈS et A.-J.-J. SOLIER. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. HANSEN. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. CLAUDE BERNARD. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856..... 15 fr.
Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. VAN BENEDEN. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur BRONN. In-4°, avec 27 planches; 1861... 15 fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences**.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

| | Pages. | | Pages. |
|--|--------|--|--------|
| M. le PRÉSIDENT annonce à l'Académie la mort de M. <i>Jean-Albert Gauthier-Villars</i> . | 453 | reconnaissance du monde savant..... | 453 |
| M. le PRÉSIDENT, M. J. BERRAND, Secrétaire perpétuel, et M. G. DARBOUX rappellent les titres de M. Gauthier-Villars à la | | M. L. RANVIER. — Mécanisme histologique de la cicatrisation; réunion immédiate synaptique..... | 454 |

CORRESPONDANCE.

| | | | |
|---|-----|---|-----|
| M. MARSH, M. ARNAUD adressent des remerciements à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux..... | 458 | trolyse et la photolyse de l'acide carbonique..... | 479 |
| M. J. DE SHOKALSKY adresse des Cartes de la partie de l'Océan boréal depuis les côtes de Laponie jusqu'à l'embouchure du Vénissey, et une brochure intitulée : « Les recherches des Russes de la route maritime de Sibérie »..... | 458 | M. P. CAZENEUVE et MOREAU. — Sur les uréthanes aromatiques de la conicine..... | 481 |
| M. P. PAINLEVE. — Sur le développement des fonctions réelles non analytiques..... | 459 | M. LOUIS SIMON. — Réaction colorée nouvelle de la phénylhydrazine..... | 483 |
| M. H. BUISSON. — Transparence du bismuth dans un champ magnétique..... | 462 | MM. ANDRÉ BROEA et CHARLES RICHET. — De l'influence de la fréquence des mouvements et du poids soulevé sur la puissance maximum du muscle en régime régulier..... | 485 |
| M. G. MOREAU. — Des cycles de torsion magnétique et de la torsion résiduelle du fer doux..... | 463 | M. P.-A. ZACHARIADÈS. — Du développement de la fibrille conjonctive..... | 489 |
| M. H. BOUASSE. — Sur un mode de comparaison des courbes de torsion..... | 466 | M. B. RENAULT. — Sur la constitution des Cannels..... | 491 |
| M. G. SAGNAC. — Transformation des rayons X par transmission..... | 467 | M. FRED. WALLERANT. — Sur le polymorphisme de la fluorine..... | 494 |
| M. R. COLSON. — Influence de la diffusion des éléments du révélateur dans le développement photographique..... | 470 | M. DARGET adresse une réclamation de priorité au sujet d'épreuves photographiques obtenues sans lumière..... | 495 |
| M. DANIEL BERTHELOT. — Sur les points de fusion de l'argent et de l'or..... | 473 | M. RENE DE SAUSSURE adresse une Note « Sur le mouvement le plus général des fluides »..... | 495 |
| M. TH. SCHLESING fils. — Détermination de la densité des gaz sur de très petits volumes..... | 476 | M. CH.-V. ZENGER adresse une Note intitulée : « Observations météorologiques du mois de novembre 1897; les minima de pression atmosphérique »..... | 495 |
| M. A. BACH. — Sur la corrélation entre la réduction par l'hydrogène naissant, l'élec- | | M. CALLANDEAU annonce que le météore lumineux signalé comme un bolide, dans la séance du 17 janvier, doit être attribué à une montgolfière..... | 495 |

COMITÉ SECRET.

Commission chargée de l'examen des questions concernant les effets et la propagation de la tuberculose : les six Membres de la Section de Médecine et Chirurgie,

les deux Secrétaires perpétuels de l'Académie et MM. *Brouardel, de Freycinet, de Jonquières, Chauveau, Duclaux, Arm. Gautier*.....

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.....

1898

MAR 11 1898

PREMIER SEMESTRE.

3029

—

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

=====
TOME CXXVI.
=====

N° 7 (14 Février 1898).



PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Quai des Grands-Augustins, 55.

—
1898

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1^{er}. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou, par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le bon à tirer de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5^h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

MAR 11 1898

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 FÉVRIER 1898.

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certains exemples singuliers d'approximations successives.* Note de M. ÉMILE PICARD.

« 1. J'ai indiqué autrefois un exemple curieux d'approximations successives divergentes (*Journal de Mathématiques*, 1890, et *Traité d'Analyse*, t. III, p. 145). Soit l'équation

$$(1) \quad \frac{d^2 y}{dx^2} = f(x, y)$$

où l'on suppose la fonction $f(x, y)$ toujours positive et croissante en même temps que y . Il existe une intégrale et une seule de cette équation, prenant pour $x = a$ et pour $x = b$ des valeurs données; on peut, d'ailleurs, évidemment supposer que ces valeurs sont nulles. Si l'on cherche à obtenir

cette intégrale par approximations successives, on a, en partant de $y_0 = 0$,

$$\begin{aligned} \frac{d^2 y_1}{dx^2} &= f(x, 0), \\ \frac{d^2 y_2}{dx^2} &= f(x, y_1), \\ &\dots\dots\dots, \\ \frac{d^2 y_n}{dx^2} &= f(x, y_{n-1}), \end{aligned}$$

tous les y s'annulant pour $x = a$ et pour $x = b$. On voit immédiatement que les y à indices impairs forment une suite croissante, et que les y à indices pairs forment une suite décroissante; d'autre part, tout terme de la première suite est inférieur à un terme quelconque de la seconde. Les y à indices impairs auront donc une limite u , et il en sera de même des y à indices pairs qui auront une limite v . Il peut très bien arriver que *ces limites soient différentes* (1). J'ai ajouté que, *si les y d'indices pairs et les y d'indices impairs tendent uniformément dans l'intervalle (a, b) vers leurs limites v et u , celles-ci sont des fonctions de x satisfaisant aux deux équations simultanées*

$$(2) \quad \frac{d^2 u}{dx^2} = f(x, v), \quad \frac{d^2 v}{dx^2} = f(x, u)$$

et s'annulent toutes deux pour $x = a$ et pour $x = b$. On a donc ici des approximations successives *divergentes* qui conduisent à d'autres fonctions que l'intégrale cherchée de l'équation (1).

» Je me propose de montrer que l'hypothèse soulignée plus haut sur la convergence uniforme est bien effectivement réalisée, ce qui complètera le résultat précédent. Prenons à cet effet l'équation très simple

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = f(x),$$

où $f(x)$ désigne une fonction continue de x et positive dans l'intervalle (a, b) , et considérons l'intégrale y de cette équation s'annulant pour $x = a$ et $x = b$. Au lieu de lui donner la forme élémentaire classique, écrivons-la avec M. Burkhardt (*Bulletin de la Société mathématique*, 1894), sous la

(1) J'en ai donné un exemple (*Comptes rendus*, avril 1894) et *Traité d'Analyse*, t. III, p. 147.

forme

$$y(x) = - \int_a^b G_1(x, \xi) f(\xi) d\xi,$$

où la fonction G_1 , sorte de fonction de Green relative à l'intervalle (a, b) , est définie par les égalités

$$\begin{aligned} G_1(x, \xi) &= \frac{(b-x)(\xi-a)}{b-a} && \text{pour } \xi < x, \\ G_1(x, \xi) &= \frac{(b-\xi)(x-a)}{b-a} && \text{pour } \xi > x. \end{aligned}$$

» On voit facilement que si α désigne un nombre fixe entre a et b , on peut trouver un nombre positif μ dépendant uniquement de a , b et α , tel que l'on ait

$$G_1(x, \xi) < \mu G_1(\alpha, \xi)$$

quels que soient x et ξ dans l'intervalle (a, b) . Il en résulte que l'on a

$$|y(x)| < \mu |y(\alpha)|.$$

» De cette remarque va résulter la démonstration de la proposition que nous avons en vue; on a, en effet,

$$\frac{d^2(y_n - y_{n-2})}{dx^2} = f(x, y_{n-1}) - f(x, y_{n-3}),$$

et, par conséquent, on conclut de la remarque précédente

$$|y_n(x) - y_{n-2}(x)| < \mu |y_n(\alpha) - y_{n-2}(\alpha)|,$$

ce qui montre clairement que, pour une même parité de n , la fonction $y_n(x)$ tend *uniformément* dans l'intervalle (a, b) vers sa limite. Les deux limites u et v sont des fonctions de x satisfaisant aux équations (2). Comme je l'ai rappelé, u peut être différent de v ; la fonction y de x , s'annulant pour $x = a$ et $y = b$, et satisfaisant à l'équation

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = f(x, y),$$

est intermédiaire entre u et v , c'est-à-dire que l'on a

$$v > y > u.$$

» Ainsi, pour prendre un exemple, l'équation

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = e^y$$

admet une intégrale unique s'annulant pour $x = a$ et $x = b$; si l'intervalle (a, b) est assez grand, cette intégrale ne coïncide pas avec les fonctions u et v , données par les approximations successives, et celles-ci satisfont aux équations

$$\frac{d^2 u}{dx^2} = e^v, \quad \frac{d^2 v}{dx^2} = e^u.$$

» 2. Dans beaucoup d'autres cas, l'emploi des approximations successives pour obtenir certaines intégrales d'une équation différentielle peut conduire à des résultats curieux; il y aurait là, ce semble, un sujet de recherches qui présenterait quelque intérêt. Pour indiquer encore une classe très simple d'équations, envisageons l'équation

$$\frac{d^2 y}{dx^2} + f(x, y) = 0$$

en faisant sur f les mêmes hypothèses que plus haut. Il pourra arriver ici qu'il y ait dans un intervalle (a, b) plusieurs intégrales (continues, bien entendu, ainsi que leurs dérivées) s'annulant en a et b , ou qu'il n'y en ait pas. Que donnent alors les approximations successives? Il est possible qu'elles ne convergent vers aucune limite, ou bien qu'elles tendent vers une solution ou une autre, suivant la fonction y_0 que l'on prend comme première approximation. Ainsi l'équation

$$\frac{d^2 y}{dx^2} + e^y = 0$$

admettra dans l'intervalle (a, b) deux solutions s'annulant aux extrémités de l'intervalle, si celui-ci n'est pas trop étendu, et n'en admettra pas dans le cas contraire. En faisant des approximations successives, on obtient des résultats différents suivant la nature de la fonction initiale y_0 . »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. R. SOREL et A. SORET adressent, du Havre, par l'entremise de M. Mascart, une « Note sur un cas d'éléphantiasis avec troubles nerveux, guéri après applications de rayons X ».

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **SECRETÉAIRE PERPÉTUEL** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Mémoire de M. *Frederico Amodeo*, de Naples, intitulé : « Curve k -gonali di s^{esima} specie ». (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

ASTRONOMIE. — *Sur les masses des planètes*. Note de M. **E. ROGER**, présentée par M. Jordan.

« Des trois lois récemment communiquées à l'Académie par M. Anceaux, la première est seule rigoureusement exacte; la seconde n'est qu'approchée, et la troisième est une conséquence des deux autres.

» Attribuons aux planètes Neptune, Uranus, Saturne et Jupiter les indices 0, 1, 2, 3. Désignons par $M_0, M_1, M_2, 1$ leurs masses respectives, par $z_0, z_1, z_2, 1$ l'unité divisée par les carrés des demi-grands axes de leurs orbites; les trois lois dont il s'agit se traduiront par les équations

$$M_2 = z_2, \quad M_0 + M_1 = z_0 + z_1, \quad M_0 + M_1 + M_2 + 1 = z_0 + z_1 + z_2 + 1.$$

La troisième équation est, comme on voit, la somme des deux autres.

» M. Anceaux estime que la raison d'être de l'*harmonie* qu'il a signalée pourrait être recherchée soit dans les conditions de stabilité du système, soit dans les circonstances qui ont présidé à la formation des planètes; il ajoute que, s'il était possible de la rattacher à cette dernière cause, cette étude ne manquerait pas sans doute d'apporter quelque lumière dans la Cosmogonie du monde solaire.

» La théorie que j'ai exposée dans mes *Recherches sur le système du monde*, et dont j'ai communiqué à l'Académie les éléments essentiels, fournit presque intuitivement une explication des lois énoncées par M. Anceaux, en même temps qu'elle suggère une loi plus générale. J'indiquerai brièvement les principes sur lesquels se fonde cette explication.

» Les potentiels qui déterminent, à des époques périodiques, la formation des planètes et celle des satellites varient à la fois dans leur énergie propre et dans la durée de leur action. Les variations de la première espèce ont introduit, dans l'expression des distances des planètes au Soleil,

certaines inégalités périodiques; de plus, elles ont influé sur la masse de chaque planète. Les variations de la seconde espèce ont exercé aussi une action sur ces masses. Par suite de cette double influence, les masses des planètes doivent dépendre de deux exponentielles e^m et $e^{-\frac{3m}{2}}$ (plus exactement, $e^{\frac{3m}{\pi}}$ et $e^{-\frac{9m}{2\pi}}$), et l'on peut, en admettant que l'état physique du Soleil ne soit pas sensiblement modifié dans l'intervalle de temps que l'on considère, écrire

$$M = x e^m + y e^{-\frac{m}{2}},$$

équations où x et y sont des fonctions de m qu'il est permis, entre certaines limites d'approximation, de remplacer par des constantes.

» Cela posé, deux cas essentiellement différents se présentent, selon que l'un ou l'autre des rapports $\frac{y}{x}, \frac{x}{y}$ est nul ou tout au moins négligeable.

Dans le premier cas :

» *Les logarithmes hyperboliques des masses forment une progression arithmétique, dont la raison est l'unité.*

» Dans le second cas :

» *Les logarithmes hyperboliques des masses forment une progression arithmétique, dont la raison est $-\frac{3}{2}$.*

» La première de ces lois se vérifie pour les grosses planètes. Toutefois il existe, en ce qui concerne Uranus, une anomalie analogue à celle que présente, en un point voisin du centre de l'anneau, la distribution des planètes du groupe de Cérés. Ces anomalies s'expliquent l'une et l'autre par les mêmes considérations, le potentiel qui donne naissance à une planète influant à la fois sur la distance à laquelle se consolide le noyau de cette planète et sur sa masse, de telle sorte qu'à un accroissement de cette distance correspond une diminution de la masse, la compensation s'établissant conformément au principe de l'invariabilité du travail réalisé. [La distance d'Uranus au Soleil dépasse d'un douzième celle que lui assignerait la formule empirique $L + \frac{3m}{2\pi} - 0,3 \cos \frac{m\pi}{5} = \text{const.}$ (1).]

» La seconde loi se vérifie pour les petites planètes, en admettant une

(1) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 945.

lacune entre Vénus et Mercure, circonstance qui confirme l'existence de cette lacune, à la place marquée par l'indice 8.

» Le Tableau suivant permet de juger du degré d'approximation de ces deux lois. Le passage de l'une à l'autre s'effectue dans la région qui s'étend entre Mars et Jupiter.

| | M. | log M. | log théorique. |
|------------------|--------|--------|----------------|
| 0. Neptune..... | 16,47 | 2,80 | 2,65 |
| 1. Uranus..... | 13,52 | 2,60 | 3,65 |
| 2. Saturne..... | 91,92 | 4,52 | 4,65 |
| 3. Jupiter... .. | 309,82 | 5,74 | 5,65 |
| 4. » | » | » | » |
| 5. Mars..... | 0,105 | -2,25 | » |
| 6. La Terre..... | 1 | 0 | 0 |
| 7. Vénus..... | 0,787 | -1,63 | -1,50 |
| 8. » | » | » | » |
| 9. Mercure..... | 0,061 | -4,18 | -4,50 |

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Résumé des observations solaires faites à l'observatoire royal du Collège romain pendant le deuxième semestre 1897; par M. P. TACCHINI.*

« Rome, 30 janvier 1898.

» Voici les résultats, pour les taches et les facules :

| 1897. | Nombre de jours d'observation. | Fréquence relative | | Grandeur relative | | Nombre des groupes de taches par jour. |
|--------------|--------------------------------------|--------------------|---------------------------|-------------------|-----------------|---|
| | | des taches. | des jours sans taches. | des taches. | des facules. | |
| Juillet..... | 31 | 8,16 | 0,00 | 31,3 | 66, F | 2,5 |
| Août..... | 28 | 6,42 | 0,00 | 31,1 | 73,8 | 1,6 |
| Septembre... | 28 | 19,43 | 0,00 | 43,9 | 65,4 | 4,7 |
| Octobre..... | 27 | 3,82 | 0,22 | 5,6 | 23,1 | 1,8 |
| Novembre... | 22 | 2,05 | 0,50 | 4,1 | 73,1 | 0,5 |
| Décembre.... | 21 | 8,71 | 0,05 | 42,7 | 75,0 | 2,1 |

» Le phénomène des taches solaires a continué à diminuer, surtout quant à l'extension, et l'on doit remarquer le fait d'un *minimum* aussi fort, en octobre et novembre, après le *maximum* de septembre; une fluctuation semblable se trouve dans la série précédente, pour les mois d'avril, mai et juin.

» Pour les protubérances, nous avons obtenu les résultats suivants :

| 1897. | Nombre de jours d'observation. | Protubérances. | | |
|----------------|--------------------------------------|------------------|---------------------|-----------------------|
| | | Nombre moyen. | Hauteur moyenne. | Extension moyenne. |
| Juillet..... | 30 | 2,57 | 29,9 | 1,1 |
| Août..... | 27 | 3,96 | 36,1 | 1,5 |
| Septembre..... | 26 | 5,23 | 37,2 | 1,3 |
| Octobre..... | 20 | 4,90 | 37,7 | 1,3 |
| Novembre..... | 18 | 4,95 | 39,2 | 1,7 |
| Décembre..... | 17 | 3,00 | 33,0 | 1,3 |

» En comparant ces nombres avec les résultats obtenus pour le premier semestre de l'année, on peut conclure que le phénomène des protubérances s'est conservé presque stationnaire.

» Quant à la distribution en latitude des différents phénomènes, voici les résultats par trimestre et par zones :

| Latitudes. | Protubérances. | |
|------------|---------------------------|---------------------------|
| | 3 ^e trimestre. | 4 ^e trimestre. |
| 90° + 80 | 0,003 | 0,008 |
| 80 + 70 | 0,006 | 0,004 |
| 70 + 60 | 0,000 | 0,020 |
| 60 + 50 | 0,086 | 0,096 |
| 50 + 40 | 0,089 | 0,076 |
| 40 + 30 | 0,027 | 0,044 |
| 30 + 20 | 0,068 | 0,080 |
| 20 + 10 | 0,057 | 0,072 |
| 10 . 0 | 0,054 | 0,048 |
| <hr/> | | |
| 0 — 10 | 0,140 | 0,104 |
| 10 — 20 | 0,128 | 0,120 |
| 20 — 30 | 0,116 | 0,100 |
| 30 — 40 | 0,030 | 0,032 |
| 40 — 50 | 0,097 | 0,044 |
| 50 — 60 | 0,083 | 0,132 |
| 60 — 70 | 0,012 | 0,016 |
| 70 — 80 | 0,006 | 0,004 |
| 80 — 90 | 0,003 | 0,000 |

| Latitudes. | Facules. | |
|------------|---------------------------|---------------------------|
| | 3 ^e trimestre. | 4 ^e trimestre. |
| 50° + 40° | 0,007 | 0,004 |
| 40 + 30 | 0,036 | 0,017 |
| 30 + 20 | 0,080 | 0,054 |
| 20 + 10 | 0,135 | 0,161 |
| 10 . 0 | 0,138 | 0,241 |
| ----- | | |
| 0 — 10 | 0,215 | 0,219 |
| 10 — 20 | 0,236 | 0,128 |
| 20 — 30 | 0,109 | 0,095 |
| 30 — 40 | 0,029 | 0,004 |
| 40 — 50 | 0,015 | 0,001 |

| Latitudes. | Taches. | |
|------------|---------------------------|---------------------------|
| | 3 ^e trimestre. | 4 ^e trimestre. |
| 20° + 10° | 0,104 | 0,162 |
| 10 . 0 | 0,167 | 0,511 |
| ----- | | |
| 0 — 10 | 0,375 | 0,243 |
| 10 — 20 | 0,354 | 0,081 |

» Les protubérances ont continué à se manifester dans presque toutes les zones, avec un maximum de fréquence entre l'équateur et le parallèle de -20° ; mais on doit faire remarquer que deux maxima secondaires se trouvent à la même distance de l'équateur, c'est-à-dire dans les zones ($\pm 40^\circ \pm 60^\circ$). Les taches ont été confinées de l'équateur à $\pm 20^\circ$, comme dans le deuxième trimestre.

» Dans ce semestre, on n'a pas observé d'éruptions solaires, excepté le jour du 23 novembre, au bord ouest, à la latitude $+8^\circ, 2$; on vit apparaître soudainement un jet assez vif, qui arriva à une hauteur de 168" et qui disparut au bout de vingt minutes. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur l'extension du système décimal au jour et au cercle entiers : avantages et procédés pratiques.* Note de M. **J. DE REY-PAILHADE**, présentée par M. A. Cornu.

« Il y a un siècle, les immortels créateurs du Système métrique décimal divisèrent d'une part le jour entier en fractions décimales et d'autre part le quart de cercle en 100 grades. Le peu de temps accordé par la Conven-

tion à l'établissement de cette réforme et son abandon par les gouvernants qui suivirent firent échouer cette heureuse tentative. Cependant le grade a subsisté et son usage se répand de plus en plus.

» Actuellement la Science et la Navigation ont pris des développements si considérables que les propositions de la première Commission du Mètre deviennent insuffisantes : il est indispensable que les mesures du temps concordent exactement avec les mesures angulaires.

» Dans ces conditions, et au point de vue scientifique surtout, une solution paraît s'imposer, comme seule logique et rationnelle. Le jour étant l'unité naturelle de temps, il faut prendre pour unité pratique une fraction décimale de ce jour. J'ai proposé, dès 1893, le centième, que j'appelle *cé* par abréviation, qui vaut $14^m 24^s$, c'est-à-dire presque notre quart d'heure actuel. Il en résulte que l'unité pratique de grandeur angulaire est le centième de cercle, que j'appelle *cir*, valant $3^{\circ} 36'$ ou 4 grades. Ces unités pratiques, *cé* et *cir*, sont subdivisées décimalement en *décicés*, *centicés*, *millicés* et *dimicés*, pour le temps, et en *décicirs*, *centicirs*, *millicirs* et *dimicirs* pour les angles. Dans les calculs, l'unité de temps est indiquée par *cé* et les subdivisions centicés et dimicés par les signes ! et !!. L'unité d'angle, le *cir*, est représenté par la lettre α , qui rappelle la première lettre du mot grec $\alpha\acute{\nu}\lambda\lambda\omicron\varsigma$, et les subdivisions centicirs et dimicirs par $\dot{\alpha}$ et $\ddot{\alpha}$.

» Les avantages d'un pareil système sont immenses. D'abord les nouvelles unités se rapprochent beaucoup des mesures actuellement en usage. Le *cé* vaut presque le quart d'heure, soit $14^m 24^s$, ce qui permet de trouver mentalement et avec rapidité la concordance en *cés* d'un temps exprimé en heures et inversement. Le *décicé* vaut $1^m 24^s,4$ soit $1^m \frac{1}{2}$ environ; enfin le *millicé* est égal à $0^s,864$. Le *millicé*, ou cent-millième de jour, deviendra la nouvelle unité physique de temps et, comme elle diffère peu de la seconde, les coefficients dans lesquels le temps intervient seront peu modifiés. Dans l'ordre des angles, le *cir* est égal à 4 grades, ce qui est très précieux; toutes les nombreuses et belles Tables déjà calculées par le Service géographique de l'armée française serviront par une simple multiplication par 4. Le *centicir* vaut $2' 9'',6$ et le *dimicir* est égal à $1'',296$.

» Le système des *cés* et des *cirs* est celui qui, à nombre égal de chiffres, donne le maximum d'approximation. Ainsi $18^b,9543$ indique le temps à moins de $\frac{0,00005}{24}$ de jour, tandis que $18^{cés},9543$ le donne à moins de $\frac{0,00005}{100}$ de jour.

» Il en est de même pour les angles. L'angle $198^{\circ},9927$ est indiqué à moins de $\frac{0,00005}{360}$ de cercle, tandis que l'angle correspondant $55^{\alpha},27575$ le donne à moins de $\frac{0,00005}{100}$.

» Ce système est le seul permettant d'inscrire, par un seul et même nombre décimal, le temps et la date. Ainsi : novembre 2565^{cés},3 veut dire le 25 novembre à 65^{cés},3. Cette manière, en usage dans la *Connaissance des Temps* pour l'indication de la longitude des principaux observatoires, a été employée déjà plusieurs fois, notamment par le regretté Tisserand (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 647) et par MM. Aitken et Schæberle, astronomes à l'observatoire Liek (*Bull. Soc. astronomique de France*, année 1897, p. 45). Les astronomes, les navigateurs, les mécaniciens et les commerçants, qui font des calculs embrassant plusieurs jours ou plusieurs circonférences, trouveront d'autant plus d'avantages dans cette notation que les Cartes célestes et géographiques donneront les longitudes en cés ou en cirs sans faire même un changement de place de virgule.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie diverses Tables et un Recueil de formules pratiques pour l'Astronomie, la Géographie, la Mécanique et la Physique, qui forment un ensemble permettant d'employer immédiatement ce système. On y trouvera une grande Table pour transformer rapidement les heures et les degrés, jusqu'au dixième de seconde, au moyen d'une addition de deux nombres ; une Table de réfraction moyenne ; des Tables de conversion du temps sidéral décimal en temps moyen décimal ; des Tables pour passer de la variation horaire sexagésimale à la variation décimale pour 1 cé ; une Table des levers et des couchers du Soleil à Paris, en temps décimal, etc., etc.

» L'adoption du cent-millième de jour ou millicé, pour unité physique de temps, changera peu les coefficients dans lesquels le temps intervient. Les coefficients principaux ont déjà été calculés et figurent dans ce Mémoire. On doit à M. de Mendizabal-Tamborrel une belle Table des logarithmes des fonctions circulaires dans le système décimal du cercle entier à sept et huit décimales, de dimicir en dimicir, soit de 1",296 en 1",296. Les nombreuses Cartes graduées en grades donneront à vue les longitudes et les latitudes en cirs, par une division par 4 ; en tous cas, il suffira d'inscrire les cirs sur la marge pour avoir des Cartes pouvant servir aux partisans de l'un et de l'autre système. Enfin, l'industrie horlogère fabrique couramment des montres à double graduation, à double cadran, des chronomètres décimaux battant deux fois par millicé. Les constructeurs de cercles divisés graduent leurs appareils en cirs aussi facilement qu'en grades. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les fonctions abéliennes singulières.* Note
de M. G. HUMBERT, présentée par M. Jordan.

« J'appelle *fonctions abéliennes singulières* les fonctions quadruplement périodiques de deux variables dont les périodes

$$\begin{array}{cccc} 1 & 0 & a & b \\ 0 & 1 & b & c \end{array}$$

sont liées par une relation de la forme

$$(1) \quad Aa + Bb + Cc + D(b^2 - ac) + E = 0,$$

à coefficients entiers. J'ai énoncé, dans une Note précédente, cette proposition fondamentale que la quantité (toujours positive)

$$\Delta = B^2 - 4AC - 4DE$$

est un invariant pour toutes les transformations du premier ordre, et aussi que si Δ est un carré parfait, $\Delta = n^2$, la courbe de genre deux liée aux fonctions considérées a deux intégrales de première espèce réductibles aux intégrales elliptiques : je complète ce dernier résultat en ajoutant que n est l'ordre de la transformation correspondante.

» Le déterminant Δ étant positif et égal à $4h$ ou à $4h + 1$, ses valeurs les plus simples sont 1, 4, 5, 8 et 9; le cas de $\Delta = 1$ correspond à des fonctions abéliennes dégénérées; $\Delta = 4$ et $\Delta = 9$ donnent deux cas elliptiques bien connus, dont le premier répond à la surface de Kummer dite *tétraédroïde*. Voici comment on peut former *l'équation aux modules* relative aux deux autres cas.

» Soit d'abord $\Delta = 5$. En faisant usage de résultats énoncés dans ma dernière Note, j'établis que la surface de Kummer correspondante admet une cubique gauche, passant par six points doubles, d_1, \dots, d_6 .

» Soient P_1, P_2, \dots, P_6 les traces sur un plan P quelconque des six plans singuliers de la surface qui passent par d_1 : en projetant la cubique sur P , à partir de ce point, on obtient une conique, tangente à la droite P_6 et circonscrite au pentagone $P_1P_2P_3P_4P_5$. Si l'on transforme ce résultat

par polaires réciproques, on établit que la condition nécessaire et suffisante pour que la relation (1) ait lieu, avec $\Delta = 5$, est la suivante :

» *Les six points doubles situés sur une même conique de la surface de Kummer répondant à $\Delta = 5$ sont tels qu'il existe une conique passant par l'un d'eux et inscrite au pentagone formé par les cinq autres.*

» Il est aisé de la traduire analytiquement. On trouve ainsi que le radical $\sqrt{(x - a_1)(x - a_2)(x - a_3)(x - a_4)(x - a_5)}$ conduit à des fonctions abéliennes singulières correspondant au cas de $\Delta = 5$, si l'on a

$$\begin{aligned} & \sqrt{(a_1 - a_3)(a_2 - a_4)(a_2 - a_5)(a_4 - a_5)} \\ & + \sqrt{(a_1 - a_2)(a_3 - a_5)(a_1 - a_5)(a_3 - a_4)} \\ & + \sqrt{(a_1 - a_4)(a_3 - a_2)(a_1 - a_5)(a_3 - a_4)} = 0. \end{aligned}$$

» On a supposé, pour former cette relation, que les sommets du pentagone se suivent dans l'ordre $a_1 a_2 a_3 a_4 a_5$, et que le sixième point double est celui qui correspond à $x = \infty$.

» De là se déduit ce théorème élémentaire, qu'il est intéressant de rattacher aux fonctions abéliennes :

» *Soient $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon, \zeta$ six points d'une conique : s'il existe une conique passant par ζ et inscrite au pentagone dont les sommets successifs sont $\alpha\beta\gamma\delta\varepsilon$, il existera une autre conique passant par α et inscrite au pentagone dont les sommets successifs sont $\zeta\gamma\beta\varepsilon\delta$.*

» Soit maintenant $\Delta = 8$. On établit qu'il y a, sur la surface de Kummer correspondante, une quartique unicursale, ayant pour point double un point double de la surface, et passant par quatre autres points doubles. En projetant à partir du premier, on arrive, comme plus haut, à ce résultat :

» *Les six points doubles situés sur une même conique de la surface de Kummer répondant à $\Delta = 8$ sont tels qu'il existe une conique passant par deux d'entre eux et inscrite au quadrilatère formé par les quatre autres.*

» Analytiquement, on en conclut que le radical

$$\sqrt{x(x - a_1)(x - a_2)(x - a_3)(x - a_4)}$$

conduit à des fonctions abéliennes singulières correspondant au cas de $\Delta = 8$, si l'on a

$$\begin{aligned} & 4a_1 a_2 a_3 a_4 [(a_1 + a_3)(a_2 + a_4) - 2a_1 a_3 - 2a_2 a_4]^2 \\ & - (a_2 - a_4)^2 (a_1 - a_3)^2 (a_1 a_3 + a_2 a_4)^2 = 0. \end{aligned}$$

» On a supposé que les deux points doubles par lesquels passe la conique correspondent à $x = 0$ et $x = \infty$, et que les sommets du quadrilatère se suivent dans l'ordre $a_1 a_2 a_3 a_4$.

» Je rapprocherai de ces résultats une proposition que j'ai établie antérieurement :

» *Pour qu'une surface de Kummer corresponde au cas (elliptique) de $\Delta = 9$, il faut et il suffit que les six points doubles situés sur une même conique soient tels qu'il existe une conique passant par trois d'entre eux et inscrite au triangle formé par les trois autres.*

» Les cas de $\Delta = 5$ et $\Delta = 8$ présentent cette particularité que les formes quadratiques correspondantes, introduites dans ma dernière Note,

$$l^2 - lk - k^2 \quad \text{et} \quad l^2 - 2k^2$$

peuvent représenter le nombre -1 .

» Il en résulte, pour les surfaces de Kummer, des transformations birationnelles qui n'ont pas lieu dans le cas général de la relation (1).

» Ainsi, dans le cas de $\Delta = 5$, c'est-à-dire si $a + b - c = 0$, on a la transformation

$$(2) \quad U = v, \quad V = u + v$$

de déterminant -1 , tandis que les transformations ordinaires sont (à cause d'une propriété de l'équation de Pell) des puissances de la transformation

$$U = u + v, \quad V = u + 2v$$

de déterminant $+1$. D'ailleurs le carré de la première donnant la seconde, toutes les transformations birationnelles sont encore des puissances d'une même transformation (2). On a un résultat analogue pour $\Delta = 8$.

» Si les périodes vérifient deux relations telles que (1), la surface admettra un groupe de transformations dépendant de deux entiers, et elle ne sera pas nécessairement elliptique; mais s'il existe trois relations (1), elle sera elliptique et les modules des deux intégrales elliptiques correspondantes seront des modules de multiplication complexe. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques algorithmes généraux et sur l'itération.* Note de M. LÉMERAY.

« Dans un Mémoire paru dans les *Annales de l'École Normale* en 1885, M. Kœnigs montre que, x étant un point-limite de la substitution $z, \varphi z,$

où φz est supposée holomorphe au voisinage de x et telle que $\varphi'x$ ait un module plus petit que 1, la fonction

$$Bz = \lim \frac{\varphi_p z - x}{[\varphi'x]^p}, \quad \text{pour } p \text{ infini}$$

est solution de l'équation de M. Schröder

$$\Xi \varphi z = a \Xi z$$

et que la fonction

$$bz = \log_a Bz$$

est solution de l'équation d'Abel

$$\xi \varphi z = 1 + \xi z,$$

où ξ est la fonction inconnue; on sait que la résolution de cette équation répond au problème de l'itération.

» Je me place au point de vue qui consiste à considérer les itératives de φz comme fonctions de l'indice d'itération; en posant $\varphi_m z = \Phi(m, z)$; remplaçant z par une valeur initiale arbitraire y_0 et notant l'indice d'itération z au lieu de m , la fonction φz donne naissance à la fonction Φz que l'on peut appeler son *itérée*. Considérons le cas de deux variables α et z , et soit la fonction

$$(1) \quad y = \Phi(\alpha, z; y_0);$$

z est la lettre sur laquelle s'opèrent les substitutions.

» Pour désigner certains algorithmes j'emploierai des termes usuels en y adjoignant une lettre spéciale, le même terme pouvant servir à désigner deux fonctions générales distinctes. Appelons

y la puissance P $z^{\text{ième}}$ de α ,

α la racine R $z^{\text{ième}}$ de y ,

z le logarithme L de y dans le système de base α ;

l'initial y_0 est toujours supposé avoir une valeur déterminée.

» Posons

$$u = \Phi(\alpha, z), \quad v = \Phi(\alpha, z_1),$$

l'initial étant supposé égal à 1. Appelons

produit M de u par v l'expression (1), où y_0 est remplacé par $\Phi(\alpha, z_1)$;

puissance p $m^{\text{ième}}$ de u , le produit M de m termes égaux à u et que je noterai w ;

racine r $m^{\text{ième}}$ de ω , la quantité u ;

logarithme l de ω dans le système de base n la quantité m .

» Or, on a le théorème d'addition

$$\Phi[z, (z + z_1)] = \Phi(z, z; u);$$

on en tire des théorèmes de multiplication, de division de l'argument; et l'on arrive aux propositions suivantes.

» $\Phi(z, mz)$ est la puissance p $m^{\text{ième}}$ de $\Phi(z, z)$;

» $\Phi\left(z, \frac{z}{m}\right)$ est la racine r $m^{\text{ième}}$ de $\Phi(z, z)$; c'est la signification de l'indice d'itération fractionnaire.

» Le logarithme L d'un produit M est la somme des logarithmes L des deux termes; théorème duquel on tire des propriétés dont celles du logarithme ordinaire sont des cas particuliers; on arrive par exemple à celle-ci: la base des puissances P étant toujours z , on peut passer d'un système de logarithmes l à un autre système de logarithmes l' en multipliant ceux du premier système par le rapport des deux logarithmes L des bases du premier et du second système.

» Les propriétés réunies des deux fonctions L et l correspondent à celles du logarithme ordinaire.

» Le logarithme L a encore une propriété qui découle facilement de sa définition, et qui est la suivante: la fonction b de M. Kœnigs est la différence de deux logarithmes L . »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces qui admettent un groupe infini discontinu de transformations birationnelles.* Note de M. P. PAINLEVÉ, présentée par M. Picard.

« Les transformations birationnelles d'une surface algébrique en elle-même forment toujours un groupe. Pour les courbes, ce groupe est ou discontinu et fini, ou continu. En est-il de même pour les surfaces? Autrement dit, *existe-t-il des surfaces algébriques qui admettent une infinité discontinue de transformations birationnelles en elles-mêmes, sans admettre de transformations continues?*

» Cette question vient d'être résolue de la façon la plus élégante par M. Humbert (*Comptes rendus*, 30 janvier 1897), qui a montré incidemment

que certaines surfaces de Kummer non dégénérées admettent, comme groupe de transformations birationnelles, un groupe infini discontinu. Je voudrais former directement ici un exemple plus simple encore qui jouit de la même propriété.

» Il suffit de considérer la surface

$$(S) \quad z^2 = \frac{4x^3 - g_2x - g_3}{4y^3 - g_2y - g_3},$$

où g_2, g_3 sont des constantes numériques. Les coordonnées x, y, z d'un point M de cette surface se laissent mettre sous la forme

$$(1) \quad x = p(u), \quad y = p(v), \quad z = \frac{p'(u)}{p'(v)}.$$

» A un point M de S correspondent deux systèmes (non congruents) de valeurs de (u, v) , à savoir les systèmes (u, v) et $(-u, -v)$. La transformation $u_1 = u + v, v_1 = v$ définit évidemment une transformation birationnelle de S, de même que la transformation $u_2 = u, v_2 = v + u$; la surface S admet donc le groupe infini discontinu de transformations birationnelles défini par les égalités

$$(T) \quad u_1 = mu + nv, \quad v_1 = m'u + n'v \quad (mn' - m'n = \pm 1),$$

m, n, m', n' étant des entiers ⁽¹⁾. Elle renferme, de plus, une infinité discontinue de courbes unicursales Γ [(transformées d'une d'entre elles, soit $u = v$, par les transformations (T)]: le degré de ces courbes dépasse toute limite.

» D'autre part, (S) n'admet pas de transformations birationnelles τ dépendant d'une constante arbitraire. En effet, S est de genre $p = 1$, car elle possède l'intégrale double de première espèce $\iint du dv$; S ne saurait donc contenir une infinité continue d'unicursales; par suite, s'il existait une

(1) La surface S, si g_2, g_3 sont quelconques, admet en outre les transformations birationnelles

$$u_1 = u + \omega, \quad v_1 = v + \omega' \quad \left[\begin{array}{l} \omega = 0, \omega_1, \omega_2, \omega_3 \\ \omega' = 0, \omega_1, \omega_2, \omega_3 \end{array} \right]$$

qui, combinées avec T, épuisent toutes les transformations de S. Si $g_2 = 0$, il faut ajouter aux transformations précédentes les transformations

$$u_1 = \varepsilon u, \quad v_1 = \tau_1 v \quad \left[\begin{array}{l} \varepsilon^3 = 1 \\ \tau_1^3 = 1 \end{array} \right],$$

et, si $g_3 = 0$, les transformations $u = \pm iu_1, v_1 = \pm iv$.

transformation τ , cette transformation *conserverait* chaque unicursale Γ ; mais les courbes que conserve τ sont de degré *limité*. D'où contradiction.

» Le groupe des transformations birationnelles de la surface S en elle-même est donc *infini et discontinu*.

» L'exemple S est le plus simple qu'on puisse former. On obtient des types analogues en posant

$$x = p(u), \quad y = p_1(v), \quad z = \frac{p'(u)}{p_1'(v)},$$

où les fonctions p, p_1 ont un parallélogramme commun de période (non primitif).

» Les surfaces précédentes correspondent birationnellement à une surface de Kummer *dégénérée*. Voici des exemples d'un autre type. Considérons les trois surfaces :

$$(S_1) \left\{ \begin{array}{l} z^3 = \frac{1-x^2}{1-y^2}, \\ \text{ou} \\ x = p'(u), \quad y = p'(v), \quad z = \frac{p(u)}{p(v)} \quad (g_2 = 0, g_3 = 1); \end{array} \right.$$

$$(S_2) \left\{ \begin{array}{l} z^4 = \frac{(1-x^2)}{1-y^2}, \\ \text{ou} \\ x = \operatorname{cn} u \operatorname{dn} u, \quad y = \operatorname{cn} v \operatorname{dn} v, \quad z = \frac{\operatorname{sn} u}{\operatorname{sn} v} \quad (k^2 = -1); \end{array} \right.$$

$$(S_3) \left\{ \begin{array}{l} z^6 = \frac{(x+1)^3 y^2}{x^2 (y+1)^3}, \\ \text{ou} \\ x = 4p^3(u), \quad p = 4p^3(v), \quad z = \frac{p'(u)p(v)}{p(u)p'(v)} \\ (g_2 = 0, g_3 = 1). \end{array} \right.$$

» A chaque point x, y, z de S_1 correspondent les *trois couples* (u, v) , $(\varepsilon u, \varepsilon v)$, $(\varepsilon^2 u, \varepsilon^2 v)$, où ε est racine cubique de l'unité. A chaque point de S_2 correspondent les *quatre couples*

$$(u, v), \quad (iu, iv), \quad (-u, -v) \quad \text{et} \quad (-iu, -iv).$$

Enfin à chaque point de S_3 correspondent les *six couples* (u, v) , $(\varepsilon u, \varepsilon v)$, $(\varepsilon^2 u, \varepsilon^2 v)$, $(-u, -v)$, $(-\varepsilon u, -\varepsilon v)$, $(-\varepsilon^2 u, -\varepsilon^2 v)$. Ces surfaces admet-

tent le groupe infini discontinu de transformations birationnelles définies par (T), sans admettre de transformation continue.

» On est amené ainsi à se poser la question suivante : 1° déterminer toutes les surfaces dont les coordonnées sont des fonctions hyperelliptiques de deux paramètres (u, v) telles qu'à un point de la surface correspondent *plusieurs* couples (u, v) non congruents (ces couples se déduisant d'un d'entre eux par une transformation linéaire); 2° parmi ces surfaces, déterminer celles qui admettent un groupe infini discontinu de transformations birationnelles.

» Si le nombre des couples (u, v) est égal à 2, la surface est une transformée birationnelle d'une surface de Kummer (1). S'il est supérieur à 2, les fonctions hyperelliptiques dégèrent nécessairement en *fonctions elliptiques correspondant aux modules* $(g_2 = 0, g_3 = 1)$ ou $(g_2 = 1, g_3 = 0)$, et les surfaces sont des transformées birationnelles des surfaces S_1, S_2, S_3 ou de surfaces analogues, faciles à énumérer. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Déformation des métaux (essai d'une théorie).*

Note de M. MESNAGER, présentée par M. A. Cornu.

« Lorsque les métaux ferreux subissent une déformation permanente, à la surface apparaissent des rides qui ont été quelquefois désignées sous le nom de *lignes de Luders*. En 1894, M. le chef d'escadron Hartmann constata que le phénomène se produisait avec tous les métaux et établit les lois suivantes :

» 1° *Au moment où la limite d'élasticité est dépassée*, il se produit généralement à la surface deux systèmes de courbes. Les lignes du premier système font avec celles du second des angles constants, *différents d'un droit*, indépendants de la température, mais variables avec la nature du corps. Il peut se produire également un troisième système de lignes, dirigé suivant la bissectrice de l'angle des deux premiers.

» 2° *Au-dessous comme au-dessus de la limite d'élasticité* quand un corps est soumis à des efforts, une attaque par un acide étendu fait apparaître des lignes semblablement disposées et présentant les mêmes angles. Si les efforts cessent, l'attaque par l'acide redevient uniforme.

» 3° Les lignes des deux premiers systèmes sont, dans les cas où il a été

(1) Ce résultat a déjà été obtenu par M. G. Humbert.

possible de le vérifier, bissectées par la direction de la plus grande tension principale et cette loi semble générale (1).

» L'examen des pièces déformées nous a montré que la formation de ces lignes est accompagnée d'un glissement sur des éléments normaux aux surfaces extérieures. Donc, tant au-dessous qu'au-dessus de la limite d'élasticité, la tendance à la déformation par glissement est maxima dans des directions non *perpendiculaires*.

» La résistance tangentielle n'a donc pas la même valeur limite dans toutes les directions à partir d'un point. Car l'effort tangentiel résultant des efforts extérieurs est maximum dans des plans passant par l'axe de l'ellipsoïde des forces (d'élasticité de Lamé) correspondant à l'effort principal moyen et *également inclinés* sur les axes correspondant au plus grand et au plus petit effort.

» D'autre part, la coïncidence constante des directions d'attaque maxima par l'acide avec celles des glissements prouve que cette attaque est maxima là où la différence entre la limite des efforts tangentiels résistants et la résultante tangentielle des efforts extérieurs présentent la plus petite différence.

» Soit l'ellipsoïde de Lamé réduit à une droite représentant une tension positive v_z , φ l'angle de la normale à l'élément considéré avec la direction de cette force; on a pour effort tangentiel sur l'élément $\tau = v_z \sin \varphi \cos \varphi$ et pour effort normal $\nu = v_z \cos^2 \varphi$. Je puis exprimer la résistance tangentielle en fonction de cet effort normal. La condition d'équilibre sera

$$(1) \quad \psi(v_z \cos^2 \varphi) - v_z \sin \varphi \cos \varphi \geq 0,$$

ψ étant une fonction inconnue à déterminer. En égalant à zéro la dérivée dans laquelle on a substitué à φ la valeur φ' du minimum fixe, il vient identiquement

$$\psi' \cos^2 \varphi (v_z \cos^2 \varphi) = -v_z \cot 2\varphi';$$

ce qui exige

$$\psi(v \cos^2 \varphi) = -v_z \cos^2 \varphi \cot 2\varphi' + C.$$

Posant $\cot 2\varphi' = f$ et $C = \pi f$, l'équation (1) devient $(\pi - \nu)f - \tau \geq 0$. π est, selon toute probabilité, la résultante des attractions internes qui applique les deux portions du solide l'une sur l'autre et s'opposent à leur séparation. C'est la résistance à la rupture.

(1) *Comptes rendus*, 5 mars 1894, et brochure. Berger-Levrault et Cie; 1896.

» Dans le cas de compression on trouve même valeur absolue de f .

» D'après ces formules, dans le cas d'une tension uniforme, les normales aux plans de rupture par glissement devraient former autour de la direction de la tension un cône de révolution d'angle au sommet φ' ; dans le cas d'une compression d'angle au sommet $\frac{\pi}{2} - \varphi'$. Les glissements se produisent seulement dans les plans qui en même temps satisfont aux conditions de stabilité minima dans la couche superficielle et à l'intérieur.

» On peut conclure de ces expériences que la limite des efforts tangentiels résistants a , dans les métaux, la même forme que le frottement de glissement extérieur. On peut donc assimiler la résistance au glissement interne à un *frottement*.

» Ces résultats se généralisent facilement pour un ellipsoïde d'élasticité de forme quelconque en le considérant comme formé par la superposition de deux ellipsoïdes réduits à des droites et une sphère. Les glissements doivent se produire dans les plans passant par l'axe correspondant à l'effort moyen et faisant, avec l'axe correspondant à la plus petite tension, l'angle φ' .

» En outre : 1° La rupture par glissement précède toujours la rupture par arrachement, car avec $v_z > v_y > v_x$ on trouve au moment du glissement

$$\pi = \frac{v_z + v_x}{2} + \frac{v_z - v_x}{2} \frac{\sqrt{1+f^2}}{f} \quad \text{toujours} < v_z;$$

» 2° La limite d'élasticité à la compression est à la limite d'élasticité à l'extension dans le rapport $\frac{\sqrt{1+f^2}+f}{\sqrt{1+f^2}-f}$;

» 3° La grandeur de l'axe moyen de l'ellipsoïde d'élasticité est sans influence sur la limite des déformations permanentes;

» 4° On s'explique que le coefficient de contraction latérale, conformément aux déterminations expérimentales, peut dans les solides s'approcher de 0,5, puisqu'il provient en partie de glissements élastiques (les glissements donnent 0,5 puisque le volume ne change pas). Dans la déformation permanente, fréquemment le volume ne change pas.

» Les valeurs du coefficient de frottement interne sont pour les métaux, d'après les expériences de M. Hartmann : pour le ferro-nickel, le zinc, le maillechort, 0,84; pour le platine, l'étain, 0,78; pour l'acier à ressort trempé, 0,73; pour le cuivre rouge, 0,67; pour l'argent, 0,62; pour l'acier à ressort recuit, 0,49; pour le plomb, 0,29. »

PHYSIQUE. — *Mesure directe de la période des oscillations hertziennes.*

Note de M. L. DÉCOMBE (1), présentée par M. Lippmann.

« A cause de son extrême petitesse, la période d'un excitateur électrique a été jusqu'ici regardée comme n'étant pas susceptible de mesure directe. On la déterminait par le calcul au moyen de la formule

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

qui résulte de la théorie de Thomson; on remplaçait C dans cette formule soit par la valeur théorique de la capacité (*excitateur de Hertz*), soit par sa valeur expérimentale déterminée par l'une des méthodes connues, celle de Maxwell par exemple (*excitateur de M. Blondlot*); quant à la self-induction, on la déduisait de la formule de Neumann

$$\int \frac{\cos \varepsilon \, ds \, ds'}{r}.$$

» Il était cependant utile de chercher à obtenir une valeur purement expérimentale de la période.

» Déjà, en 1863, Feddersen (2) avait réussi, en dilatant par la rotation d'un miroir concave l'image de l'étincelle explosive d'une bouteille de Leyde, à mettre en évidence le caractère oscillatoire de la décharge. Les bords de l'image dilatée présentaient des alternances lumineuses très nettes qui correspondaient aux oscillations du courant.

» Le phénomène pouvait être fixé sur une plaque sensible. De l'étendue d'une alternance lumineuse mesurée avec soin on pouvait alors déduire la période de l'oscillation, une fois connues la vitesse de rotation du miroir et sa distance f à la plaque sensible.

» Les oscillations étudiées par Feddersen avaient des périodes comprises entre $\frac{1}{20\,000}$ et $\frac{1}{400\,000}$ de seconde (3). Je me suis proposé d'appliquer la même méthode aux très rapides oscillations découvertes par Hertz en 1887.

» *A priori*, cette application de la méthode du miroir tournant à de si courtes oscillations pouvait paraître présenter de sérieuses difficultés;

(1) Ce Travail a été fait dans la galerie de 60^m du laboratoire des Recherches physiques.

(2) FEDDERSEN, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3^e série, t. LXXIX, p. 178; 1863.

(3) Sauf deux qui avaient respectivement pour valeurs 0^s, 00000240 et 0^s, 00000132.

celles-ci, cependant, ne semblaient pas insurmontables, étant donnés les progrès réalisés depuis Feddersen par la Science photographique. La découverte du gélatinobromure d'argent a permis, en effet, d'obtenir des émulsions d'une sensibilité presque illimitée.

» Ces prévisions ont été confirmées par l'expérience.

» J'ai pu fixer sur la plaque au gélatinobromure des oscillations dont la durée est inférieure à $\frac{1}{5\,000\,000}$ de seconde (1).

» L'objet de la présente Note est de décrire sommairement les conditions d'expérience qui ont permis ce résultat.

» *Principe.* — Pour que le phénomène oscillatoire puisse être analysé par la rotation du miroir, il faut que l'image de l'étincelle se déplace sur la plaque d'une quantité au moins égale à sa propre largeur δ' pendant la durée d'une demi-oscillation.

» La réalisation de cette condition dépend à la fois de la vitesse angulaire ω du miroir et du rapport $\frac{\delta'}{f}$.

» Pour de très courtes oscillations, il faudra prendre ω très grand et $\frac{\delta'}{f}$ très petit.

» On ne peut pas augmenter indéfiniment la vitesse du miroir; la plus grande valeur qu'elle puisse atteindre est déterminée par la résistance mécanique à la rupture des pièces tournantes. Pratiquement, et par mesure de précaution, on donnera à ω une valeur ω_1 sensiblement inférieure à cette valeur critique.

» Pour réduire $\frac{\delta'}{f}$ j'ai employé le dispositif suivant :

» L'étincelle explosive est située dans le plan focal d'une lentille collimatrice de foyer F. Les rayons parallèles qui émanent de cette lentille tombent sur le miroir tournant (qui est concave) et viennent former leur image dans le plan focal de celui-ci.

» Si nous désignons par δ la largeur du trait de feu qui constitue l'étincelle explosive, nous avons

$$(1) \quad \frac{\delta'}{f} = \frac{\delta}{F}.$$

(1) C'est en 1894 que j'ai soumis l'idée de ces expériences à M. le professeur Lippmann; diverses circonstances indépendantes de ma volonté ne m'ont pas permis de les réaliser aussitôt. Je suis donc obligé de signaler deux Travaux parus depuis cette époque et relatifs au même sujet. Le premier, publié en 1895 (*Phil. Mag.*, 5^e série, vol. XL, n° 243), a été exécuté au laboratoire de Physique de Jefferson (Cambridge, U. S.) par MM. John Trowbridge et William Duane, qui ont pu photographier des oscillations du même ordre de grandeur $\left(\frac{1}{5 \times 10^6}\right)$. Le deuxième, effectué par M. Clarence Saunders, au laboratoire de l'Université de Clark, ne comporte que l'étude d'oscillations environ vingt fois moins rapides (*Physical Review*, sept.-oct. 1896).

» On peut toujours prendre F assez grand pour que $\frac{\delta'}{f}$ soit aussi petit que l'on veut, et cela, *sans affaiblir l'intensité lumineuse de l'image*, car si, d'un côté, la quantité de rayons qui contribuent à former cette image est proportionnelle à $\frac{1}{F^2}$, d'un autre côté, sa surface varie proportionnellement au carré de δ' , c'est-à-dire à $\frac{1}{F^2}$, puisque l'on a, à cause de (1),

$$\delta'^2 = \delta^2 f^2 \times \frac{1}{F^2}.$$

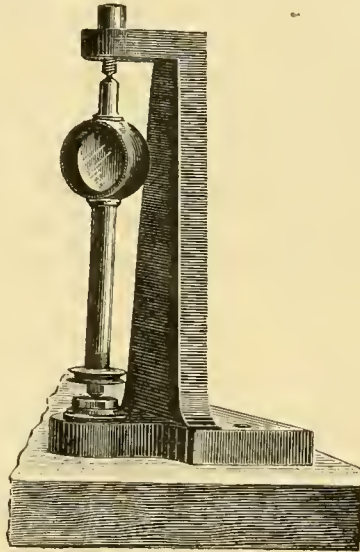
» L'éclairement de l'image par unité de surface est donc indépendant de F .

» On vérifie aussi aisément la proposition suivante :

» On peut, *sans altérer le rapport* $\frac{\delta'}{f}$, rendre l'éclairement de l'image aussi grand qu'on le désire en diminuant suffisamment la distance focale du miroir.

» Ces considérations permettent de fixer les conditions de l'expérience : on prendra une lentille collimatrice d'assez long foyer pour que la dissociation soit possible; en même temps on donnera au miroir une distance focale assez faible pour que l'image de l'étincelle soit capable d'impressionner une plaque sensible.

» *Appareil* (1). — L'appareil tournant dont je me suis servi a été construit par Froment.



» Il est essentiellement formé d'une monture d'acier portée par un axe vertical de même métal.

(1) Cet appareil a été très obligeamment mis à ma disposition par M. Benoist, professeur de Physique au lycée Henri IV.

» Le miroir est en verre épais de 3^{mm} environ ⁽¹⁾. Il est maintenu dans la monture par deux bagues formant écron. Sa face concave est argentée ; l'autre face est plane et recouverte d'un vernis noir. Une petite poulie de laiton, *chaussée* sur l'axe, transmet à celui-ci la rotation qu'elle reçoit.

» La vitesse du miroir, que l'on déduit de la hauteur du *son d'axe*, peut atteindre des valeurs considérables. Elle était généralement comprise entre 400 et 500 tours par seconde.

» Le mouvement était produit par un moteur électrique Limb, à induit denté, d'une puissance nominale de 440 watts et excité en dérivation ⁽²⁾.

» *Résultats*. — Lorsque l'épreuve est bonne et que la période n'est pas trop petite, on peut distinguer très nettement les oscillations à la simple vue. Leur mesure se fait à la machine à diviser.

» Le nombre d'oscillations que présente une seule étincelle dépend, pour une période donnée, de la capacité de l'excitateur. On a pu en compter jusqu'à quatorze dans la même décharge.

» Ces expériences confirment évidemment la théorie de MM. Poincaré et Bjerknæs, d'après laquelle l'excitateur n'émet que des radiations d'une seule longueur d'onde. »

PHYSIQUE. — *Émission de rayons secondaires par l'air sous l'influence des rayons X*. Note de M. G. SAGNAC ⁽³⁾, présentée par M. Lippmann ⁽⁴⁾.

« Les rayons secondaires que j'ai obtenus en transformant les rayons X par l'action de divers corps solides se produisent à la fois dans une couche de matière adjacente à la surface d'entrée des rayons X et dans une seconde couche adjacente à la surface de sortie (*Comptes rendus* du 7 février).

» L'épaisseur de chaque couche active augmente avec la transparence du corps pour les rayons X et pour les rayons secondaires. Restreinte à un demi-micron quand les rayons X sont transformés par l'or, l'épaisseur de chaque couche active est de plus de 1^{mm}, soit au moins deux mille fois plus grande, dans le cas de l'aluminium.

» Enfin, les deux couches actives se prolongent et se recouvrent dans la

⁽¹⁾ Il est dû à l'habileté bien connue de M. Werlein.

⁽²⁾ Ce moteur m'a été gracieusement prêté par MM. Gindre frères et C^{ie}, constructeurs à Lyon.

⁽³⁾ Voir les *Comptes rendus* du 19 juillet, du 26 juillet et du 6 décembre 1897, du 3 janvier et du 7 février 1898.

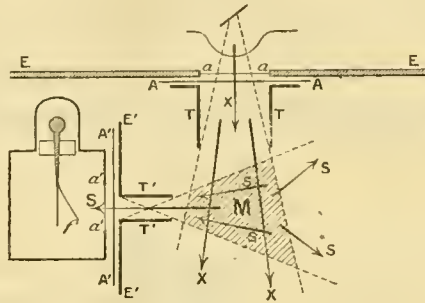
⁽⁴⁾ Travail fait au laboratoire de M. Bouty, à la Sorbonne.

masse entière du corps actif, si celui-ci est d'une très grande transparence. C'est le cas de l'air atmosphérique.

» Dans mes expériences antérieures sur la transformation des rayons X par transmission (*loc. cit.*), le platino-cyanure de baryum, le gélatinobromure d'argent ou l'électroscope décèlent encore une dissémination appréciable des rayons X lorsqu'on éloigne tous les corps ⁽¹⁾ qui disséminaient des rayons derrière l'écran de plomb. Cette action résiduelle est due à l'air.

» En limitant les rayons X par un tube métallique T et en canalisant les rayons disséminés par un second tube opaque T' (*fig. 1*), on constate que la région M de

Fig. 1.



l'atmosphère, vue à la fois de la source de rayons X et de l'intérieur de l'électroscope, est une véritable source qui rayonne en tous sens, par exemple à angle droit des rayons X incidents. On supprime naturellement le phénomène en fermant l'entrée du tube T par un écran susceptible d'arrêter les rayons.

» L'expérience précédente est complètement analogue aux expériences que j'ai antérieurement décrites au sujet des rayons secondaires émis par différents corps solides. Il devient alors extrêmement probable, comme je l'avais annoncé (*Comptes rendus* du 19 juillet 1897), que les différents gaz, et, en particulier, l'air atmosphérique, transforment les rayons X en rayons secondaires d'une nature différente, aussi bien que le font les divers corps solides. La transformation paraît bien moins profonde avec l'air qu'avec le zinc, par exemple. Mais j'ai cependant constaté qu'une même feuille d'aluminium, disposée en AA puis en A'A' de manière à filtrer les rayons X

(¹) Au sujet des deux premiers modes d'action des rayons disséminés par l'air, voir : W.-C. RÖNTGEN, *Sitzungsberichte der Berl. Ak.*, mai 1897; G. SAGNAC, *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 168; P. VILLARD, *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 232.

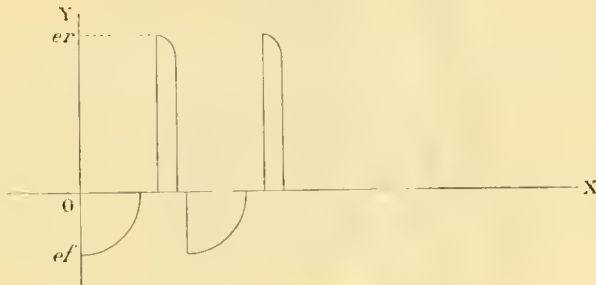
puis les rayons secondaires de l'air, affaiblit davantage la rapidité de décharge de l'électroscope dans le second cas ⁽¹⁾; autrement dit, les rayons secondaires de l'air sont moins pénétrants que les rayons X, dont ils sont la transformation.

» Le phénomène d'émission secondaire de l'air n'est pas analogue à la diffraction de la lumière par la fumée de tabac; mais il est, dans une certaine mesure, comparable à l'émission en tous sens qui prend naissance sur tout le trajet d'un faisceau lumineux dans un liquide qui renferme une petite quantité de fluorescéine ou de toute autre matière lumineuse. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un nouvel interrupteur pour les bobines d'induction.*
Note de M. V. CRÉMIEU, présentée par M. Lippmann.

« Par suite du fonctionnement des interrupteurs usités dans les bobines de Ruhmkorff, les forces électromotrices induites, de sens inverse, ne sont pas égales en valeur absolue; on peut les représenter par la courbe (*fig. 1*)

Fig. 1.



dans laquelle *er* désigne la force électromotrice induite à la rupture du circuit primaire, *ef* celle qui est induite à la fermeture. Cette différence, qui est considérable, présente de nombreux inconvénients pour les usages des bobines d'induction.

» En envoyant dans l'induit un courant alternatif, on peut, pour de très

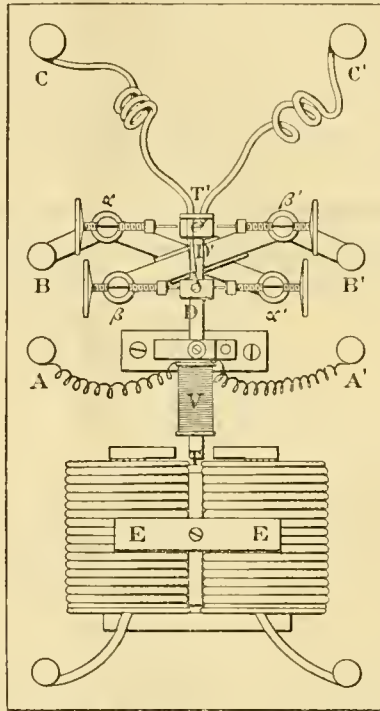
(¹) La figure fait concevoir comment l'incidence moyenne des rayons secondaires sur *A'A'* est rendue voisine de l'incidence moyenne des rayons X sur *AA*. Les rayons secondaires émis par *AA* ne pouvaient pénétrer dans l'électroscope; comme leur action électrique directe est insignifiante vis-à-vis de celle des rayons X, il est invraisemblable qu'ils aient pu se diffuser dans l'air M en quantité appréciable.

faibles voltages, obvier à cet inconvénient; mais ce moyen ne peut plus servir lorsqu'on veut obtenir des étincelles de plusieurs centimètres de longueur.

» J'ai résolu la question au moyen du petit appareil décrit ci-après :

» Un électro-aimant EE' est excité par un courant alternatif (*fig. 2*). Entre ses deux pôles peut osciller l'extrémité d'une tige TT' , mobile en O autour d'un axe perpendiculaire au plan de la figure. La partie OT est en fer doux, la partie OT' en ébonite ou

Fig. 2.

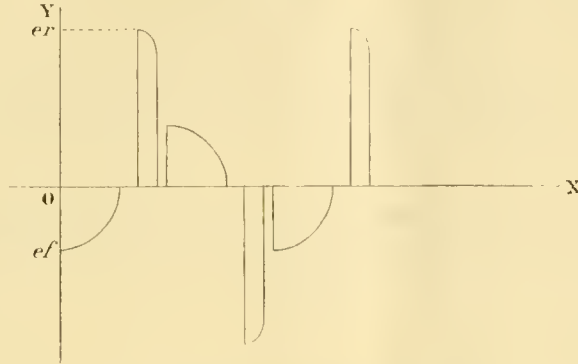


toute autre substance isolante. Sur la partie OT se trouve enroulée une petite bobine V parcourue par un courant continu. Il en résulte en T un pôle magnétique déterminé. Quand le courant alternatif parcourt EE' , la tige T prend, par suite, un mouvement oscillatoire dont la période est égale à celle du courant alternatif. Sur la partie OT' de la tige oscillante, on a fixé deux lames de platine DD' en relation, à l'aide de deux fils flexibles, avec les bornes CC' .

» Pendant le mouvement, les deux lames DD' viennent successivement au contact des bornes $\alpha\beta$ puis $\alpha'\beta'$; celles-ci sont reliées deux à deux avec les bornes BB' d'arrivée du courant inducteur; la disposition de l'appareil montre de suite que si, par exemple, le pôle $+$ du courant est en B , le pôle $-$ en B' , le courant qui circule entre C et C' , par suite des fermetures successives dues au mouvement de la tige, ira alternativement

de C en C' et de C' en C; le sens du courant entre ces deux bornes se trouvera inversé entre deux ruptures successives. On voit, par suite, que les forces électromotrices induites, de sens inverses (*fig. 3*), vont être, à chaque instant, la somme de deux

Fig. 3.



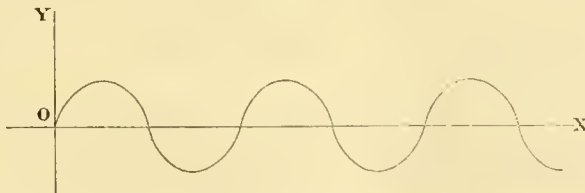
quantités toujours les mêmes, et de même signe. Elles seront donc égales en valeur absolue.

» L'appareil marche très bien. Pour un courant inducteur intense, on plongera les contacts $\alpha\alpha'$, $\beta\beta'$ et la partie OT' de la tige dans un liquide approprié.

» Le seul inconvénient, d'ailleurs facile à prévoir, est une perte d'énergie assez grande; il faut, pour obtenir une même longueur d'étincelles, envoyer dans cet interrupteur un courant de force électromotrice double de celle qui est nécessaire avec un foucault.

» L'appareil est en outre réversible, c'est-à-dire que, si l'on relie les bornes CC' avec les deux pôles du courant alternatif dont une dérivation excite l'aimant EE', on recueille entre les bornes BB' un courant alternatif

Fig. 4.



redressé. Si le courant arrivant en CC' est représenté par la courbe (*fig. 4*), celui recueilli entre BB' sera représenté par la courbe (*fig. 5*).

» Mais il faut éviter que les ruptures successives se produisent au moment où la force électromotrice périodique a sa valeur maximum, ou même une fraction notable de cette valeur.

de ces matières sont, au point de vue fonctionnel, des carbures, d'autres des alcools, des glycols, etc.

» Il est bien rarement possible de connaître le noyau interne de ces composés. Pour la cholestérine $C^{26}H^{44}O$, qui a été l'objet de nombreux travaux, on reste sans renseignements, bien qu'on l'ait regardée pendant un certain temps comme étant de nature terpénique. La carottine $C^{26}H^{38}$, générateur probable des cholestéroïdes végétaux, n'est pas davantage rattachée aux séries connues. Seuls, à notre connaissance, les amyriènes $C^{30}H^{48}$ sont cristallisés, rotatoires et nettement assimilés à des triterpènes.

» En vue d'obtenir des matériaux solides d'origine terpénique démontrée, pouvant conduire à des cholestéroïdes analogues à ceux de la nature, l'un de nous s'est efforcé, il y a quelques années, de purifier le camphène $C^{20}H^{32}$, afin d'obtenir ce carbure même, ou son dérivé par le chlorure de chromyle, sous forme cristallisée. Mais ce diterpène paraît incristallisable en toute circonstance. Plus récemment, la question a été reprise en partant d'une autre source. M. de Montgolfier, par l'action du sodium sur le chlorhydrate de térébenthène (*Annales de Chimie et de Physique*, 5^e série, t. XIX, p. 145), a isolé un hydrure de dicamphène visqueux, mais se rattachant au camphène, qui représente l'état solide parmi les terpènes. Nous sommes parvenus à séparer de ce milieu un carbure *cristallisé* qui n'a pas encore été décrit.

» Les carbures terpéniques cristallisés sont fort rares. Avec le camphène, l'hydrure de camphène de M. de Montgolfier et le nouveau composé solide que nous décrivons dans cette Note, on arrive à former la série de matériaux suivants :



Camphène.



Hydrure de camphène.



Hydrure de dicamphène.

» *Préparation.* — La préparation qui conduit à l'hydrure de dicamphène liquide, par l'action du sodium sur le chlorhydrate de térébenthène, a été exécutée de bien des façons avant qu'il fût possible d'obtenir des résultats constants. Voici dans quelles conditions on obtient de bons rendements :

» Dans 100 parties de chlorhydrate de térébenthène sec, chauffé *seulement* à la température nécessaire pour le fondre, on introduit 15 parties de sodium en une fois et l'on agite fréquemment de façon à granuler le sodium fondu et le mettre ainsi en contact avec le chlorhydrate maintenu liquide. Il importe de conduire cette réaction assez lentement pour éviter toute élévation de température favorable aux polymérisations excessives. En cette observation de la température consiste la meilleure chance de

succès et de rendement. L'action du sodium étant épuisée, au lieu de distiller en présence de sel et d'un peu de sodium, on ajoute de la benzine pour dissoudre les carbures. La solution benzénique est lavée à l'eau, puis distillée.

» Après départ de la benzine, on sépare par le fractionnement environ 45 parties de liquide bouillant entre 150° et 160° et 30 parties passant de 320° à 330°.

» La fraction légère, rendue liquide avec un peu de benzine, est agitée avec de l'acide sulfurique (Montgolfier). Il convient que cet acide soit très riche en anhydride. De la sorte, on détruit mieux les carbures étrangers et l'hydrure de camphène résiste seul. On le lave à la trompe sur coton de verre avec de l'acide sulfurique fumant, puis de l'acide sulfurique jusqu'à décoloration aussi complète que possible, puis enfin on le lave à l'eau.

» On distille et l'on obtient de 15 à 20 pour 100 d'une magnifique substance cristallisée qu'on est surpris de ne pas voir déjà étudiée à propos des diverses questions terpéniques qui se posent.

» Le carbure liquide passant de 320° à 330° a fait le principal objet de notre étude. Après un fractionnement convenable, on arrive à l'avoir sous la forme d'un liquide incolore, non fluorescent, visqueux, passant à 337° (non corr.) : $D_{15} = 0,963$; $\alpha = 46^{\circ} 20'$ sur 0^m, 20. Pouvoir rotatoire :

$$[\alpha]_D = 24^{\circ} 3' ;$$

selon Montgolfier : $21^{\circ} 18'$. Un tel écart peut tenir au degré de pureté ou à un mélange d'isomères dépendant des conditions de formation.

» Notre préparation liquide a été abandonnée quelque temps au froid et nous avons pu obtenir des cristaux. Ceux-ci, que nous gardons comme germes, permettent de transformer rapidement le carbure refroidi dans du chlorure de méthyle jusqu'à concurrence de moitié environ. Les cristaux, essorés à la trompe, sont mis à cristalliser à nouveau dans l'alcool qui les dissout peu à froid et les dépose sous la forme d'octaèdres bien réguliers.

» L'hydrure de dicamphène solide que nous avons découvert cristallise dans le système cubique. Il n'y a pas extinction de lumière polarisée : $D_{15} = 1,001$. Ébullition : 326° - 327° , très fixe (non corr.). Le liquide condensé se prend immédiatement en une masse cireuse fusible à 75° . Le pouvoir rotatoire, mesuré par deux observateurs différents, en solution benzénique, donne les résultats suivants :

$$\begin{array}{llll} P = 3^{\text{gr}}, 500, & \alpha = + 5^{\circ} 25', & l = 0^{\text{m}}, 20, & [\alpha]_D = + 15^{\circ} 27' ; \\ P = 2^{\text{gr}}, 070, & \alpha = + 3^{\circ} 18', & l = 0^{\text{m}}, 20, & [\alpha]_D = + 15^{\circ} 56'. \end{array}$$

» *Analyse* : C = 87,3, H = 12,5.

» Le carbure a donc bien pour formule $C^{26}H^{34}$.

» Dans les corps élevés et non saturés on ne saurait trop rechercher la véritable série génératrice. En effet, $C^{20}H^{34}$ se représente par la formule générale C^nH^{2n-6} . C'est donc à première vue un homologue de la benzène. Ce n'est que par voie de dérivation expérimentale que nous arrivons sûrement à savoir qu'il s'agit d'un terpène, C^nH^{2n-1} . Comme il est hydrogéné et polymérisé, sa situation purement numérique parmi les carbures est comprise entre C^nH^{2n-2} et C^nH^{2n-1} .

» C'est ainsi que bien des principes naturels paraissent être profondément désaturés, alors qu'ils se rapportent en fait à des séries assez simples, et notamment aux terpènes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la cyanamide sur le bromanile en présence de la potasse.* Note de M. H. IMBERT, présentée par M. Friedel.

« La cyanamide en solution alcoolique ou aqueuse ne réagit pas sur le bromanile, même à la température de l'ébullition; mais si dans une solution aqueuse et bouillante de cyanamide, tenant en suspension du bromanile pulvérisé, on ajoute quelques fragments de potasse, le liquide prend une belle coloration verte à reflets jaunes. L'addition d'un acide tel que l'acide chlorhydrique fait virer la coloration au bleu puis au violet.

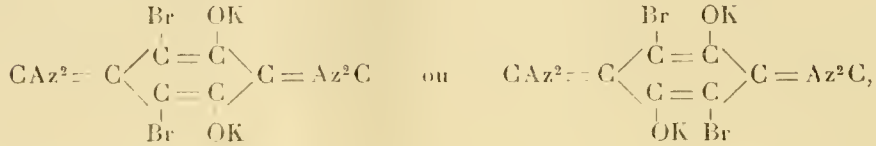
» On peut isoler, avec la plus grande facilité, le produit vert, de la façon suivante :

» A 24^{gr},6 (une molécule) de tétrabromoquinone, finement pulvérisée, on ajoute 8^{gr},4 (deux molécules) de cyanamide dissoute dans 100^{cc} d'eau distillée. On porte à l'ébullition et l'on additionne de petits fragments de potasse en ayant soin qu'il reste toujours un excès de bromanile. Le liquide filtré bouillant se prend par refroidissement en une masse cristalline. Deux ou trois cristallisations dans l'eau distillée bouillante suffisent pour la purification. En opérant avec une quantité d'eau inférieure à celle qui est indiquée, l'addition d'alcali détermine la prise de la substance en une masse cristalline.

» Les cristaux examinés au microscope offrent l'aspect de longues aiguilles semblables entre elles; mais les unes paraissent vertes, les autres brun jaunâtre, probablement par suite d'un phénomène de polychroïsme. Examiné à l'œil nu et en masse, le produit est brun verdâtre à reflets mordorés. Séché dans le vide ou à 105°, il se redissout dans l'eau froide et plus facilement dans l'eau bouillante avec coloration verte. La dessiccation ne paraît donc pas l'altérer. La solution, traitée par une quantité suffisante d'acide chlorhydrique, se colore en violet et, agitée avec de l'éther acétique, communique à celui-ci une belle coloration rouge rubis. L'addition ménagée d'ammoniaque ou d'un alcali fait reparaitre la couleur verte dans la couche aqueuse sous-jacente.

» La liqueur aqueuse, virée au violet par un acide, se décolore sous l'influence de l'acide sulfureux.

» Si l'on admet qu'il s'est formé durant l'opération l'un des corps



la théorie indique qu'il doit contenir

C..... 22,74, Br.... 37,91, Az.... 13,27, K.... 18,48 pour 100.

» Or j'ai trouvé

C..... 22,30, Br... .. 37,40, Az..... 13,91, K..... 18,10.

» De plus, en admettant que le corps $\text{CAz}^2 = \text{C}^6\text{Br}^2(\text{OK})^2 = \text{Az}^2\text{C}$ cristallise avec deux molécules d'eau, la chaleur doit lui faire perdre 7,8 pour 100 de son poids. J'ai trouvé expérimentalement 7,5.

» Le produit cristallisé répond donc à la formule d'une dicyaniminodibromodioxiquinone dipotassique cristallisée avec deux molécules d'eau



» Traitée en solution aqueuse par un acide, elle donne un produit violet qui, sous l'influence de l'acide sulfureux, c'est-à-dire d'un réducteur, se transforme en un leuco-dérivé, réaction analogue à celles que fournissent les auramines.

» Le sel dipotassique fait la double décomposition avec l'azotate d'argent et le chlorure de baryum, donnant un sel d'argent insoluble et un sel de baryum peu soluble.

» Le chloranile m'a donné des résultats analogues.

» D'ailleurs les quinones non substituées se combinent à la cyanamide en solution alcoolique bouillante, et la benzoquinone fournit un produit insoluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool, qui paraît correspondre à la formule d'une dicyaniminobenzoquinone $\text{CAz}^2 = \text{C}^6\text{H}^4 = \text{Az}^2\text{C}$. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur le phosphore organique.*

Note de M. L. JOLLY, présentée par M. Henri Moissan.

« En démontrant, au moyen du réactif molybdique (1), l'union intense des phosphates minéraux avec les éléments histologiques animaux, union qui n'est pas complètement détruite par leur désorganisation, témoin les expériences d'Henninger sur les peptones, celles de Wurtz sur l'albumine, nous nous sommes demandé si l'existence admise encore du phosphore métalloïdique dans une molécule organique, malgré la découverte de l'acide phosphoglycérique dans les lécithines nerveuses, ne serait pas due à cette impossibilité d'éliminer toute trace des phosphates minéraux des substances étudiées.

» Nous avons pensé que le procédé suivant nous permettrait de vérifier s'il existe du phosphore métalloïdique intégré dans une molécule organique des tissus animaux ou des matières albuminoïdes végétales.

» La substance à étudier étant bien homogène de composition, nous la divisons en deux parties égales : la première est desséchée, puis incinérée progressivement sans aller jusqu'à la disparition complète du charbon. Celui-ci, pulvérisé, est épuisé par l'acide chlorhydrique dilué bouillant; l'acide phosphorique est précipité à l'état de phosphate ammoniacomagnésien. Séparé par filtration, ce précipité est redissous et l'acide phosphorique est dosé par la solution uranique.

» La seconde partie est oxydée à chaud par un grand excès d'acide nitrique pur jusqu'à décoloration complète de la masse. Vers la fin, on ajoute quelques grammes de nitrate de potasse pur, afin que l'oxydation soit parfaite. La masse, desséchée, puis calcinée, est traitée comme nous venons de le dire.

» La différence entre les deux quantités d'acide phosphorique trouvées à l'analyse permettra de déterminer le phosphore organique.

» Sachant que les phosphates minéraux calcinés en présence du charbon perdent une partie de leur acide phosphorique qui, d'abord transformé en phosphure métallique, disparaît ensuite à l'état de phosphure d'hydrogène, quand la masse calcinée est traitée par l'acide chlorhydrique pour séparer les phosphates, nous avons fait les expériences suivantes :

(1) *Comptes rendus*, 11 octobre 1897.

» 1^o 20^{gr} de légumine sèche ont été calcinés sans aucune addition; nous avons retiré :

Acide phosphorique..... 0,090

» 2^o 20^{gr} de même substance ont été additionnés de 2^{gr} de bicarbonate de soude pur dissous. La masse est gonflée, sans trace de dissolution après vingt-quatre heures de contact. Séchée, puis calcinée, elle a donné :

Acide phosphorique..... 0,135

» 3^o Une autre quantité égale de légumine a été additionnée de 4^{gr} de soude caustique pure dissoute. Après vingt-quatre heures, la masse est devenue pâteuse, gluante, comme dissoute. Desséchée, puis calcinée, nous trouvons :

Acide phosphorique..... 0,280

» Ces résultats nous indiquent que les substances à étudier doivent être calcinées en présence d'un excès d'alcali caustique.

» 4^o 20^{gr} de légumine sont traités à chaud par un grand excès d'acide nitrique pur jusqu'à décoloration. Vers la fin de l'évaporation effectuée lentement, la masse est additionnée de 4^{gr} de soude caustique, puis desséchée avec grande précaution et enfin calcinée lentement afin d'éviter une déflagration vive avec projection de matière. Le résultat a été :

Acide phosphorique..... 0,280

» Le gluten soumis à deux traitements identiques a fourni les résultats suivants :

1^o 20^{gr} non oxydés renferment : acide phosphorique..... 0,030

2^o 20^{gr} oxydés donnent : acide phosphorique..... 0,030

» Les substances animales qui ont servi à nos analyses ont été empruntées au mouton : cerveau et chair musculaire (gigot).

» Une cervelle de mouton du poids de 110^{gr} a été réduite en pulpe homogène et divisée en deux parties de 50^{gr} chacune.

» La première, additionnée de 4^{gr} de soude caustique, évaporée, puis calcinée, a donné :

Acide phosphorique..... 0,225

» La seconde, traitée par l'acide nitrique et la soude caustique, comme il est dit plus haut, a donné :

Acide phosphorique..... 0,225

» Un fragment de chair musculaire de monton a été haché finement, afin que la masse soit aussi homogène que possible, et divisé en deux parties de 50^{gr} chacune.

La première, calcinée en présence de la soude, donne : acide phosphorique... 0,140

La deuxième, oxydée puis calcinée avec soude, donne : » ... 0,140

» Nous ferons remarquer, en passant, que le cerveau de mouton est presque deux fois plus riche en acide phosphorique que son tissu musculaire.

» Nos analyses ne confirment donc pas l'existence du phosphore métalloïdique non oxydé intégré dans une molécule organique.

» Nous considérons ces recherches comme le corollaire utile de notre précédent travail. Elles nous faciliteront, en outre, la démonstration prochaine que les expériences de MM. Lépine et Aubert, insérées aux *Comptes rendus* en 1884, ne permettent pas d'affirmer qu'il y a élimination par la voie urinaire de phosphore incomplètement oxydé. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Les inhalations de chloroforme déterminent-elles la production d'oxyde de carbone dans le sang?* Note de M. L. DE SAINT-MARTIN.

« Dans une Note récente (1), MM. Degrez et Nicloux ont annoncé que le sang de chiens longtemps maintenus sous le chloroforme, traité par l'acide acétique, dégage de l'oxyde de carbone (environ 5^{cc} par litre). Ils ont conclu à l'existence de ce gaz dans le sang des sujets anesthésiés, et attribué sa formation à la décomposition du chloroforme par les liquides alcalins de l'organisme.

» Je laisse de côté la question de Chimie pure; mais cette conclusion, au point de vue physiologique, m'a paru mériter confirmation. Car, si elle était reconnue exacte, on pourrait justement l'invoquer comme contre-indiquant l'emploi du plus précieux et du plus usité des agents anesthésiques.

» J'ai donc cru devoir reprendre les essais de ces expérimentateurs, mais en substituant, à la méthode indirecte du grisomètre, l'emploi du spectroscope et le dosage direct de l'oxyde de carbone au moyen du chlorure cuivreux. A cet effet, j'ai combiné les deux procédés que j'ai fait précédemment connaître (2) pour la recherche, dans le sang, de traces de gaz rares ou anormaux (oxyde de carbone, hydrogène protocarboné), et

(1) DEGREZ et NICLOUX, *Comptes rendus*, 6 décembre 1897.

(2) L. DE SAINT-MARTIN, *Recherches expérimentales sur la respiration*, p. 270 (Paris, 1893), et *Comptes rendus*, t. CMLX, p. 83.

j'ai fait porter mes expériences non seulement sur le sang d'animaux anesthésiés, mais aussi sur le sang normal.

» Voici la marche suivie dans chacune des expériences ci-dessous relatées :

» 500^{cc} de sang sont introduits dans le ballon-récipient d'une pompe à mercure avec 10^{cc} d'huile, et épuisés, à la température de 45°, des gaz que le vide employé seul peut enlever, d'abord à l'aide de la trompe à eau et finalement en manœuvrant la pompe. Ces gaz ne sont pas recueillis. Quand la pompe ne ramène plus que des traces d'acide carbonique entièrement absorbable par la potasse, on ajoute au sang la moitié de son volume, soit 250^{cc}, d'une solution saturée d'acide tartrique récemment bouillie et bien exempte d'acide sulfurique libre. Puis, au moyen de quelques coups de pompe, on extrait les gaz dégagés par l'action de l'acide sur le sang, et on les rassemble dans une éprouvette pleine de mercure. Pour terminer, on fait passer dans le récipient 5^{cc} d'une solution de carbonate de soude sec à 1 pour 100; les 10^{cc} d'acide carbonique qu'ils renferment sont immédiatement mis en liberté, et on les réunit, par un dernier épuisement, aux gaz déjà recueillis.

» On obtient de la sorte dans l'éprouvette 30^{cc} à 40^{cc} de gaz, qu'on soumet successivement à l'action de la potasse qui en absorbe environ les neuf dixièmes, puis de l'hydro-sulfite de soude pour éliminer l'oxygène, s'il en existe. Le résidu, composé d'oxyde de carbone, d'azote et peut-être de traces d'hydrogène et d'hydrogène protocarboné, est d'abord agité avec une dilution de sang de chien à $\frac{1}{75}$ de centimètre cube, qu'on a pris soin de priver de gaz tout en réduisant l'hémoglobine, en la maintenant longtemps à 40° et en la soumettant alternativement, à plusieurs reprises, à l'action du vide et d'un courant d'hydrogène.

» Ces 2^{cc} de sang étendu peuvent absorber au maximum 0^{cc},05 d'oxyde de carbone, et en absorbent en réalité moins de la moitié dans les conditions de l'expérience, l'oxyde de carbone n'existant dans le mélange gazeux qu'en proportion d'un tiers au plus. On sépare la dilution sanguine du résidu gazeux, et on la soumet à l'examen spectroscopique, après addition d'une goutte de sulfhydrate d'ammoniaque, dans une petite cuve close exactement remplie et bien bouchée. L'oxyde de carbone est ensuite dosé dans le mélange gazeux, par absorption au moyen du chlorure cuivreux en solution chlorhydrique.

» Voici les résultats obtenus par cette méthode, chaque expérience ayant toujours porté sur 500^{cc} de sang :

» *Expérience I.* — Chien de 30^{kg}, trachéotomisé, canule dans la trachée, anesthésié avec un mélange titré à 10^{gr} de chloroforme par hectolitre d'air, maintenu ensuite endormi pendant deux heures avec un mélange à 8^{gr} par hectolitre, et sacrifié par hémorragie. Le sang a été recueilli sur de l'oxalate de potasse (1^{gr}) pour empêcher sa coagulation (1).

(1) Qu'il me soit permis d'adresser ici mes remerciements à M. le professeur Dastre,

» La dilution sanguine, agitée avec le résidu gazeux, présentait à un haut degré la réaction spectroscopique de l'oxyde de carbone : les déterminations spectrophotométriques y accusaient 73 pour 100 de l'hémoglobine à l'état oxycarboné.

» Oxyde de carbone dans le gaz restant : 0^{cc},91, soit 1^{cc},82 par litre.

» *Expérience II.* — Sang de bœuf normal, recueilli à l'abattoir, défibriné par battage *en l'absence de toute fumée de tabac.*

» Réaction spectroscopique très nette de l'oxyde de carbone.

» Oxyde de carbone : 0^{cc},4, soit 0^{cc},8 par litre.

» *Expérience III.* — Fort chien, soumis aux inhalations de chloroforme comme dans l'expérience I.

» L'essai spectroscopique n'a pas été pratiqué.

» Le résidu gazeux a fourni 1^{cc},2 d'oxyde de carbone, soit 2^{cc},4 par litre de sang.

» *Expérience IV.* — Sang normal d'un chien de grande taille, exclusivement nourri au lait pendant six jours, quelque peu anémié. (Hémoglobine par litre de sang : 131^{sr}.) Sacrifié par hémorragie.

» La dilution sanguine présente très nettement les caractères spectroscopiques de l'hémoglobine oxycarbonée.

» Oxyde de carbone : 0^{cc},6, soit 1^{cc},2 par litre de sang.

» *Expérience V.* — On fait pénétrer, dans le récipient vidé d'air de la pompe à mercure, 250^{cc} de la solution d'acide tartrique employée pour les expériences précédentes, 10^{cc} d'huile, 2^{sr} d'oxalate neutre de potasse et 20^{cc} de la solution de carbonate de soude à 1 pour 100, et l'on procède à l'épuisement à chaud.

» Les gaz recueillis, traités comme ci-dessus, ne renferment pas trace d'oxyde de carbone.

» Les petites quantités de ce gaz, dosées dans les expériences I à IV, viennent donc bien des échantillons de sang et non des réactifs employés.

» Je passe sous silence quelques autres essais, qui confirment purement et simplement ces résultats.

» *En résumé,* on voit que le sang normal, de même que le sang des animaux soumis aux inhalations de chloroforme, dégage, lorsqu'on le traite dans le vide à 40°, par un acide organique, de petites quantités d'oxyde de carbone, comprises entre 0,08 et 0,2 pour 100. Ce gaz pré-existe-t-il dans le sang? Je ne le pense pas et je crois plutôt qu'il prend naissance par l'action de l'acide sur une substance contenue dans le sang, et cela par un mécanisme analogue à celui qui produit des traces d'oxyde de carbone lors du dosage de l'oxygène au moyen des pyrogallates alcalins.

dans le laboratoire duquel ont été effectuées les vivisections nécessaires à ces expériences.

» Si donc l'expérience de MM. Degrez et Nicloux est parfaitement exacte en elle-même, il ne me paraît pas qu'on puisse accepter la conclusion qu'ils en tirent, et attribuer au chloroforme la singulière propriété de donner naissance, dans le sang, à de l'oxyde de carbone.

» Il reste à trouver, pour remplacer les acides organiques, un réactif capable de dégager l'oxyde de carbone fixé sur l'hémoglobine, mais n'en produisant pas trace quand on le mélange avec le sang normal. J'essaie, dans ce but, la solution concentrée de sulfate ferreux saturée de bioxyde d'azote. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'oxydase du Botrytis cinerea.*

Note de M. J. LABORDE, présentée par M. Duclaux.

« Le *Botrytis cinerea*, vivant en parasite sur le raisin, sécrète, comme je l'ai établi précédemment (1), une oxydase que l'on trouve dans le moût de raisin et dans le vin après fermentation de ce moût; c'est elle qui provoque ensuite essentiellement, dans le vin exposé à l'air, l'altération connue sous le nom de *casse brune*.

» Pour étudier ces questions, il fallait d'abord rechercher une méthode de dosage de l'oxydase. Celle que j'ai trouvée est basée sur la coloration bleue que l'on obtient avec la teinture de gaïac, et sur sa comparaison (au colorimètre Dubosc) avec la même couleur que donne, avec la même teinture, 0^{mg},5 d'iode pour 20^{cc} du mélange; l'intensité de celle-ci étant prise pour unité. A l'aide de cette méthode de dosage, j'ai pu obtenir les résultats qui vont être indiqués.

» Le *Botrytis cinerea* pur, ensemencé sur des raisins blancs stérilisés, envahit d'abord leur pellicule qui brunit complètement au bout de trois à quatre jours, en donnant naissance à quelques fructifications aériennes. La quantité d'oxydase sécrétée est alors de trois unités environ.

» Au bout d'une semaine, lorsque les raisins sont couverts de fructifications abondantes, la proportion d'oxydase s'élève à cinq ou six unités; si l'on prolonge l'action de la moisissure, elle peut atteindre trente unités au moins.

» Dans une Note précédente (2), j'ai indiqué que les solutions d'oxy-

(1) *Comptes rendus*, décembre 1896.

(2) *Comptes rendus*, juillet 1897.

dase perdent graduellement toute activité après absorption d'oxygène de l'air. Cette perte progressive est mise en évidence par les chiffres suivants, obtenus avec un liquide diastasifère exposé à l'air pendant un certain temps et contenant au début 5,5 unités d'oxydase :

| Durée de l'aération. | Oxydase | |
|----------------------------|-----------|---------|
| | restante. | perdue. |
| 2 jours | 3,5 | 2,0 |
| 4 jours | 2,8 | 2,7 |
| 6 jours | 2,4 | 3,1 |
| 12 jours | 0,8 | 4,7 |

» On voit que la destruction de l'oxydase est assez lente; elle est plus grande dans les premiers temps de l'aération que dans les derniers.

» La chaleur, comme on sait, détruit aussi l'oxydase. Un liquide diastatique acide, contenant cinq unités d'oxydase, a été chauffé à des températures croissantes, toutes choses égales d'ailleurs, et, après refroidissement, les divers essais ont donné les chiffres suivants :

| Températures. | Oxydase | |
|---------------|-----------|-----------|
| | restante. | détruite. |
| 60° | 2,30 | 2,70 |
| 65° | 1,50 | 3,50 |
| 70° | 0,90 | 4,10 |
| 75° | 0,75 | 4,25 |
| 80° | 0,45 | 4,55 |
| 85° | néant | 5,00 |

» Même après chauffage à 75° et 80°, il reste encore de l'oxydase active; cependant, l'action sur la couleur du vin rouge de cette oxydase chauffée est beaucoup moins énergique que celle d'une quantité correspondante d'oxydase fraîche.

» En étudiant les variations de l'oxydase dans la fermentation du moût de raisins moisis, j'ai trouvé que :

» 1° La quantité d'oxydase qui reste, toujours plus faible que la quantité initiale, dépend de la durée de la fermentation; elle est plus grande avec les levures plus actives qu'avec les levures moins actives. Ainsi, la fermentation ayant duré dix jours avec les premières et quinze jours avec les secondes, il restait respectivement 50 et 35 pour 100 de la quantité initiale d'oxydase;

» 2° Les températures habituelles de la fermentation n'ont pas d'influence; à 25° et à 36°, la perte d'oxydase a été la même;

» 3° Les ferments de maladie du vin, qui peuvent se développer en même temps que les levures, ne paraissent pas agir sur l'oxydase. Les résultats ont été les mêmes qu'avec les levures pures, bien que ces ferments se fussent multipliés suffisamment pour produire 2^{es}, 5 d'acidité volatile par litre dans un essai, et 3^{es}, 2 dans un autre.

» Si, au lieu de se trouver dans les conditions de la fermentation des vins blancs, comme dans les expériences ci-dessus, on se place dans celles de la fermentation des vins rouges, on observe que la proportion d'oxydase restante est plus grande; il peut en rester, par exemple, 80 pour 100 de la quantité initiale. Cela s'explique, si l'on considère que, dans ces conditions, l'aération du liquide est plus faible, grâce à la formation du chapeau, et qu'une certaine quantité d'oxydase qui n'existait pas dans le moût au début, s'y est diffusée, pendant la fermentation des cellules de la moisissure portée par les raisins.

» Les résultats précédents ne peuvent avoir d'intérêt pratique que si l'on connaît les effets de la quantité d'oxydase prise pour unité. En mélangeant, à un vin rouge stérilisé, un volume convenable d'une solution d'oxydase de richesse connue, et en exposant ensuite ce vin à l'air pendant un temps suffisant, on a trouvé que la quantité de matière colorante précipitée par l'unité d'oxydase est voisine de 1^{er} par litre. Mais l'action de l'oxydase ne se borne pas là: la couleur non précipitée est complètement jaunie, le vin peut être considéré comme perdu.

» En somme, on voit combien sont dangereux les effets du *Botrytis cinerea* qui a envahi une récolte; si, au moment des vendanges, on a $\frac{1}{3}$ de cette récolte atteint de pourriture grise, même peu développée, il peut exister dans le vin une quantité d'oxydase assez grande pour le faire casser complètement. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Tuberculose et pseudo-tuberculoses*. Note de MM. BATAILLON et TERRE, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Nous avons décrit précédemment, chez l'animal à sang froid, une forme spéciale de tuberculose, évoluant dans de larges limites de température (1); puis nous avons indiqué que la tuberculose humaine ou aviaire,

(1) BATAILLON, DUBARD et TERRE, *Un nouveau type de tuberculose* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 14 mai 1897).

après passage sur la grenouille ou sur la carpe, fournit des cultures analogues (1). Les expériences ont été multipliées jusqu'à la fin d'août, et quinze fois l'humaine et l'aviaire nous ont donné les mêmes résultats. A cette époque, les irrégularités nous ont paru explicables par des formes plus profondément modifiées, douées d'une grande puissance végétative, envahissant les milieux de la culture.

» Ces formes nous semblent actuellement rentrer dans le même cycle évolutif. Et, pour nos études ultérieures, il est indispensable de donner à chacune d'elles une étiquette commode. Appelons donc A le type bacillaire de Koch et B la forme que nous avons décrite en mai, adoptée aux températures basses.

» Une troisième forme fut tirée de l'humaine, le 12 août, après un passage de trois jours sur la grenouille. Les cultures crémeuses sur les milieux solides évoluent très rapidement entre 12° et 48° en milieux liquides. C'est un bacille ayant la réaction Koch-Ehrlich et se distinguant nettement de notre type B par trois points : les cultures ont un aspect tout différent, elles se développent facilement aux températures élevées, elles troublent le bouillon ordinaire. Ce type, dont la plasticité est grande et sera marquée ultérieurement, occupe-t-il une place intermédiaire entre A et B? Des reports dans les sacs lymphatiques dorsaux de la grenouille nous ont donné, contrairement à notre attente, une forme nouvelle.

» Les colonies sont brunâtres sur pomme de terre; sur les autres milieux, elles ne diffèrent guère des précédentes, et, comme ces dernières, elles ne liquéfient pas la gélatine. Ce sont des bacilles aréolés avec des points de condensation, et s'il n'y en a qu'un à chaque extrémité, de véritables tonnelets rappelant le type décrit par Courmont en 1887. *Les méthodes d'Ehrlich et de Gram ne les colorent pas.* Mais sur un milieu se desséchant progressivement, sur des tubes de gélatine non capuchonnés, par exemple, on constate, en douze ou quinze jours, l'apparition graduelle d'un voile opaque constitué par des bacilles typiques; même phénomène sur des milieux qui s'épuisent. Les formes primitives semblent sporuler pour fournir ces éléments spéciaux capables de multiplication dans certains milieux; c'est un point que nous réservons pour aujourd'hui. En tout cas, les coupes pratiquées sur nos plaques de gélatine montrent une couche superficielle bien limitée de bacilles colorés par la méthode d'Ehrlich : il n'y en a pas un seul dans la profondeur.

(1) BATAILLON et TERRE, *La forme saprophytique de la tuberculose humaine et de la tuberculose aviaire* (Comptes rendus, 14 juin 1897).

» Voilà deux types nouveaux dérivés de A. Les préparations du premier, tirées de cultures jeunes, ne laissent guère place au doute. Quant au second, il fournit la marque de son origine en développant le voile de formes typiques dont nous avons parlé. Nous appellerons dans l'ordre de description le premier α , le second β , admettant provisoirement la continuité de la série A, α , B, β .

» Mais écartons cet exposé morphologique pour passer à l'expérimentation.

» Nous inoculons à des cobayes la culture décrite tout à l'heure et obtenons irrégulièrement la mort en moins de deux mois avec une magnifique tuberculose de la rate et du foie et quelques grains dans le mésentère. *Impossible de mettre en évidence, dans ces édifications, un seul germe ayant la réaction Koch-Ehrlich.* Mais on trouve en abondance un bacille plus ou moins long, difficilement colorable, avec des points de condensation.

» Une seconde série de cobayes reçoit en injection à la cuisse les tubercules broyés. Les sujets meurent entre le onzième et le vingtième jour avec la rate gonflée, farcie de tubercules, le foie semé de granulations moins abondantes et moins volumineuses. *Pas trace de bacille de Koch.*

» Une troisième série se comporte de même; la mort arrive avant le vingtième jour avec les mêmes édifications. Les mêmes cultures sont isolées dans tous les cas : ce sont des bacilles mobiles rappelant le type de Courmont par bien des points. Pourtant la puissance végétative s'affaiblit rapidement; et, les cultures du premier groupe donnant d'abord sur bouillon un trouble floconneux, les générations ultérieures végètent péniblement et ne troublent plus. Les cultures donnent les mêmes résultats que les produits directs et l'édification ne demande pas plus de cinq jours.

» Les lapins inoculés jusqu'ici sont morts plus ou moins rapidement, très amaigris mais sans tuberculisation des viscères.

» Ainsi le bacille humain transporté sur le cobaye après un court passage sur la grenouille nous a fourni des séries d'animaux tuberculeux ne renfermant pas le bacille de Koch, mais une forme rappelant certains germes de pseudo-tuberculose; jusqu'ici les lapins sont morts sans édification, le bacille inoculé existant en abondance dans le sang et dans les viscères.

» Nous faisons ingérer à des lapins de grandes quantités de nos anciennes cultures B. L'un d'eux meurt au bout de trois mois et demi extrêmement amaigri. Le foie porte quelques granulations et, dans la veine cave dilatée, au niveau des reins, naissent de véritables édifications lardacées intravasculaires. Dans le sang, dans les tubercules, nous trouvons des myriades de bacilles rappelant à première vue ceux décrits au paragraphe précédent; pas un seul bacille de Koch. Le sang de ce lapin est inoculé à une série de cobayes : la mort arrive en moins de cinq jours sans édification avec les mêmes germes dans l'œdème local, le sang, le foie, etc. Les séries ont été multipliées et, jusqu'ici, l'évolution de la maladie n'a pas changé de caractères. Contrairement au cobaye, le

lapin se tuberculise. L'inoculation intravasculaire des cultures jeunes peut entraîner la mort en moins de quinze jours et déjà le foie et la rate sont farcis de tubercules.

» Les cultures isolées diffèrent des précédentes par une puissance végétative extraordinaire qui se maintient à 47°; le trouble du bouillon est beaucoup plus persistant.

» Voilà donc un deuxième groupe de pseudo-tuberculose ayant une autre origine. C'était primitivement un bacille aussi bien et même mieux caractérisé que le précédent comme bacille de Koch. Et cette deuxième série rappelle, à s'y méprendre, le type observé par Courmont au début. Il tuberculise rapidement le lapin; les cultures récentes ne donnent pas d'édification sur le cobaye. Mais cette forme semble très instable puisqu'avec des cultures de quatre jours, à 36°, nous avons tuberculisé également les cobayes et les lapins.

» Ces deux types de pseudo-tuberculose ont leur origine dans deux étapes distinctes et bien définies du cycle dont nous poursuivons l'étude. Entre les animaux qui les ont fournies, il n'y a jamais eu contact. Ajoutons que sur l'organisme le premier type (tiré de α) est assez polymorphe; que ses éléments groupés en amas peuvent rappeler des zooglées; que certains bacilles, allongés et repliés sur eux-mêmes avec leurs points de condensation, font penser aux streptocoques ou aux streptobacilles décrits par d'autres observateurs. Et nous serons conduits à nous demander si l'opinion à laquelle tendaient Malassez et Vignal, dans leur premier Mémoire de 1883, n'était pas fondée. La lacune à combler, c'est le retour à la forme typique Koch-Ehrlich, observée par ces deux auteurs.

» En tout cas, un polymorphisme aussi étendu nous porte à croire qu'avant la découverte de Koch des savants, comme Toussaint et Klebs, ont pu isoler certaines formes du même germe. D'autre part, nos études expérimentales, rapprochées des observations antérieures, nous laissent la conviction que *bien des cas de pseudo-tuberculose sont des tuberculoses vraies*, ayant pour agent l'une des nombreuses formes du bacille de Koch. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Les parasites du cancer et du sarcome (morphologie, répartition)*. Note de M. F.-J. Bosc, présentée par M. Bouchard.

« Des arguments d'ordre clinique, étiologique et expérimental nous permettent de penser que les tumeurs malignes de l'homme, et en parti-

culier le *cancer* (épithéliome, carcinome) et le *sarcome*, ont une origine infectieuse.

» Existe-t-il, dans ces tumeurs, des corps qui se différencient des éléments propres de nos tissus et capables de jouer un rôle pathogène? Plusieurs auteurs ont décrit des formes qu'ils interprètent comme des parasites, mais elles sont très variables et actuellement considérées comme exclusives les unes des autres.

» Nous avons repris cette étude sur un nombre considérable d'épithéliomes, de carcinomes, de sarcomes, mais nous nous sommes gardé de nous baser uniquement, même pour la simple étude morphologique, sur l'examen de coupes histologiques plus ou moins altérées par les réactifs et aux données desquelles on peut toujours opposer des doutes. Toute tumeur a été examinée immédiatement, à l'état frais. L'examen comportait l'étude du suc cancéreux, du raclage de la surface fraîche de section recueilli en des points divers de la tumeur présentant une particularité : points jaunâtres, vermicelles, boyaux remplis de matière cancéreuse ramollie, contenu des kystes, etc. L'examen microscopique en a été fait directement, à une lumière vive, sans coloration d'abord, puis après coloration légère par divers réactifs : picro-carmin, thionine, bleu de Roux, safranine, biondi, liqueur d'Erlich diluée dans la glycérine. Nous avons pu parvenir à conserver des préparations fraîches ainsi préparées à la glycérine avec ou sans fixation préalable par l'acide osmique. Les observations faites sur les tissus frais ont été contrôlées sur des coupes histologiques très nombreuses de fragments très minces fixés dans le formol, le Flemming ou le sublimé à saturation dans l'eau et après des colorations sur lesquelles nous reviendrons plus tard.

» La synthèse des documents fournis par l'examen de très nombreuses tumeurs, et en particulier de trente-deux cas très étudiés, nous amène à cette conclusion qu'il existe dans ces tumeurs *des formations anormales étrangères à nos tissus* pouvant se grouper suivant *cinq types morphologiques* :

» 1° Formes *micrococciques* ou *microbiennes*; 2° *granulations*; 3° formes *cellulaires* de volume très variable, parmi lesquelles des formes *pseudopodiques*; 4° formes *enkystées*; 5° formes *sarcodiques*.

» 1° Les *formes micrococciques ou microbiennes* existent dans toutes les tumeurs que nous avons examinées. Elles y sont les plus abondantes et parfois en nombre tel que chaque cellule en contient une et même plusieurs, jusqu'à quatre, six. Leur volume peut ne pas dépasser celui du plus petit microcoque, ou atteindre celui d'un

gros staphylocoque. Il existe autour de chacune d'elles une petite zone hyaline très réfringente, ressemblant exactement à la capsule qui entoure certains microbes. Parfois une même capsule peut contenir deux petits éléments, de sorte que la figure représente, à s'y tromper, un diplocoque encapsulé. Ces formes microbiennes à l'état frais se colorent facilement, sauf la capsule, qui demeure incolore.

» 2° Les *granulations* ont le même aspect que les formes microbiennes, mais leur volume est plus considérable. Elles sont formées par une petite masse ronde, homogène, brillante, entourée d'une zone hyaline qui peut prendre un très grand développement. Elles sont extrêmement nombreuses.

» 3° Les *formes cellulaires*. Nous les nommons ainsi à cause de leur ressemblance morphologique avec un élément cellulaire. Elles peuvent présenter une structure très complexe. Les plus simples sont formées par une masse homogène nucléée, entourée de sa zone hyaline. D'autres présentent une zone granuleuse au centre ou sur les bords de la masse homogène précédente augmentée de volume; certaines ont un noyau vésiculeux nucléolé et une masse protoplasmique divisée en trois, quatre et cinq zones concentriques d'apparence et de réactions variables. On peut observer des divisions nucléaires dans la masse protoplasmique, des divisions de la masse elle-même en segments nucléés, des divisions en *rosace*, en *marguerite*, ou bien de véritables *morulas*. Les formes *pseudopodiques* sont remarquables par l'étirement de leur protoplasma en prolongements qui peuvent atteindre une grande longueur.

» 4° Les *formes enkystées* sont constatables à l'état frais et sur des coupes. On trouve des kystes parfaits bien isolés, avec leur paroi à double contour remplie de protoplasma granuleux à noyau nucléolé, ou à protoplasma rétracté au centre en forme de sphère. Le kyste peut renfermer deux, quatre, six spores volumineuses ou un grand nombre de microspores.

» Nous avons observé des spores contenant deux *sporozoïtes* (corps en croissant) à gros noyau, enserrant une masse granuleuse de reliquat.

» 5° *Formes sarcodiques*. Dans certaines tumeurs, surtout dans les sarcomes, nous avons trouvé des masses volumineuses de protoplasma à bords pseudopodiques et renfermant des corps qui avaient toute la structure de spores. Ces spores étaient en nombre variable et à des degrés divers de développement dans l'intérieur de la masse sarcodique.

» Toutes ces formes existent dans les épithéliomes, les carcinomes et les sarcomes. Cependant, *les sarcomes contiennent surtout des formes microbiennes et des granulations*; dans certains, même, on ne trouve que ces dernières formes. Ces formes sont isolées ou au nombre de 2, 3, 4 dans une même capsule, comme s'il se faisait un très énergique processus de division directe.

» Ces cinq types d'éléments ont leur *siège*, soit dans le protoplasma de la cellule cancéreuse, soit dans le noyau (rare), soit dans l'intérieur de cellules conjonctives et de *cellules géantes* typiques, pour lesquelles on ne pouvait pas invoquer la coexistence d'une lésion tuberculeuse. Ces élé-

ments peuvent exister *dans les mailles du tissu conjonctif*; c'est ce qui a lieu surtout pour les sarcomes et, dans ce dernier cas, la zone hyaline a des bords irréguliers, arrondis, tandis que, pour les parasitaires intracellulaires, cette zone a une forme géométriquement ronde ou ovale. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Remarques sur les appendices de Bloch chez les Siluroïdes du genre Aspredo*. Note de M. **LÉON VAILLANT**, présentée par M. Émile Blanchard.

« Dans une collection de Poissons du Berbice river (Guyane anglaise), communiquée par le Musée de Leyde au laboratoire d'Ichtyologie du Muséum, se trouvait un exemplaire, en excellent état de conservation, d'un Siluroïde, l'*Aspredo tibicen* C. V., portant à la face ventrale ces appendices fungiformes observés par Bloch pour la première fois.

» M. Günther en faisant connaître un très beau spécimen d'une espèce voisine, l'*Aspredo batrachus* Linné, appartenant au British Museum, a émis l'hypothèse que ces singuliers organes ont pour but de protéger les œufs, lesquels seraient fixés à l'abdomen par suite d'une modification des couches superficielles de celui-ci, devenues spongieuses. L'examen de l'*Aspredo* du Musée de Leyde et de quelques autres spécimens appartenant à nos collections ne paraît pas favorable à cette manière de voir.

» On constate, en premier lieu, que le chapeau des appendices fungiformes, dans les exemplaires bien conservés, porte habituellement des débris membraneux qu'on reconnaît être des fragments de l'enveloppe des œufs, qui seraient donc fixés sur cet épatement et non entre les appendices.

» Ceux-ci, d'autre part, se développent d'abord sous la forme de cupules adhérentes à la peau, c'est-à-dire sessiles. Le pied cylindro-conique, allongé, ne se produit que plus tard. Enfin on trouve, à côté de ces cupules sessiles ou pédonculées, des tiges où l'épatement terminal est remplacé par un simple bouton sphérique très petit; elles représenteraient ces organes en voie de régression.

» L'étude histologique montre d'ailleurs que ces appendices sont une dépendance des téguments et en ont la constitution élémentaire, étant formés à leur partie centrale de fibres conjonctives, lesquelles se montrent d'autant plus serrées, d'autant plus intimement unies, qu'en se rapproche davantage de la surface libre recouverte par les éléments de l'épiderme, cette couche conjonctive représentant le derme.

» On est ainsi conduit à cette conclusion que les œufs se fixent au corps du parent en raison d'une faculté d'adhérence qui leur est propre, comme la chose a lieu, on le sait, chez bon nombre de Poissons. La chose est d'ailleurs mise hors de doute chez les Asprèdes par ce fait que les appendices de Bloch se rencontrent souvent sur la base du pédoncule caudal, sur les nageoires paires, ce qui ne peut évidemment s'expliquer dans l'hypothèse où la paroi abdominale modifiée serait cause efficiente de l'adhérence.

» L'œuf une fois fixé, les tissus sous-jacents se gonfleraient pour lui fournir la cupule d'abord sessile, plus tard pédonculée. A l'extrémité de l'appendice fungiforme restent, quelque temps après l'éclosion, les débris de la coquille; puis le chapeau se rétrécit en bouton, le pied lui-même se rétracte dans le tégument, qui reprend ainsi son aspect primitif.

» Ces observations montrent que ces appendices sont de véritables oophores et non simplement des appareils protecteurs de l'œuf; de plus, en ce qui concerne le fait, universellement admis, de leur existence temporaire, elles précisent la marche du phénomène, ce qui n'avait pu être indiqué jusqu'ici. Il serait désirable que des études, poursuivies sur les *Aspredo* vivants, fissent savoir si l'œuf éclôt sur les cupules encore sessiles, ce qui me paraît le plus probable, car c'était le cas pour beaucoup d'entre elles sur le sujet examiné, ou si le pédoncule peut se produire pendant l'évolution du petit, ce qui fixerait d'une manière plus certaine nos idées sur le mode de réintégration du tégument abdominal. »

ZOOLOGIE. — *Sur la place des Spongiaires dans la classification.*

Note de M. YVES DELAGE, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les caractères sur lesquels on fonde la distinction des groupes zoologiques ne portent point en eux la marque de leur valeur taxonomique. Aussi, toutes les fois que la valeur des caractères distinctifs de deux groupes voisins se rapproche de la limite conventionnelle, trouve-t-on les zoologistes divisés en deux camps, l'un proposant la fusion dans le même groupe, l'autre admettant la séparation en deux groupes distincts : c'est ce qui arrive pour les Éponges par rapport aux Cœlentérés. On est d'accord à considérer les premières comme différant des seconds, en particulier par la possession de choanocytes et la privation de cnidoblastes; mais sont-ce là des caractères de classe ou d'embranchement? Chacun tranche la ques-

tion suivant son goût, et l'accord ne se fait point, parce qu'il n'y a et il ne saurait y avoir de raison péremptoire en faveur de la supériorité de l'une ou de l'autre opinion. Porter la question sur le terrain phylogénétique est une tentative louable dans ses intentions, mais vaine dans ses résultats, parce qu'on ne sait pas, et l'on ne saura peut-être jamais, comment était construit l'ancêtre commun et comment ses descendants ont dérivé de lui. Mais, si l'on venait à découvrir entre les Spongiaires et les Cœlentérés des ressemblances ou des différences extrêmement importantes, la question serait résolue, parce que, sans être mieux en état de définir la limite indéfinissable entre les caractères de classe et ceux d'embranchement, on saurait qu'on est sûrement en deçà ou au delà de cette limite, étant donnée la valeur accordée, d'un consentement unanime, à ces divisions conventionnelles. Or une différence ayant la valeur requise existe entre les Spongiaires et, non seulement les Cœlentérés, mais tous les autres animaux : elle réside dans leur développement.

» Toutes les Éponges présentent à l'état larvaire deux sortes de cellules (1) : des cellules petites, hautes, prismatiques, claires, flagellées, au moyen desquelles elles se meuvent, et des cellules grosses, arrondies, granuleuses, dépourvues de flagellum. Chez les Éponges calcaires, les premières s'invaginent dans les secondes et forment ces sortes d'estomacs intérieurs que l'on appelle les *corbeilles vibratiles*, tandis que les autres forment l'épiderme : aussi avait-on considéré celles-ci comme ectodermiques, celles-là comme endodermiques. Chez les Siliceuses, au contraire, les plus nombreuses de beaucoup, on pensait que ces deux catégories de cellules, qui se retrouvent avec les mêmes caractères, se comportaient d'une manière exactement inverse, formant, les premières l'épiderme, les secondes les corbeilles.

» Dans des recherches publiées de 1890 à 1892, j'ai montré que cette différence n'était pas réelle, que l'on s'était mépris en ce qui concerne les Siliceuses, que chez elles comme chez les Calcaires, les cellules flagellées s'enfoncent dans le corps pour former les corbeilles, tandis que les granuleuses se portent vers la surface pour former l'épiderme et le revêtement des canaux. Ces faits, accueillis d'abord avec incrédulité, ont été, l'un après

(1) Il existe une petite exception, celle des *Oscarella* où il n'y a point de cellules granuleuses. Mais ce n'est pas là un fait contradictoire : c'est un cas de non-différenciation des feuilletts de la larve, la différenciation se faisant plus tard sous l'influence de la situation réciproque des couches après la fixation.

l'autre, confirmés par les embryogénistes et, sauf des divergences de détail qui n'ont point d'influence sur la question actuelle, sont aujourd'hui admis sans conteste et devenus classiques.

» Je n'ai point, à l'époque où je les ai fait connaître, tiré leur conclusion naturelle, parce qu'il existait un groupe d'Éponges, les *Ascetta*, qui, présentant un développement inverse, imposaient une certaine prudence dans la généralisation. Mais un zoologiste anglais, M. Minchin, a récemment entrepris leur étude et, avec une rare perfection de preuves, a montré qu'on s'était trompé aussi au sujet des *Ascetta*, et que ces Éponges entrent dans la règle que j'ai établie pour les Siliceuses.

» Il est permis aujourd'hui de tirer la conclusion de ces travaux.

» Il n'est pas discutable que la couche des cellules flagellées ne soit l'équivalent morphologique du feuillet ectodermique de tous les autres animaux. On l'a de tout temps considéré comme ectodermique chez les Siliceuses (1). Si l'on ignorait le développement des éponges et que l'on présentât aux embryogénistes les larves de ces animaux en les priant de nommer les feuillets et de prédire leur évolution, *il n'en est pas un* qui ne dirait que les cellules flagellées sont l'ectoderme, que les granuleuses sont l'endoderme, et que celles-ci vont s'invaginer dans celles-là.

» L'homologation des feuillets larvaires est donc incontestable et il en résulte que *chez les Spongiaires, seuls parmi tous les êtres, l'invagination normale des feuillets est renversée, l'endoderme se portant à la surface pour former l'épiderme, et l'ectoderme s'enfonçant à l'intérieur pour former les cavités digestives.*

» C'est là, certes, une différence assez grande pour constituer un caractère d'embranchement. Je propose donc d'élever les Spongiaires au rang d'embranchement, en les opposant sous le nom d'*Enantioderma* (έναντιόζ, inverse) aux *Cœlenterata*, sinon même, sous celui d'*Enantiozoa*, à tous les autres animaux, *Protozoa*, *Mesozoa*, *Metazoa*, dont les feuillets, quand ils existent, s'invaginent dans le sens normal.

» Il y aurait bien des choses à ajouter pour éclaircir certains points et réfuter d'avance les objections possibles; mais ce qui précède me semble

(1) Si, chez les Calcaires, on en a jugé autrement, c'est parce que, sachant que les cellules flagellées s'invaginaient et croyant que c'était l'inverse chez les Siliceuses, on préférerait, par une bien fautive appréciation des exigences scientifiques, croire que l'ectoderme s'était déguisé en endoderme et l'endoderme en ectoderme, plutôt que d'admettre un renversement dans le sens de l'invagination normale. ◀

suffisamment légitimer mes conclusions et je réserve ce qui reste à dire pour un travail ultérieur. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De l'influence des rayons X sur la germination.*
 Note de MM. MALDINEY et THOUVENIN ⁽¹⁾, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Nous avons soumis aux rayons X un certain nombre de graines, appartenant aux espèces suivantes : *Convolvulus arvensis*, *Lepidium sativum* et *Panicum miliaceum*.

» Dans chaque expérience, les graines étaient placées sur une bande de tricot de laine, recouverte d'une légère couche de terre maintenue constamment humide; entre le tube producteur des rayons X et les graines sur lesquelles devaient agir ces rayons, était interposée, pour détruire l'influence du champ électrique, une mince lame d'aluminium en communication avec le sol. En outre, pour que les graines témoins fussent exactement dans les mêmes conditions que les autres, sauf l'action des rayons X, elles ont été placées sur le même support au-dessous de la lame d'aluminium, mais soustraites à l'influence des rayons X au moyen d'une épaisse lame de plomb qui les protégeait entièrement. Ces dernières graines se trouvaient donc placées, autant que possible, dans les conditions normales de la végétation.

» Dans chacune des expériences, il y a eu trois graines soumises aux rayons X et trois graines témoins.

» Toutes les expériences ont été faites avec un tube de la maison Chabaud; l'intensité du courant était égale, en moyenne, à 8 ampères; le tube était éloigné des graines de 0^m, 08.

» EXPÉRIENCE I. — *Liseron*. — Les graines ont été mises en expérience le 1^{er} septembre à 10^h du matin et exposées chaque jour, pendant une heure au moins, aux rayons X: le 3 septembre à 8^h du matin, elles avaient germé, et le 7 seulement apparaissaient les germes des graines témoins.

» EXPÉRIENCE II. — *Cresson alénois*. — Expérience commencée le 11 novembre à 3^h du soir, une heure de rayons X; le 12, trois heures; le 13, une heure: ce jour, à 4^h

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de Physique de l'Université de Besançon. Pour plus de détails, voir la *Revue générale de Botanique*, dirigée par M. Gaston Bonnier, t. X, 1898.

du soir, les graines montrent leurs germes, et il faut attendre jusqu'au 17 novembre pour que les graines témoins germent à leur tour.

» Dans deux autres expériences commencées le 3 décembre avec des graines de Millet et de Liseron, les graines de Millet exposées aux rayons X commencent à germer, deux graines le 9 et la troisième le 10 décembre ; les graines de Liseron ont germé le 19.

» Les graines témoins de Millet n'ont germé que le 21 décembre, et celles de Liseron le 24 n'accusaient encore qu'un très léger gonflement.

» On pourrait peut-être nous objecter que les rayons X ont produit une élévation de température dans la terre soumise à leur action, et qu'alors il est tout naturel que les graines semées dans cette terre aient germé avant les graines témoins.

» Mais il n'en est rien : des expériences ayant été faites au moyen d'une paire d'aiguilles thermo-électriques reliées à un galvanomètre Thomson très sensible, aucune différence appréciable de température n'a pu être constatée entre la terre exposée pendant deux heures aux rayons X et celle qui ne l'était pas.

» Il semble donc qu'on peut conclure que les rayons X *hâtent la germination*, tout au moins pour les graines de Liseron, Cresson alénois et Millet.

» En outre, comme les jeunes plantules, au sortir de la graine, offraient la coloration jaune pâle habituelle, on peut en déduire que les rayons X paraissent sans influence pour hâter la formation de la chlorophylle des plantules en germination. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *La mélanose des mandarines.*

Note de M. TRABUT, présentée par M. Guignard.

« Les mandarines sont souvent attaquées par la larve de la mouche *Ceratitis hispanica* ; mais elles présentent aussi une lésion qui a pu être confondue avec la piqûre de cet insecte. Cette lésion est caractérisée par une tache noire à l'extérieur, tache qui forme une dépression irrégulière due à l'atrophie des glandes.

» Quand on enlève la peau ainsi malade, on trouve à la face interne une tache verdâtre, qui s'étend sur le dos des tranches correspondantes ; cette tache a l'apparence du *Penicillium glaucum*. Les tranches ainsi tachées ont un goût très désagréable. Depuis longtemps j'avais noté cette altération ; mais ce n'est que récemment que j'ai pu trouver le parasite bien caractérisé.

» En dépouillant une mandarine tachée, j'ai découvert, à la loupe, des pycnides noires d'un *Septoria* au milieu des taches verdâtres. Ce *Septoria* est évidemment la cause du mal : il détermine la tache verte, pénètre dans le tissu aqueux de la tranche, y fait fermenter le sucre et l'acide citrique et produit le mauvais goût signalé, qui est une altération du parfum spécial à ce fruit.

» Ce *Septoria*, que je désignerai sous le nom de *S. glaucescens*, mérite une étude sérieuse, car il cause dans nos orangeries de vrais dégâts. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherche et dosage rapides du manganèse dans les plantes et les terres végétales par une méthode colorimétrique.* Note de M. P. PICHARD. (Extrait.)

« Lorsque la terre renferme des quantités notables de manganèse, la fusion avec le carbonate alcalin donne une coloration verdâtre, caractéristique, et que confirme la couleur rosée qui se manifeste par l'addition seule d'acide nitrique.

» *Recherche du manganèse dans les terres végétales.* — La terre, séchée et pulvérisée finement, est incinérée, au rouge sombre, dans une petite capsule de platine, puis calcinée avec du carbonate de soude ou de potasse desséché et pulvérisé. On opère sur 0^{gr},5 ou 1^{gr} de terre, suivant que la coloration est plus ou moins foncée après l'incinération; on mélange intimement 2 parties de carbonate alcalin. On détache la masse vitreuse ou opaque qui s'est produite, en ajoutant un peu d'eau acidulée d'acide azotique. On introduit le tout dans un tube d'essai; on ajoute 0^{gr},5 environ de minium ou de bioxyde de plomb. On verse 4^{cc} d'eau, puis 2^{cc} d'acide azotique pur. On chauffe à l'ébullition, sur une lampe à alcool, de manière à réduire le volume liquide à moitié. On laisse déposer les matières insolubles. La liqueur qui surnage est rosée, si la terre renferme des traces de manganèse.

» *Recherche du manganèse dans les matières organiques.* — La matière organique est desséchée, puis moulue finement, incinérée, calcinée avec le carbonate alcalin et traitée comme il a été dit pour la terre végétale. L'incinération doit se faire à une température peu élevée, pour éviter la fusion des cendres qui rendrait l'opération plus longue. Quelques décigrammes de cendres suffiront pour l'essai. La calcination avec le carbonate alcalin se fera au rouge vif.

» *Dosage du manganèse.* — Le principe consiste à transformer le manganèse en permanganate dissous dans un liquide qu'il colore en rose, et à comparer la teinte de la liqueur avec celle d'une liqueur type renfermant un poids connu de manganèse. Les liquides sont placés dans des tubes ou éprouvettes graduées, de même calibre, et additionnés d'eau distillée jusqu'à égalité de teintes. »

GÉOLOGIE. — *Sur le poudingue de l'Amône dans le val Ferret suisse.*

Note de MM. L. DUPARC et F. PEARCE, présentée par M. Fonqué.

« Parmi les formations sédimentaires qui, dans le val Ferret suisse, sont plaquées contre les parois abruptes de porphyres quartzifères qui flanquent la protogine, on trouve un poudingue curieux déjà vu et cité par Favre (1) et Gerlach (2), et dont nous-mêmes avons fait récemment une étude détaillée.

» Ce conglomérat paraît être absolument sporadique. Nous ne l'avons rencontré qu'à l'Amône et à la Maya; cependant, il n'est pas impossible qu'il soit plus étendu, mais alors supprimé par étirement.

» A la Maya, la position stratigraphique de ce poudingue est facile à établir par une coupe faite dans les ravins creusés dans le revêtement sédimentaire par les torrents qui descendent du glacier du mont Dolent. Il repose directement sur les porphyres, et il est surmonté par des schistes argileux noirs, qui ne font, généralement, pas effervescence avec l'acide chlorhydrique. Ces derniers sont un horizon très constant de la bordure sédimentaire du val Ferret; on y a, paraît-il, trouvé des Bélemnites (3); en tous cas, ils sont absolument semblables à ceux décrits par M. Ritter (4) comme étant à la base du Lias. En d'autres endroits, les mêmes schistes reposent sur des quartzites triasiques.

» A l'Amône, le conglomérat, de faible épaisseur, repose également sur le porphyre; on en trouve de nombreux blocs dans les éboulis. En place, on ne peut guère le voir qu'en lambeaux dans le voisinage des galeries qui desservaient jadis les anciennes mines de pyrite. A l'endroit même où on l'observe, il supporte des calcaires spathiques et pyriteux, dans lesquels Greppin a trouvé une faune bajocienne; mais il est vraisemblable que les

(1) FAYRE, *Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse, voisines du mont Blanc*, Vol. III.

(2) GERLACH, *Das Sudwestliche Wallis. Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz*, 9^e livraison.

(3) GRAEFF, *Geologische und petrographische Studien in der Mont-Blanc Gruppe (Berichte der Naturforschenden Gesellschaft; Freiburg i. B., Vol. IX)*.

(4) RITTER, *La bordure sud-ouest du mont Blanc (Bulletin des Services de la Carte géologique de France, n^o 60, t. IX; 1897)*.

schistes noirs de la Maya sont ici localement supprimés. En effet, on trouve des débris de ces mêmes schistes dans les éboulis, et ceux-ci paraissent provenir d'un point inaccessible situé plus haut dans la paroi; ces schistes supporteraient alors les calcaires spathiques à Échinodermes.

» Le conglomérat renferme en abondance des galets parfaitement arrondis, dont la grosseur peut atteindre celle de la tête. Les roches qui forment ces galets appartiennent aux différents types suivants :

» 1^o Des porphyres quartzifères (microgranulites, micropegmatites, porphyres globulaires) identiques à ceux que l'on trouve en place dans les parois qui dominent le val Ferret;

» 2^o Des protogines et des granulites, plus rares déjà, ayant tous les caractères des mêmes roches en place du versant sud-est du massif du mont Blanc;

» 3^o Des amphibolites feldspathisées (pseudosyérites, pseudodiorites), parfaitement semblables à celles que l'on trouve encore aujourd'hui en place et dans les éboulis des parois de la Maya et des Six Nieirs;

» 4^o Des cailloux calcaires.

» Le ciment, qui fait corps intime avec les cailloux, se montre, sous le microscope, formé d'une quantité de très petits galets de porphyre, de plages minuscules de granit et de grains arrondis de quartz et de feldspath; le tout aggloméré par des grains de calcite et par des plages de fluorine. Ce dernier minéral présente parfois de jolies sections carrées à clivages octaédriques, et renferme de nombreuses inclusions. Cette fluorine a été mise en évidence par la méthode de Becke; en utilisant des contacts favorables avec des grains de quartz, l'indice en a été trouvé toujours inférieur à n_p du quartz. Le fluor a été d'ailleurs mis en évidence par les méthodes analytiques ordinaires.

» A notre avis, ce conglomérat doit être rapporté à l'Infralias; nous ne l'avons jamais vu, il est vrai, reposer sur le Trias, mais nous savons qu'il est nettement inférieur aux schistes noirs que l'on considère comme la base du Lias. Ce poudingue nous paraît comparable aux grès singuliers du col du Bonhomme et aux conglomérats qui les accompagnent. Or, l'âge infraliasique de ces derniers a été établi par des fossiles, comme aussi par leur position stratigraphique entre le Trias supérieur et les schistes du Lias inférieur. C'est probablement aussi à la même époque qu'il faut rattacher le conglomérat sporadique de la montagne de la Saxe, intercalé lui aussi entre le Trias et le Lias, et qui renferme également des cailloux de granit associés à des fragments de calcaires dolomitiques.

» Il résulterait de ces considérations qu'à l'époque de l'Infralias le relief du massif du mont Blanc était assez accusé pour permettre la formation de dépôts côtiers, qui lui ont emprunté leurs éléments. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la formation d'anhydrite par calcination du gypse à haute température.* Note de M. A. Lacroix, présentée par M. Michel Lévy.

« Dans une récente Communication (1), j'ai montré que le gypse, chauffé à une température relativement basse, se transforme, en perdant son eau, en un sulfate anhydre de calcium, différant de l'*anhydrite* par ses propriétés cristallographiques et physiques. Dans quelques expériences, effectuées en commençant la déshydratation vers 80° C. et en chauffant ensuite lentement jusqu'à 125°, j'avais obtenu en outre de petites quantités d'un produit hexagonal. De nouvelles expériences, en cours d'exécution, montrent que ce sulfate hexagonal est, lui aussi, anhydre; il se forme encore en même temps que le sulfate triclinique quand on porte immédiatement le gypse à une température de 255° C. et il est alors plus abondant que dans les expériences précédentes, mais je n'ai pu arriver à le préparer seul et à déterminer exactement les conditions de sa formation.

» J'ai cherché à transformer ces deux nouveaux sulfates en anhydrite. Au rouge naissant, ils ne se modifient pas; mais, à partir du rouge cerise, les lames de clivages du gypse déshydraté deviennent moins mates, elles se gondolent et se mettent en poudre cristalline sous la pression du doigt ou par immersion dans l'eau. L'examen d'une lame mince fait voir que le produit a subi un changement d'état: il est entièrement transformé en *anhydrite*; mais, à l'inverse de ce qui s'observe avec les sulfates précédents, cette anhydrite n'est pas orientée sur le gypse primitif: elle constitue une mosaïque de grains xénomorphes, sur lesquels il est facile d'étudier toutes les propriétés optiques caractéristiques de ce minéral.

» Quand le chauffage a eu lieu à l'aide d'une trompe, et que la température a été poussée au voisinage de la température de fusion de l'anhydrite, sans l'atteindre toutefois, le gypse primitif conserve sa forme, les grains d'anhydrite qui le constituent sont de grande taille et riches en inclusions gazeuses; celles-ci sont d'ordinaire disposées parallèlement à l'axe vertical

(1) *Comptes rendus*, 24 janvier 1898.

du gypse [trace du clivage $h^1(100)$], quelle que soit du reste l'orientation des cristaux d'anhydrite qui les renferment.

» Enfin, si la température est portée plus haut, l'anhydrite fond et recristallise en grandes lames (¹, même par un rapide refroidissement.

» L'anhydrite étant relativement peu soluble dans l'eau, on comprend maintenant pourquoi le plâtre cuit à température trop élevée ne fait prise qu'avec une extrême lenteur ou même ne fait pas prise du tout.

» Quand on place dans l'eau un cristal du gypse transformé en sulfate anhydre triclinique, celui-ci s'hydrate rapidement. Le gypse ainsi formé est cristallisé sous forme de petites aiguilles dont l'allongement est parfois parallèle à l'axe vertical du cristal de gypse primitif : il se présente aussi en groupements sphérolitiques. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'origine des nappes de recouvrement de la région de l'Ubaye.*

Note de MM. W. RILIAN et E. HAUG, présentée par M. Michel Lévy.

« Nous avons établi, dans une série de Notes (²), l'existence de masses de recouvrement dans une partie du bassin de la haute Durance et, en particulier, dans les montagnes qui avoisinent l'Ubaye.

» L'étude de ces lambeaux, qui reposent sur un *substratum* plissé et qui forment, des environs du col de Pelouze, limitrophe des Alpes-Maritimes, à la montagne de Piolit, près de Gap (³), en passant par les Siolanes et le Morgon, une suite grandiose de massifs *exotiques*, nous a conduits à distinguer, parmi eux, les témoins de *plusieurs nappes* charriées distinctes et de faciès différent.

(¹) La barytine ($BaSO_4$) et la célestite ($SrSO_4$) recristallisent de la même façon avec grande facilité.

(²) *Comptes rendus Soc. de Stat. de l'Isère*, 14 novembre 1892. — *Comptes rendus*, 31 décembre 1894. — *Esquisse de la structure géologique des environs de Barcelonnette (Basses-Alpes)* (*Annales de l'Université de Grenoble*, 1895). — *Comptes rendus Collab. Serv. Carte géol. de France*, n° 33, p. 122 (1893-94). — *Comptes rendus Collab. Serv. Carte géol. de France*, n° 53, p. 175 (1896). — *Notice géologique sur la vallée de Barcelonnette* [in *Notices sur la haute vallée de l'Ubaye* (avec une Carte schématique) publiées par la Soc. botanique de France, 1897].

(³) HAUG, *Excursion géologique dans la haute vallée du Drac* (*Comptes rendus Séances Soc. géol. de France*, 5 novembre 1894).

» Il nous a été possible de rattacher l'une d'elles, la nappe inférieure de l'Ubaye, à une bande anticlinale qui, de Jausiers au col de Famouras, représente, un peu en arrière des lambeaux de recouvrement, la racine d'une partie de ces lambeaux.

» Mais les plus importantes des masses exotiques, celles de l'Olan, des Siolanes, du Morgon, par exemple, constituant la nappe supérieure de l'Ubaye et caractérisées par le faciès spécial qui affecte le Malm (calcaires blancs récifaux, passant à des calcaires roses bréchoïdes et amygdalaires identiques au *marbre de Guillestre*), ainsi que le Nummulitique (calcaires et grès à *Numm. perforata*), ne peuvent être raisonnablement considérées comme émanées des anticlinaux voisins, et, depuis longtemps déjà, nous avons reconnu leur origine plus lointaine.

» Frappés, d'une part, de l'étrange et profonde dissemblance qu'offrent les terrains constituant ces masses charriées avec les couches de même âge qui forment leur soubassement, et guidés, d'autre part, par la présence du faciès bréchoïde à teinte rosée dans certaines parties de ces lambeaux de recouvrement [Siolanes, Revel (passage de la brèche rose aux calcaires blancs (1), Chabrières)], nous avons fait porter cette année nos recherches sur la région de Montdauphin-Guillestre, où les calcaires roses amygdalaires du Jurassique supérieur forment des affleurements encore *in situ*, bien connus et décrits par Ch. Lory.

» Notre but était de retrouver dans ces parages l'origine de la nappe supérieure de recouvrement de l'Ubaye, dont les fragments de charnières, observables en plusieurs points (notamment à l'Olan), semblent indiquer qu'elle provient du nord-est.

» Cette étude nous a montré que les plis de la bordure orientale du Pelvoux se continuent au sud-ouest de Ville-Vallouise par Freyssinières, Champecella et Réotier, en se *déversant* vers l'ouest-sud-ouest, au point de fournir en avant d'eux des lambeaux de recouvrement (col de Tramouillon) sur le front desquels le Flysch présente des contournements (la Vautisse 3162^m). Ces mêmes plis, jalonnés par des bandes anticlinales de terrain houiller et de quartzites et déviant vers le sud-est, franchissent la Durance près du Plan-de-Phazy (noyau anticlinal granitique), toujours déversés vers l'Embrunais; puis ils se poursuivent sous forme de minces lames anticlinales, disparaissant parfois au milieu des puissants empilements isoclinaux du Flysch, entre la Durance et l'Ubayette. Le faciès du

(1) Voir W. KILIAN, *Comptes rendus*, 21 octobre 1889.

Jurassique supérieur, *calcaires roses amygdalaires*, avec *noyaux de calcaire récifal*, celui du Lias (brèche à rognons de silex) rappellent en maint endroit de cette contrée le faciès des masses exotiques de l'Ubaye (Siolane ronde); toutefois nulle part les grandes masses de calcaires récifaux du Malm et les couches à grandes Nummulites n'ont pu être observées jusqu'à présent. Les anticlinaux de Champecella-Réotier font partie d'un faisceau de plis déversés vers l'ouest, qui comprend également les épais dépôts de Flysch, de Saint-Clément et de Châteauroux, au milieu desquels se montre encore, près de ce dernier village, une lame anticlinale étirée de calcaires triasiques.

» Les plis est-ouest signalés sur le bord méridional du massif du Pelvoux par M. Termier jusque dans le voisinage de Dourmillouze, viennent probablement s'infléchir vers le sud-sud-ouest, parallèlement aux précédents (le massif du Pelvoux se terminant en amygdaloïde, ainsi que l'a indiqué notre confrère), puis se couchent, eux aussi, vers le sud-ouest.

» C'est au faisceau ainsi formé, et à sa continuation vers le sud-est, que nous attribuons la nappe supérieure de charriage de l'Ubaye; l'étude de ce faisceau présente une très grande importance, car c'est à lui seul que peuvent être rapportées les grandes masses exotiques, et cela pour les raisons suivantes :

» *a.* Les plis situés immédiatement à l'est (environs de Guillestre, Escrains, Serenne, Meyronnes) sont déversés *vers l'Italie* et n'ont pu, par conséquent, fournir des masses charriées vers le sud et le sud-ouest, c'est-à-dire *en arrière d'eux*;

» *b.* Les masses exotiques en question ne peuvent être venues de l'ouest, du sud-ouest ou du sud, le faciès des dépôts en place étant *absolument* différent dans ces directions à une grande distance;

» *c.* Il existe, il est vrai, dans les environs de Nice, des calcaires blancs jurassiques et des couches à grandes Nummulites, fort analogues à celles de nos masses exotiques, mais l'éloignement de cette région et la structure des contrées intermédiaires (1) suffisent pour écarter l'hypothèse d'un rapport tectonique quelconque entre les recouvrements de l'Ubaye et les formations du littoral.

» Il est donc très probable que la nappe supérieure de recouvrement de l'Ubaye provient bien des anticlinaux appartenant au faisceau de Réotier, et actuellement laminés au milieu du Flysch qui continue cette zone vers

(1) Décrites récemment en détail par M. L. Bertrand.

Tournoux, Larche et l'Italie. Une suite de dépôts récifaux pendant la période du Malm, un petit géosynclinal à grandes Nummulites pendant l'Éocène, puis de puissants dépôts de Flysch auraient caractérisé cette zone aujourd'hui fortement réduite en largeur par l'acuité des phénomènes de plissement qui lui ont donné sa structure isoclinal. Quant à l'étendue du recouvrement elle devait dépasser 30^{km}.

» En arrière du faisceau de Réotier, une ligne passant par St Crépin, Guillestre, St^e Marie-de-Vars, St Paul et Larche, jalonne un synclinal de part et d'autre duquel le déversement des plis a lieu en sens inverse. Cette ligne n'est pas, ainsi que l'un de nous l'a déjà montré (1), la continuation de l'axe de l'éventail houiller de la Savoie, qu'elle relaye, pour ainsi dire, au point de vue de la symétrie, car cet axe passe par le haut de la vallée de Névache, le col de Granon, Briançon, et laisse à l'ouest le massif de Pierre-Eyraud pour se diriger vers les massifs de Béal-Traversier et de la Purfande, c'est-à-dire bien à l'est du synclinal de Guillestre. »

GÉOLOGIE. — *Sur quelques phénomènes d'érosion et de corrosion fluviales.*

Note de M. JEAN BRUNHES, présentée par M. de Lapparent.

« Un peu en amont de Fribourg (Suisse), au sommet d'un des nombreux méandres de la Sarine, on a construit, de 1870 à 1872, un barrage et créé une chute d'eau dont la force est aujourd'hui exploitée par une usine électrique : c'est le barrage de la Maigrange. On a creusé à la même époque, à travers le promontoire de mollasse qui formait la rive convexe du méandre, un canal de décharge, long de plus de 100^m, très légèrement incliné, et qui se termine par une chute de 9^m. Ce canal est relativement étroit par rapport à la surface du réservoir; les eaux y atteignent souvent la hauteur de 1^m; lors de la crue exceptionnelle du 3 octobre 1888, elles se sont élevées au-dessus de 4^m. Enfin ce canal, dont l'ouverture est de 55^m, va se rétrécissant et n'a que 28^m dans sa partie centrale; on comprend aisément qu'il s'y produise de très nombreux tourbillons.

» Or la mollasse du fond, homogène et tendre, est admirablement faite pour subir toutes les actions d'érosion et de corrosion (2). Au mois

(1) W. KILIAN, *Notes sur l'histoire et la structure des chaînes alpines de la Maurienne, etc.* (Bull. Soc. géol. de France, 3^e série, tome XIX, p. 646; 1891-1892).

(2) En ce qui concerne les actions d'érosion et de corrosion fluviales, j'adopte la

de novembre 1897, une sécheresse exceptionnelle ayant mis à découvert le fond du canal durant une semaine, j'ai pu en étudier de près toutes les formes, qui ont exigé, pour leur formation, le maximum d'un quart de siècle.

» *Écailles*. — Dans la partie supérieure droite, j'ai constaté de grandes écailles demi-circulaires, où les feuillettes des couches de la mollasse ont été relevés par l'eau de telle manière qu'ils paraissent indiquer une forte inclinaison des couches; en réalité, tandis que les strates ont en cet endroit un plongement est-ouest d'ailleurs très léger, les feuillettes des rebords des écailles se trouvent soulevés indistinctement dans toutes les directions : ces formes sont en relation directe avec les courants circulaires que dessinent les eaux, lorsque, dans la partie large du canal, elles vont battre contre la paroi de l'île, pour pénétrer dans la partie plus resserrée du couloir.

» La plus grande de ces écailles est formée de deux écailles qui se font suite et qui se tiennent sur une longueur de 3^m,10; le rayon de la plus petite a 1^m,05; celui de la plus grande, 1^m,30. Entre la partie supérieure du rebord et le centre, la différence de niveau est de 0^m,12; entre la partie supérieure du rebord et son pied, elle est de 0^m,095.

» *Marmites*. — Le fond du lit, surtout au delà du resserrement, est semé de marmites fluviales : j'en ai vidé, mesuré, étudié et photographié un grand nombre. Je résumerai seulement ici mes remarques.

» Les parois ne sont pas verticales; le bord supérieur de la cavité surplombe ordinairement. L'exemple le plus frappant est celui de deux marmites qui, en s'approfondissant, se sont rejointes, le vestige de l'ancienne cloison ne subsistant qu'à la partie supérieure sous la forme d'une languette de mollasse de 0^m,15 de longueur. Rien ne met mieux en évidence le fait suivant : si l'eau est la cause de ces formations, elle n'est pas elle-même l'instrument d'érosion; elle *corrode* à l'aide de la mitraille de galets et de sables qu'elle transporte, et son action, si forte sur toutes les parties avec lesquelles les matériaux sont en contact, est très lente ou insignifiante sur les bords supérieurs.

» Les fonds des marmites affectent deux formes principales, reconnues et décrites par G.-K. Gilbert, dès 1875 (*Wheeler's Report*, p. 73) : le fond des unes est tout simplement concave; les autres se terminent par une

distinction qu'établit A. Penck (*Morphologie der Erdoberfläche*, t. I, p. 311 et suiv.; Stuttgart, 1894).

saillie de forme conique, entourée par une dépression annulaire; dans ce dernier cas, les différents points qui marquent le fond de la dépression ne sont jamais sur un même plan horizontal; la courbe est spiraliforme. Or ces deux types n'en forment qu'un seul et répondent à deux stades de la formation :

» *a.* Lorsqu'une marmite se termine par un petit cône surbaissé, elle doit être regardée comme inachevée : le tourbillon s'est arrêté en plein travail, interrompu qu'il a été, soit par une baisse rapide des eaux, soit par une invasion trop rapide de galets ou de sables qui l'a brusquement paralysé. Tant qu'une marmite est en formation, on reconnaît sur le fond les effets des spirales du tourbillon.

» *b.* Lorsqu'une marmite se termine par un fond concave, c'est qu'elle est achevée ou près de l'être. Une marmite s'achève parce que, le tourbillon demeurant constant, le rayon de giration se réduit de plus en plus avec la profondeur, et parce qu'il arrive un moment où la force centrifuge à l'extrémité inférieure est annihilée : ce moment, d'ailleurs, est souvent hâté par l'accumulation progressive des matériaux dans la marmite, qui meurt ainsi de pléthore et qui ne peut rentrer dans la période d'activité que sous l'action d'un tourbillon plus vigoureux.

» Cette reprise de l'activité n'est d'ailleurs pas un cas exceptionnel, et j'en ai constaté des exemples caractéristiques. Dans l'un d'eux, le premier stade avait donné une marmite qui s'était arrêtée au point où le mouvement giratoire était contrarié par la présence d'un caillou de la mollasse; le deuxième étage a été créé par un second tourbillon, nettement distinct du premier, et de rayon beaucoup plus court.

» Ainsi, dans bien des cas, la marmite adulte paraît s'être formée non en une seule fois, mais par intermittences, en rapport avec les variations de l'activité des tourbillons.

» Quelle que soit cette activité, il y a une limite d'action que les tourbillons ne dépassent pas, de même que l'action érosive des cours d'eau sur le fond a comme limite leur profil d'équilibre.

» La forme-limite perd de plus en plus ces traits distinctifs du premier âge, que la mollasse de la Sarine, tendre et plastique, révèle avec une netteté exceptionnelle; la forme vieille est cylindrique comme un sac et le fond est d'une concavité qui se rapproche plus ou moins de l'horizontalité; bref, les vestiges spiraliformes s'oblitérent de plus en plus: c'est pourquoi dans les régions où ces phénomènes sont de très ancienne date, spéciale-

ment là où ils remontent à la période de la grande extension des glaciers, la forme oblitérée ou vieillie est prédominante.

» De toutes les marmites du canal de décharge, la plus grande est elliptique et a les dimensions suivantes : diamètres SE-NW = 0^m,535 et NE-SW = 0^m,742; profondeur = 1^m,21. Dans une échelle à poissons voisine, aujourd'hui en partie démolie, et qui avait été achevée seulement en 1880, j'ai mesuré une marmite en forme de sac étroit, de 1^m de diamètre et où la distance de l'orifice à la partie supérieure du remplissage de galets était de 3^m,27.

» La présente Communication est surtout déterminée par une double considération : 1^o il est rare que le lit d'un rapide, ayant des dimensions et un débit analogues à ceux du canal de décharge de la Maigrange, et d'autre part établi sur une roche aussi modelable que la mollasse marine, puisse être commodément étudié; 2^o il est rare qu'on puisse attribuer à des phénomènes naturels de cet ordre un âge exact et indiscutable. »

M. L. MAYOU adresse une Note relative à la grande pyramide d'Égypte, considérée comme ayant été, à son origine, un monument géodésique.

(Cette Note sera soumise à l'examen de M. Faye.)

M. D'OCAGNE adresse une nouvelle Note intitulée : « Application aux équations à trois et à quatre variables, de la méthode nomographique la plus générale, résultant de la position relative de deux plans superposés. »

M. P. VALERIO adresse une Note « Sur la loi des erreurs d'observation. »

La séance est levée à 4 heures.

J. B.



Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1^{er} janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : 20 fr. — Départements : 30 fr. — Union postale : 34 fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,

On souscrit, à l'Étranger,

| chez Messieurs : | | chez Messieurs : | | chez Messieurs : | | chez Messieurs : | |
|--------------------------|--|---------------------------|---|-----------------------------|---|--------------------------|--|
| <i>Agen</i> | Ferron frères. | <i>Lorient</i> | { Baumal. M ^{me} Texier. | <i>Amsterdam</i> | { Feikema Caarelsen et C ^{ie} . | <i>Londres</i> | { Dulau. Hachette et C ^{ie} . Nutt. |
| <i>Alger</i> | { Chaix. Jourdan. Ruff. | <i>Lyon</i> | { Bernoux et Cumin. Georg. Côte. Savy. Vitte. | <i>Athènes</i> | Beck. | <i>Luxembourg</i> | { V. Bück. Libr. Gutenberg. Romo y Fussel. Gonzalès e hijos. F. Fé. |
| <i>Amiens</i> | Courtin-Hecquet. | <i>Marseille</i> | Ruat. | <i>Barcelone</i> | Verdaguer. | <i>Madrid</i> | { F. Fé. Bocca frères. Hœpli. |
| <i>Angers</i> | { Germain et Grassin. Lachèse. | <i>Montpellier</i> | { Calas. Coulet. | <i>Berlin</i> | { Asher et C ^{ie} . Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller. | <i>Milan</i> | { Bocca frères. Hœpli. |
| <i>Bayonne</i> | Jérôme. | <i>Moulins</i> | Martial Place. | <i>Berne</i> | Schmid et Francke. | <i>Moscou</i> | Tastevin. |
| <i>Besançon</i> | Jacquard. | <i>Nancy</i> | { Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères. | <i>Bologne</i> | Zauichelli. | <i>Naples</i> | { Prass. Marghieri di Gius. Pellerano. Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. |
| <i>Bordeaux</i> | { Feret. Laurens. Muller (G.). | <i>Nantes</i> | { Loiseau. Veloppé. Barma. | <i>Bruzelles</i> | { Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et C ^{ie} . Sotecheck et C ^o . Muller (Carol). | <i>New-York</i> | { Lemcke et Buchner Rousseau. |
| <i>Bourges</i> | Renaud. | <i>Nice</i> | { Visconti et C ^{ie} . | <i>Budapest</i> | Kilian. | <i>Odessa</i> | Rousseau. |
| <i>Brest</i> | { Derrien. F. Robert. J. Robert. Uzel frères. | <i>Nîmes</i> | Thibaud. | <i>Cambridge</i> | Deighton, Bell et C ^o . | <i>Oxford</i> | Parker et C ^{ie} |
| <i>Caen</i> | Jouan. | <i>Orléans</i> | Luzeray. | <i>Christiania</i> | Cammermeyer. | <i>Palerme</i> | Clausen. |
| <i>Chambery</i> | Perrin. | <i>Poitiers</i> | { Blanchier. Marche. | <i>Constantinople</i> | Otto Keil. | <i>Porto</i> | Magalhães et Moniz. |
| <i>Cherbourg</i> | { Henry. Marguerie. | <i>Rennes</i> | Plibon et Hervé. | <i>Copenhague</i> | Höst et fils. | <i>Prague</i> | Rivnac. |
| <i>Clermont-Ferr...</i> | { Juliot. Ribou-Collay. | <i>Rochefort</i> | Girard (M ^{lle}). | <i>Florence</i> | Seeber. | <i>Rio-Janeiro</i> | Garnier. |
| <i>Dijon</i> | { Lamarche. Ratel. Rey. | <i>Rouen</i> | { Langlois. Lestringant. | <i>Gand</i> | Hoste. | <i>Rome</i> | { Bocca frères. Loescher et C ^{ie} . |
| <i>Douai</i> | { Lauerjat. Degez. | <i>S'-Étienne</i> | Chevalier. | <i>Genève</i> | { Beuf. Cherbuliez. Georg. Stapelmoir. | <i>Rotterdam</i> | { Kramers et fils. Samson et Wallin |
| <i>Grenoble</i> | { Drevet. Gratier et C ^{ie} . | <i>Toulon</i> | { Bastide. Rumèbe. | <i>La Haye</i> | { Belinfante frères. Benda. Payot. | <i>St-Petersbourg</i> .. | { Zinserling. Wolff. |
| <i>La Rochelle</i> | Foucher. | <i>Toulouse</i> | { Gumet. Privat. Boisselier. | <i>Luusanne</i> | { Barth. Brockhaus. Lorentz. | <i>Turin</i> | { Clausen. Rosenberg et Sellier. |
| <i>Le Havre</i> | { Bourdignon. Dombre. | <i>Tours</i> | { Péricat. Suppligeon. | <i>Leipzig</i> | { Max Rübe. Twietmeyer. | <i>Varsovie</i> | Gebethner et Wolff. |
| <i>Lille</i> | { Thorez. Quarré. | <i>Valenciennes</i> | { Giard. Lemaitre. | <i>Liège</i> | { Desoer. Gnusé. | <i>Verone</i> | Drucker. |
| | | | | | | <i>Vienne</i> | { Frick. Gerold et C ^{ie} . |
| | | | | | | <i>Zürich</i> | Meyer et Zeller. |

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

| | | |
|---|-------------------------------|--------|
| Tomes 1 ^{er} 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) | Volume in-4°; 1853. Prix..... | 15 fr. |
| Tomes 32 à 61. — (1 ^{er} Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) | Volume in-4°; 1870. Prix..... | 15 fr. |
| Tomes 62 à 91. — (1 ^{er} Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) | Volume in-4°; 1889. Prix..... | 15 fr. |

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. DERBES et A.-J.-J. SOLIER. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. HANSEN. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. CLAUDE BERNARD. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856. 15 fr.

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. VAN BENEDEN. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur BRONN. In-4°, avec 27 planches; 1861. 15 fr.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 14 février 1898.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

MM. ÉMILE PICARD. — Sur certains exemples singuliers d'approximations successives 497

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. R. SOREL et A. SORET adressent une « Note sur un cas d'éléphantiasis avec troubles nerveux, guéri après applications de rayons X »..... 500

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPETUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Mémoire de M. *Frederico Amodeo*, intitulé : *Curve h-gonali di s^{ima} specie*..... 501
 M. E. ROGER. — Sur les masses des planètes..... 501
 M. P. TACCHINI. — Résumé des observations solaires faites à l'Observatoire royal du Collège romain pendant le deuxième semestre 1897..... 503
 M. J. DE REY-PAILHADE. — Sur l'extension du système décimal au jour et au cercle entiers : avantages et procédés pratiques..... 505
 M. G. HUMBERT. — Sur les fonctions abéliennes singulières..... 508
 M. LÉMERAY. — Sur quelques algorithmes généraux et sur l'itération..... 510
 M. P. PAINLEVÉ. — Sur les surfaces qui admettent un groupe infini discontinu de transformations birationnelles..... 512
 M. MESNAGER. — Déformation des métaux (essai d'une théorie)..... 515
 M. L. DÉCOMBE. — Mesure directe de la période des oscillations hertziennes..... 518
 M. G. SAGNAC. — Émission de rayons secondaires par l'air sous l'influence des rayons X..... 521
 M. V. CRÉMIER. — Sur un nouvel interrupteur pour les bobines d'induction.... 523
 MM. A. ETARD et G. MEKER. — Sur un hydrure de dicamphène cristallisé..... 526
 M. H. IMBERT. — Action de la cyanamide sur le bromure, en présence de la potasse..... 529
 M. L. JOLLY. — Recherches sur le phosphore organique..... 531
 M. L. DE SAINT-MARTIN. — Les inhalations de chloroforme déterminent-elles la production d'oxyde de carbone dans le sang? 533
 M. J. LABORDE. — Sur l'oxydase du *Botrytis cinerea*..... 536

MM. BATAILLON et TERRE. — Tuberculose et pseudo-tuberculosés..... 538
 M. F.-J. BOSCH. — Les parasites du cancer et du sarcome (morphologie, répartition). 541
 M. LÉON VAILLANT. — Remarques sur les appendices de Bloch chez les Siluroïdes du genre *Aspredo*..... 544
 M. YVES DELAGE. — Sur la place des Spongiaires dans la classification..... 545
 MM. MALDINEY et THOUVENIN. — De l'influence des rayons X sur la germination. 548
 M. TRABUT. — La mélanose des mandarines. 549
 M. P. PICHARD. — Recherche et dosage rapides du manganèse dans les plantes et les terres végétales par une méthode colorimétrique..... 550
 MM. DUPARC et F. PEARCE. — Sur le pouddingue de l'Amône dans le val Ferret suisse..... 551
 M. A. LACROIX. — Sur la formation d'anhydride par calcination du gypse à haute température..... 553
 MM. W. KILIAN et E. HAUG. — Sur l'origine des nappes de recouvrement de la région de l'Ubaye..... 554
 M. JEAN BRUNHES. — Sur quelques phénomènes d'érosion et de corrosion fluviales. 557
 M. L. MAYOU adresse une Note relative à la grande pyramide d'Égypte, considérée comme ayant été, à son origine, un monument géodésique..... 560
 M. D'OGAGNE adresse une nouvelle Note intitulée : Application, aux équations à trois et quatre variables, de la méthode nomographique la plus générale, résultant de la position relative de deux plans superposés 560
 M. P. VALERIO adresse une Note « Sur la loi des erreurs d'observation »..... 560

MAR 11 1898

1898

PREMIER SEMESTRE.

3029

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

=====
TOME CXXVI.
=====

N° 8 (21 Février 1898).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
Quai des Grands-Augustins, 55.

1898

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1^{er}. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5^h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

MAR 11 1898

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 FÉVRIER 1898,

PRÉSIDENTE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Actions chimiques exercées par l'effluve électrique. Méthodes*; par M. **BERTHELOT**.

« 1. J'ai fait de nouvelles expériences sur les actions chimiques de l'effluve électrique, et en particulier sur la fixation de l'azote par les composés organiques, questions également intéressantes au point de vue de la Chimie pure et de la Physiologie végétale. Ces expériences font suite à celles que j'ai publiées à plusieurs reprises, depuis quarante années, sur les mêmes sujets, et qui se trouvent résumées dans mon *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 362-400 : expériences qui m'ont conduit à la découverte de la synthèse totale de l'acétylène, de l'acide cyanhydrique, de l'acide persulfurique et congénères, ainsi qu'à celle de la fixation incessante de l'azote libre de l'air, par l'électricité atmosphérique, sur les principes immédiats des végétaux dans leur état naturel.

» Les nouvelles expériences que je vais publier ont pour objet d'approfondir les mécanismes généraux et les conditions spéciales d'exercice des réactions de l'effluve. Leurs applications à la Chimie proprement dite et à celle des êtres vivants constituent une méthode aussi étendue que celle des réactions pyrogénées : il y a là tout un monde de combinaisons, tout un domaine, singulièrement fertile à exploiter.

» Je me suis proposé d'étudier méthodiquement la fixation électrique de l'azote, celles de l'hydrogène, de l'oxyde de carbone et, plus généralement, les transformations des principes organiques isolés, ainsi que leurs actions réciproques.

» Mes expériences sont complètes, dès à présent, sur plus de cent vingt systèmes. Elles m'ont déjà occupé depuis un temps considérable et leur poursuite exigera sans doute un temps plus long encore : je ne saurais même prétendre à épuiser un sujet aussi vaste, mais je tâche d'y définir certaines directions, en vue des recherches de l'avenir.

» Ainsi j'ai étudié les principes typiques des fonctions fondamentales : carbures d'hydrogène, alcools et dérivés éthers, aldéhydes, acides, amides, alcalis et composés azoïques ; j'ai envisagé spécialement les corps isomères et homologues.

» J'ai opéré, toutes les fois que la chose a été possible, sur des systèmes entièrement gazeux, ou susceptibles de prendre cet état dans le cours de l'expérience ; de façon à définir, d'une manière exacte, les proportions des éléments dans les produits transformés. Je me suis attaché surtout à établir *la limite des transformations*, dans des conditions de temps et d'intensité bien définies.

» 2. Donnons d'abord quelques brefs renseignements sur le dispositif des expériences. Elles consistent à placer les corps destinés à subir la réaction, dans l'état isolé ou mélangés, au sein d'un espace étroit, annulaire ou de toute autre forme, de façon à leur faire jouer le rôle de diélectriques, incessamment traversés par les décharges d'un appareil à haute tension, tel qu'une bobine d'induction.

» J'ai employé, dans la plupart des cas, un appareil de Ruhmkorff, muni d'une bouteille de Leyde, jouant le rôle de condensateur extérieur, et d'un interrupteur Marcel Deprez, produisant plusieurs centaines d'interruptions par seconde. Les décharges sont alternatives. L'appareil est alimenté par une batterie de 5 accumulateurs, développant une tension de 12 volts en moyenne et donnant lieu, dans les conditions de ces expériences, à un débit de 2 ampères environ, débit soutenu pendant vingt-

quatre heures consécutives. La longueur des étincelles de la bobine, munie de son condensateur extérieur, et fonctionnant avec l'interrupteur défini plus haut, était de 12^{mm} à 15^{mm} environ. La durée complète a été de vingt-quatre heures; mais, dans chaque expérience et à diverses reprises, j'ai examiné les produits intermédiaires.

» Les substances influencées étaient placées, en général, dans l'espace annulaire qui sépare deux tubes concentriques de verre, distants de 1^{mm} environ : j'ai décrit et figuré plus d'une fois ces appareils (¹); certains sont entrés dans la pratique courante des laboratoires. J'ai également mis en œuvre des piles de plateaux et capsules minces de verre, cylindriques et à fond plat, superposés, lesquels renfermaient des liquides ou des solides et étaient garnis, à leur face inférieure, de feuilles métalliques, mises en communication soit avec les pôles d'une pile de plusieurs centaines d'éléments Leclanché, soit avec ceux d'une bobine d'induction : de façon à constituer des champs électriques, à charge fixe et de sens constant dans le cas de la pile, à charge incessamment variable et de sens alternatif dans le cas de la bobine. Les plateaux et capsules sont empilés au sein de grandes conserves de verre, où l'on peut, à volonté, faire le vide; ou bien faire pénétrer à demeure, ou bien encore faire circuler, soit un gaz, soit un mélange de gaz déterminés.

» 3. Les réactions que j'ai étudiées ont été exercées entre gaz, liquides et solides. L'action réciproque des gaz est le cas type, ainsi qu'il a été dit plus haut. On y ramène le cas d'un liquide agissant sur un gaz, lorsque ce liquide possède une tension de vapeur considérable à la température ordinaire, comme dans le cas de l'éther diéthylique agissant sur l'azote, par exemple. Pour les cas où la tension est trop faible pour permettre des mesures de volume rigoureuses de la vapeur, je pèse le liquide dans une très petite ampoule, contenant, par exemple, 50^{mgr} ou 60^{mgr} du composé, et j'écrase l'ampoule au sein du gaz, pris sous un volume connu, dans la région supérieure, entre les deux tubes concentriques de l'appareil à effluve.

» Si le liquide offre une tension de vapeur très faible ou nulle (les huiles grasses, par exemple), on peut encore réaliser des essais qualitatifs; mais il est difficile, sinon presque impossible, d'atteindre la limite des réactions,

(¹) Ozonateurs et appareils indépendants de la cuve à mercure : *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 367, 373. — Tubes-éprovettes, pour opérer avec des volumes gazeux connus sur la cuve à mercure, *Annales de Chim. et de Phys.*, 5^e série, t. X, p. 79; 1877, etc.

à cause de l'imperfection des contacts ; les liquides étant amenés à s'écouler jusqu'au bas des éprouvettes, à la surface du mercure, là où les actions diélectriques ne s'exercent plus guère.

» *A fortiori*, en est-il de même pour les systèmes hétérogènes formés par un gaz et un solide, dont la surface seule subit les réactions. Il existe à cet égard de grandes différences entre les solides durs et compacts, tels que les sels cristallisés et certaines résines vitreuses, les solides fenilletés et clivables aisément, et les solides plastiques, tels que le camphre et les résines molles ; la durée des réactions se trouvant modifiée par des conditions de contact purement physiques, indépendamment de la vitesse du phénomène chimique et moléculaire proprement dit.

» Quant aux dissolutions aqueuses, alcooliques, ou autres, elles se prêtent mal aux réactions d'effluve : d'une part, à cause de l'imperfection du contact entre le corps dissous et le gaz qui surmonte la dissolution, et, d'autre part, à cause de l'intervention propre du dissolvant : par exemple, lorsque l'eau préexiste, ou prend naissance durant la réaction de l'azote sur un composé organique, cette eau est susceptible de produire, pour son propre compte, de l'azotite d'ammoniaque, conformément à une réaction que j'ai étudiée autrefois (1) :



je l'ai observée à plusieurs reprises, comme action secondaire, dans le cours des présentes expériences.

» 4. L'emploi exclusif des liquides sans gaz, comme diélectriques, dans les réactions chimiques, répond à des conditions fort différentes : je signalerai dans une Note spéciale quelques essais que j'ai faits sur ce sujet. Quant aux solides sans gaz, soit en couche uniforme, obtenue par fusion, soit disséminés au sein d'un espace vide, l'étude de leurs réactions soulève des problèmes divers que je n'ai pas encore abordés.

5. La succession des actions exercées sur un système donné de corps, simples ou composés, réclame une attention particulière. En effet, il est rare, surtout avec les composés organiques, que la même action chimique se développe du commencement à la fin d'une expérience. Le plus souvent les phénomènes changent de nature, et cela à plusieurs reprises, par suite des actions secondaires exercées sur les composés formés tout d'abord.

» La vitesse relative de chacune des actions, tant primitives que secon-

(1) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 376.

daires, joue ici un rôle essentiel, jusqu'à ce qu'on soit parvenu à l'équilibre final; lequel s'établit d'ailleurs entre les gaz qui subsistent et les produits non volatils, liquides ou solides, qui se sont condensés à la surface intérieure des tubes concentriques.

» Entrons dans quelques détails, afin de préciser cette notion essentielle. Les carbures d'hydrogène et les composés peu oxygénés, fournissent d'abord un peu d'acétylène; mais ce gaz disparaît ensuite, par l'effet de condensations, combinaisons et métamorphoses consécutives. Les composés très hydrogénés, tels que le formène, mis en présence de l'azote, fournissent au début du gaz ammoniac, qui disparaît plus tard. L'oxyde de carbone, l'acide carbonique, fournis d'abord par les composés très oxygénés, sont résorbés ultérieurement. De même, le formène. Par suite de ces circonstances, il arrive fréquemment qu'un système soumis à l'action de l'effluve dégage pendant les premières heures un volume de gaz considérable; volume qui diminue ensuite, par l'effet des réactions des produits formés tout d'abord, soit entre eux, soit avec les substances primitives. Je citerai, par exemple, l'expérience que voici, exécutée avec l'aldéhyde, C^2H^1O liquide, mise en présence de l'azote gazeux; le volume de l'azote étant de $13^{cc}, 9$.

» I. Après quelques heures d'effluve : analyse faite sur une fraction, mais calculée pour la totalité.

» II. Réaction continuée vingt-quatre heures sur le surplus de ces gaz (un peu plus de moitié), demeurés en présence du produit condensé. Analyse rapportée par le calcul au volume initial.

» I. 64^{cc} (total).

$$\begin{aligned} CH^4 &= 11^{cc}, 5 \text{ (}^1\text{)}; & H^2 &= 7^{cc}, 3; & CO &= 15^{cc}, 2; \\ CO^2 &= 11^{cc}, 5; & \text{vapeur: } C^2H^1O &= 5^{cc}, 1 \text{ (}^2\text{)}; & Az^2 &= 13^{cc}, 4. \end{aligned}$$

» II. $8^{cc}, 6$, total (chiffre final).

$$H^2 = 7, 3; \quad Az^2 = 1, 3.$$

» Ainsi l'aldéhyde s'est décomposé au début en produits gazeux, sans absorber sensiblement d'azote ($0^{cc}, 5$ seulement). Puis le formène, l'oxyde de carbone et l'acide carbonique se sont condensés, sans que l'hydrogène ait continué à varier, tandis que l'azote était absorbé.

(¹) Traces C^2H^2 .

(²) Tension affaiblie, en raison de l'action des produits condensés.

» Dans d'autres cas, tels que celui du propylène, le gaz se condense d'abord en produits polymères liquides, lesquels dégagent de l'hydrogène par une action plus prolongée.

» 6. La vitesse des réactions, et même leur nature, sont fonctions de l'intensité des décharges électriques. Aussi, pour arriver à des résultats nets et comparables entre eux, est-il nécessaire d'éviter la production des étincelles intérieures, susceptibles de développer des actions pyrogénées proprement dites, et même d'éviter ces pluies de feu intenses, qui précèdent le développement des étincelles.

» 7. Dans les conditions définies plus haut, l'équilibre final est déterminé par la formation de composés à molécule condensée, solides ou résineux, mauvais conducteurs de l'électricité et peu susceptibles de mobilité relative. Quand le composé initial est faiblement hydrogéné, tous les gaz peuvent demeurer absorbés; tandis que s'il est plus riche en hydrogène, une portion plus ou moins notable de ce dernier devient libre. Les choses se passent ici comme dans la réaction de l'effluve sur les hydrures minéraux: hydrogène sulfuré, sélénié, phosphoré, arsénié, etc., d'après mes anciennes expériences (1): un hydrure condensé et solide demeurant fixé à la surface du verre, dans toutes ces réactions, tandis que l'excès d'hydrogène se dégage.

» Ainsi, l'hydrogène étant envisagé dans les hydrures de métalloïdes: carbone, soufre, sélénium, phosphore, etc., comme jouant le rôle d'élément électropositif, tend à devenir libre; tandis que l'élément antagoniste s'accumule au sein d'une molécule de plus en plus condensée.

» Une accumulation semblable de l'élément électronégatif s'observe d'ailleurs lors de la formation, sous l'influence de l'effluve, des acides persulfurique, perazotique (2), percarbonique (3), iodique et de l'ozone lui-même. Ce sont là des phénomènes fondamentaux, dans les actions chimiques provoquées par l'effluve électrique.

» 8. Lorsque l'effluve agit sur des composés organiques ternaires, les effets sont plus complexes. Ainsi, dans le cas des composés riches en oxygène, il se forme d'abord de l'oxyde de carbone, de l'acide carbonique et de l'eau, composés susceptibles d'exercer certaines actions réciproques, dont j'ai fait une étude spéciale.

» Quant aux composés azotés, la plupart d'entre eux absorbent l'azote,

(1) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 377.

(2) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5^e série, t. XXII, p. 432.

(3) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5^e série, t. XVII, p. 144.

en formant des composés plus azotés; cependant il en est quelques-uns qui, en raison de leur richesse en azote ou de leur constitution azoïque, sont susceptibles de dégager de l'azote.

» En général, l'azote fixé sous l'influence prolongée de l'effluve paraît l'être à l'effet de dérivé ammoniacal, c'est-à-dire amidé ou aminé, spécialement de polyamine. Je n'ai jamais observé de dérivé azoïque ou nitrosé, ou nitré, ou hydrazinique. Il n'apparaît pas davantage d'acide cyanhydrique libre, ou de cyanhydrate d'ammoniaque ou d'autre base; ce qui contraste avec la formation de l'acide cyanhydrique par l'action de l'étincelle.

» 9. Tels sont les résultats généraux que j'ai observés en étudiant les réactions de l'effluve. Ils se résument en un double mouvement : l'un de décomposition des principes mis en expérience tendant à séparer l'hydrogène et les composés binaires les plus simples; l'autre de condensation ou polymérisation, avec formation de composés complexes de l'ordre le plus élevé.

» Il est digne de remarque que ce double mouvement se retrouve également au début des actions pyrogénées; pourvu que les produits soient soustraits, par un refroidissement brusque, aux décompositions totales qui résultent de l'action prolongée des hautes températures (¹). A un point de vue non moins général, peut-être est-il permis de rapprocher les actions de l'effluve des transformations chimiques accomplies dans le cours de la nutrition et de l'évolution des êtres vivants; transformations pendant lesquelles les combinaisons venues du dehors, à titre d'aliments, tendent à se résoudre d'abord en principes plus simples, qui se recombinaient aussitôt pour constituer les principes immédiats, nécessaires à l'entretien de la vie.

» L'action chimique de l'effluve électrique mérite, à cet égard, une attention toute particulière; surtout si l'on tient compte des phénomènes et courants électriques développés incessamment dans les tissus des animaux vivants. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Actions chimiques exercées par l'effluve électrique sur les composés organiques. — Systèmes gazeux. — Carbures d'hydrogène et azote; par M. BERTHELOT.*

« J'ai étudié les carbures gazeux les plus simples, types de tous les autres, tels que le formène et l'hydrure d'éthylène, types des carbures

(¹) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 380 et 381.

saturés, $C^n H^{2n+2}$; l'éthylène et le propylène, types des carbures incomplets du premier ordre, $C^n H^{2n}$; l'acétylène et l'allylène, type des carbures incomplets du second ordre, $C^n H^{2n-2}$. J'y ai joint le triméthylène, qui présente le cas d'isomérisie le plus simple connu parmi les gaz. Je rappellerai que j'ai déjà étudié la benzine, type des carbures cycliques, c'est-à-dire à saturation relative. Je vais exposer les résultats obtenus par l'action propre de l'effluve sur ces carbures, envisagés isolément, et sur leur mélange avec l'azote libre.

I. — FORMÈNE, CH^3 .

» (1). *Formène pur.* — Vingt-quatre heures d'effluve.

| | | | |
|------------------|--------------------|----------------|---------------------|
| Gaz initial..... | $CH^3 = 100^{vol}$ | Gaz final..... | $H^2 = 105^{vol,2}$ |
| | | | $CH^3 = 4^{vol,4}$ |

» Le formène a perdu la moitié de son hydrogène et même un peu plus, sa décomposition étant presque accomplie.

» Rapports exacts des éléments condensés : $C^8 H^{14,4}$, ou $C^{10} H^{18}$.

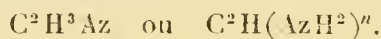
» Dans mes anciennes expériences (1877), le formène avait formé un carbure à odeur d'essence de térébenthine; tandis que le térébenthène avait fixé l'hydrogène dans les rapports $C^{10} H^{10} + H^{2,5}$ (1), en se polymérisant.

» Au début, le formène produit un peu d'acétylène, qui disparaît ensuite en se condensant.

» (2). *Formène et azote.* — Vingt-quatre heures : $CH^3 + Az^2$, vol. égaux.

| | |
|---------------------------------|---------------------------|
| Gaz initial : $CH^3 = 100$ vol. | Gaz final : $H^2 = 115,7$ |
| | $CH^3 = 3,4$ |
| | Az absorbé = $25,9$ |

» Rapports des éléments condensés :



» On peut regarder ce produit comme une tétramine $C^8 H^{12} Az^4$, se rattachant au précédent carbure $C^8 H^{14}$; lequel dérive du formène, c'est-à-dire des résidus CH et CH^2 de ce dernier.

» Ce produit est solide et bleuit le papier de tournesol humide. Il a la formule d'une acétylénamine polymérisée : on connaît, en effet, quelques dérivés appartenant à ce type (voir Beilstein).

(1) *Essai de Méc. chim.*, t. II, p. 379 et 382.

II. — HYDRURE D'ÉTHYLÈNE (*éthane*): C^2H^6 .

» (1). *Hydrure d'éthylène pur*: C^2H^6 . — Vingt-quatre heures.

Gaz initial: $C^2H^6 = 100$ vol.

Gaz final: $H^2 = 107,8$

$CH^4 = 0,7$ (ou $C^2H^6 = 0,35$)

» Le carbure a perdu un tiers de son hydrogène, et même un peu plus.

» Rapports exacts des éléments condensés :



Ce sont les mêmes rapports sensiblement que pour le formène; quoique le produit ne semble pas identique. L'odeur rappelle également celle de l'essence de ~~téréb.~~ *térébenthine* et celle de certaines huiles dites de *vin*, obtenues par l'action de l'acide sulfurique sur les composés éthyliques.

» (2). *Hydrure d'éthylène et azote*. — Vingt-quatre heures: $C^2H^6 + Az^2$, vol. égaux.

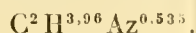
Gaz initial: $C^2H^6 = 100$ vol.

Gaz final: $H^2 = 98,2$

$CH^4 = 3,0$

Az absorbé = 26,5

» Rapports exacts des éléments condensés :



» Le produit est analogue au dérivé du formène.

» Le carbure a perdu, comme plus haut, son excès d'hydrogène, par rapport à l'éthylène, et même un peu plus.

» Ces rapports répondent à $C^{16}H^{32}Az^4$ ou $[C^8H^{12}(AzH^2)^2]^n$, tétramine dérivée du carbure C^8H^{14} ; ou plutôt, comme ce carbure lui-même, de la soudure de résidus C^2H^3 et C^2H^5 , dérivés de l'éthylène.

» On remarquera que le rapport du carbone à l'azote, dans le dérivé de l'hydrure d'éthylène, est la moitié seulement du rapport observé pour le dérivé du formène; ce qui s'accorde avec l'origine de ces deux dérivés, comme avec la différence de constitution des carbures condensés générateurs C^8H^{14} .

III. — ÉTHYLÈNE: C^2H^4 .

» (1). *Éthylène pur*, C^2H^4 . — Le gaz pur diminue rapidement sous l'influence de l'effluve, en formant d'abord un liquide, déjà observé par

P. Thenard et par moi-même (1). En même temps prennent naissance un peu d'acétylène et d'hydrure d'éthylène. En prolongeant l'action vingt-quatre heures :

| | | | |
|------------------|--------------|----------------|--------------------------------------|
| Gaz initial..... | 100 volumes. | Gaz final..... | H ² = 25,15 |
| | | » | C ² H ⁶ = 4,35 |

» Il ne restait pas d'acétylène.

» Il en résulte pour les produits condensés les rapports C²H^{3,4}, rapports voisins de (C⁸H¹⁴)ⁿ; ce sont les mêmes sensiblement que pour C²H⁶. Dans mes anciens essais, j'avais trouvé C¹⁰H^{16,6}, très voisin de C⁸H¹⁴.

» (2). *Éthylène et azote* (vingt-quatre heures) : C²H⁴ + Az². — Volumes égaux.

| | | | |
|------------------|-------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|
| Gaz initial..... | C ² H ⁴ = 100 | Gaz final..... | H ² = 28,6 |
| | | » | C ² H ⁶ = 0,4 |
| | | Az absorbé..... | 27,8 |

» Ni acétylène, ni gaz ammoniac sensible. Produit condensé semblable aux précédents, alcalin et doué de même d'une odeur qui rappelle le cacao grillé et certains dérivés de la xanthine.

» Rapports des éléments condensés : C¹⁶H³²Az⁴; les mêmes sensiblement que pour l'hydrure d'éthylène.

» Le volume de l'azote fixé est sensiblement égal à celui de l'hydrogène éliminé.

IV. — ACÉTYLÈNE : C²H².

» (1). *Acétylène*, C²H². — Ce gaz pur, soumis à l'action de l'effluve, se condense avec une grande rapidité, en donnant naissance à des produits d'abord liquides (2), puis solides, que j'ai examinés à diverses reprises (3). Leur décomposition par la chaleur est explosive : ce qui atteste le caractère endothermique de ces polymères ; elle développe, entre autres, du styrolène. Ces produits absorbent rapidement l'oxygène de l'air.

» Cette prompte condensation de l'acétylène s'opère en laissant seulement 2 centièmes d'un gaz, constitué par 1,8 d'hydrogène ; 0,8 d'éthylène et 0,08 de C²H⁶.

» (2). *Acétylène et azote* : C²H² + Az², à volumes égaux. — Condensa-

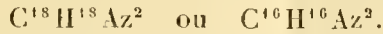
(1) *Essai de Méc. chim.*, t. II, p. 379.

(2) Signalés par P. Thénard.

(3) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5^e sér., t. X, p. 67; 1877.

tion rapide de l'acétylène, comme s'il était libre. Mais si l'on maintient les produits en contact avec l'azote, ce gaz est absorbé en proportion sensible. 100 volumes de C^2H^2 ont absorbé, après vingt-quatre heures, 11,4 volumes d'azote. Il ne reste pas d'hydrogène sensible, ni de carbure gazeux.

» Rapports des éléments dans le produit condensé



» La première formule est la même que pour le dérivé azoté de la benzine (1). En tout cas, ce dérivé de l'acétylène est très différent des dérivés de l'éthylène et de son hydrure.

V. — PROPYLENE : C^3H^6 .

» (1) *Propylène*, C^3H^6 pur. Préparé avec l'iodure d'allyle et le mercure.

» Le carbure se condense rapidement en un liquide. Au bout de peu d'heures, la limite est atteinte. Cependant, j'ai cru devoir prolonger l'action, pour rendre les résultats comparatifs avec ceux fournis par les autres carbures.

» Dans ces conditions, le volume gazeux, qui avait d'abord diminué, éprouve ensuite une augmentation sensible. En définitive, j'ai obtenu :

| | | | |
|------------------|--------------------|----------------|--------------|
| Gaz initial..... | 100 ^{vol} | Gaz final..... | $H^2 = 34,2$ |
| | | | $CH^4 = 0,7$ |

» Rapport des éléments condensés : $C^3H^{5,3}$, soit $C^{15}H^{20}$: rapports fort voisins d'un polymère de l'allyle (C^3H^5)ⁿ et également voisins de la composition centésimale des carbures condensés qui dérivent du formène et de l'éthylène.

» La limite pondérale de stabilité est donc à peu près la même pour les trois séries, sous l'influence de l'effluve.

» (2) *Propylène et azote* : $C^3H^6 + Az^2$; 24^h; volumes égaux. — Première réaction rapide, qui répond sans doute à la condensation du carbure, suivie de l'absorption plus lente de l'azote. A la fin, ni acétylène, ni gaz ammoniac; résine blanchâtre à réaction alcaline, de même odeur

(1) Ce dernier répondrait à un dérivé complexe de l'hydrure C^6H^8 et de la benzine C^6H^6 , tel que

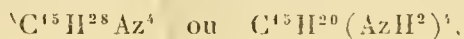


que le dérivé éthylénique.

| | | | |
|------------------|------------------|--------------------|--------------|
| Gaz initial..... | $C^3H^6 = 100^3$ | Gaz final..... | $H^2 = 17,8$ |
| | | Azote absorbé..... | 39,5 |

» Rapports des éléments condensés $C^3H^{5,65}Az^{0,8}$.

» Le rapport du carbone à l'hydrogène est à peu près le même que pour le propylène, sauf un excès sensible d'hydrogène. Le volume de l'azote absorbé est à peu près double de celui de l'hydrogène dégagé. Ces rapports répondent aux suivants, en nombres entiers :



tétramine qui se rattacherait à un carbure $C^{15}H^{24}$, résultant de la soudure de résidus C^3H^7 et C^3H^5 , dérivés du propylène et de l'allylène.

VI. — TRIMÉTHYLÈNE : C^3H^6 .

» Il existe deux carbures de la formule C^3H^6 , le propylène normal et le triméthylène, dont l'existence a donné lieu à diverses théories : les unes le rattachent à la série cyclique, dont il n'offre, cependant, aucun des caractères chimiques ou physiques. Je préfère l'envisager comme le représentant d'une isomérisie remarquable, l'isomérisie dynamique, en raison de l'excès d'énergie emmagasinée lors de sa formation ; excès que constate la détermination de sa chaleur de formation (1). L'étude de l'action de l'effluve sur ces deux isomères et sur leur mélange avec l'azote offre dès lors un intérêt particulier, indépendamment même de la comparaison de la série propylique avec la série éthylique.

» (1). *Triméthylène* : C^3H^6 ; 24^h . — Réaction sensiblement plus lente qu'avec le propylène, avec formation d'un liquide analogue :

| | | | |
|------------------|--------------|----------------|--------------|
| Gaz initial..... | 100 volumes. | Gaz final..... | $H^2 = 37,3$ |
| | | » | $CH^4 = 1,5$ |

» Ce sont à peu près les mêmes chiffres que pour le propylène.

» Rapport des éléments condensés : $C^3H^{5,25}$; sensiblement le même, répondant à $C^{15}H^{26}$. Il semble donc que le polymère électrique soit identique ou isomérique pour le propylène et pour le triméthylène.

» (2). *Triméthylène et azote* : $C^3H^6 + Az^2$; 24^h , vol. égaux. — Au bont de

(1) *Thermochimie. Données et lois numériques*, t. I, p. 279 et 480.

trois heures, le volume a diminué de moitié; sans doute par l'effet de la condensation du carbure. Puis succède une action plus lente, répondant à l'absorption de l'azote :

| | | |
|--|---|--|
| Gaz initial... $C^2H^6 = 100$ volumes. | Gaz final..... $H^2 = 41,4$ | |
| | » $CH^4 = 1,6$ | |
| | Azote absorbé... 38,6 | |

» Le dégagement de l'hydrogène est le même sensiblement qu'avec le triméthylène pur, et le volume de l'azote absorbé à peu près égal à celui de l'hydrogène dégagé.

» Rapports exacts des éléments condensés : $C^3H^{5,15}Az^{0,8}$;

» Soit en nombres entiers : $C^{15}H^{26}Az^4$ ou $C^{15}H^{18}(AzH^2)^2$.

» Ces rapports sont les mêmes que ceux observés avec le propylène; sauf pour l'hydrogène, la dose éliminée, cet élément étant double, comme s'il y avait un résidu C^3H^5 de plus, à la place de C^3H^7 , dans la constitution de la tétramine.

VII. — ALLYLÈNE : C^3H^4 .

» (1). *Allylène* pur C^3H^4 (dérivé de l'acétone chlorhydrique). — Ce gaz se condense rapidement sous l'influence de l'effluve; il a laissé seulement 3,0 centièmes d'hydrogène pur, quantité qui répond à $\frac{1}{16}$ H. Le produit possède une odeur empyreumatique de fumée, tenace, âcre et pénétrante, fort distincte de celle du mésitylène. Il n'est guère volatil à la température ordinaire. Ces rapports seraient voisins de $(C^{15}H^{19})^2$.

» (2). *Allylène* et *Azote*: $C^2H^4 + Az^8$, $2A^b$; à volumes égaux. — 100 volumes de C^3H^4 ne laissent ni hydrogène, ni carbure, ni gaz ammoniac sensibles.

Az absorbé..... 17,8

» Rapports des éléments dans le produit condensé, $C^3H^4Az^{0,38}$ voisins de $C^{15}H^{20}Az^2$.

» On remarquera que le volume de l'azote absorbé par l'allylène est moitié plus faible que pour le propylène et le triméthylène. Il en est de même, ainsi qu'il a été dit, du dérivé azoté de l'acétylène, comparé avec celui de l'éthylène.

» En résumé, sous l'influence de l'effluve :

» 1^o Les carbures acétyléniques, C^nH^{2n-2} , se changent en polymères condensés, sans perte notable d'hydrogène.

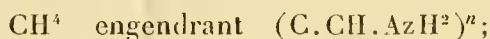
» 2° Les carbures éthyléniques, $C^n H^{2n}$, se polymérisent aussi, mais en perdant une dose d'hydrogène répondant à une fraction d'équivalent par molécule de carbure; c'est-à-dire qu'il se forme des dérivés $(C^n H^{2n})^m - H^2$, m étant égal à 4 ou 5 (ou multiple): ce qui rapproche ces derniers de la composition centésimale des camphènes. Ils représentent sans doute des carbures cycliques.

» 3° Les carbures forméniques, $C^n H^{2n+2}$, perdent en plus 2 atomes d'hydrogène par molécule; en formant des dérivés qui semblent identiques avec ceux des carbures éthyléniques, dont les carbures forméniques représentent les hydrures.

» 4° Tous les carbures étudiés fixent de l'azote, en formant des composés alcalins de l'ordre des polyamines, probablement cycliques.

» 5° Ces polyamines semblent: des tétramines, avec les carbures éthyléniques et forméniques; des diamines, avec les carbures acétyléniques.

» Elles dérivent de l'association de l'azote et des carbures polymérisés, d'ordinaire avec perte d'hydrogène, sous l'influence de l'effluve. En raison de cette perte d'hydrogène, les polyamines peuvent être envisagées comme des composés cycliques, résultant de l'association du groupement amide, AzH^2 , avec les résidus du carbure initial générateur; par exemple avec un résidu $C.H$, dans le cas du formène,



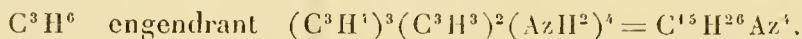
avec les résidus C^2H^3 , dans le cas de l'hydrure d'éthylène et de l'éthylène,



avec le résidu C^3H^4 , dans le cas du propylène,

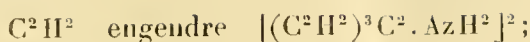


et C^3H^3 , C^3H^4 dans le cas du triméthylène,



» Les polyamines formées au moyen de l'acétylène et de l'allylène se rattachent à des types cycliques analogues, mais dans lesquels une diminution plus forte des capacités de saturation du carbone et de l'azote aboutit à des composés où la dose relative de l'azote, comparée à la formule des générateurs, est moitié moins élevée que dans les précédents. Soit, pour

le cas de l'acétylène,



pour le cas de l'allylène,



» C'est ici le lieu de déclarer nettement que les formules précédentes sont purement empiriques, et destinées seulement à rendre compte des rapports observés dans la condensation des éléments, les produits étant susceptibles de représenter des mélanges. Mais la constitution de ces produits ne comprend ni cyanhydrates, ni dérivés azoïques ou hydraziniques, ainsi qu'il a été dit plus haut et qu'il est établi par l'étude spéciale des réactions des composés organiques appartenant à ces dernières catégories. On comprendra dès lors que je n'essaye pas de transformer de semblables symboles en formules dites rationnelles et systématiques, aujourd'hui prématurées.

» Quoi qu'il en soit, je le répète, il y a là toute une famille de composés nouveaux, très riches en azote, remarquables par leur origine, leur formation directe au moyen de l'azote libre et les mécanismes électriques de leur synthèse. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés de la cinchonine.*

Note de M. E. GRIMAUX.

« MM. Kœnigs et Comstock ont fait connaître, en 1885, l'existence d'un corps obtenu en traitant par le brome le produit brut de l'oxydation de la cinchonine et lui ont attribué la formule $\text{C}^9\text{H}^{15}\text{Br}^2\text{AzO}, \frac{1}{2}\text{H}^2\text{O}$.

» En 1892 j'ai repris, avec l'aide de M. M. Gerber, l'étude de ce corps, dont la formule me paraissait douteuse, et j'en ai préparé plusieurs dérivés qui m'ont amené à attribuer au corps de Kœnigs et Comstock la formule $\text{C}^9\text{H}^{14}\text{BrAzO}^2, \text{HBr}$, et le point de fusion $244^{\circ}\text{--}245^{\circ}$. Parmi ces dérivés, j'ai isolé un composé non bromé $\text{C}^9\text{H}^{14}(\text{OH})\text{AzO}^2, \text{H}^2\text{O}$, un dérivé nitrosé, un produit d'hydrogénation que j'avais isolé à l'état de dérivé acétylé, fusible à $112^{\circ}, 5\text{--}113^{\circ}$; ce dérivé acétylé présentait, par sa composition et ses propriétés, de grandes ressemblances avec l'acétyl-cincholeupone de M. Skraup. Je me suis, à cette époque, adressé à celui-ci, qui a eu la grande obligeance de m'envoyer un échantillon d'acétyl-cincholenpone, et j'ai pu ainsi constater que le corps que j'avais découvert en était différent.

» Voulant alors compléter ces résultats par de nouvelles analyses, j'en fus empêché par le manque de matière première et par le départ de mon collaborateur, M. Gerber. J'eus tort néanmoins de ne pas publier alors les résultats que j'avais obtenus.

» Occupé d'autres travaux, j'ai repris ces recherches seulement l'an passé, et je les avais complètement terminées, quand je m'aperçus que M. Kœnigs était arrivé au même résultat dès 1894. Aussi n'avais-je pas l'intention de faire connaître mes recherches, mais M. Friedel m'a fait remarquer qu'il n'était pas inutile, dans cet ordre de recherches si difficiles, d'apporter une confirmation aux résultats obtenus par M. Kœnigs, d'autant plus que je suis arrivé aux mêmes conclusions que lui par des voies toutes différentes, et que j'ai eu l'occasion d'isoler quelques espèces chimiques nouvelles.

» Mais il est bien entendu que, pour élucider la nature du corps bromé de MM. Kœnigs et Comstock, la priorité appartient tout entière à M. Kœnigs.

» M. Kœnigs, en 1894, a isolé des produits d'oxydation de la cinchonine, le *mézoquinène* $C^9H^{14}AzO^2$, et l'a transformé par l'action du brome en un dérivé $C^9H^{14}BrAzO^2$, HBr dont il a montré l'identité avec le corps qu'il avait isolé, en 1885, en collaboration avec Comstock, et représenté alors par la formule $C^9H^{15}Br^2AzO, \frac{1}{2}H^2O$.

» C'est par une voie toute différente que je suis arrivé à des résultats semblables. Je suis parti du corps bromé et, par hydrogénation, j'ai obtenu un corps que j'ai isolé à l'état de dérivé acétylé. Les corps que j'ai obtenus sont donc des dérivés du mézoquinène; c'est comme tels que je les décrirai.

» Le point de départ de mes recherches a été le corps bromé obtenu, suivant les indications de Kœnigs et Comstock, en traitant par le brome le produit d'oxydation brut de la cinchonine ou de la quinine. J'ai constaté par les analyses et les dédoublements qu'il renfermait $C^9H^{14}BrAzO^2$, HBr. Il s'obtient à l'état de pureté, en aiguilles dures et brillantes, par des cristallisations dans cinq parties d'eau bouillante.

» Ce corps, *bromhydrate de bromo-mézoquinène* de Kœnigs, présente une réaction acide. Par l'action de l'azotate d'argent à froid, il ne perd qu'un atome de brome (1).

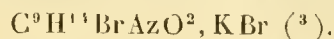
| | Trouvé. | | | Calculé. |
|------------------------|---------|-------|-------|----------|
| 1) Brome pour 100..... | 24,27 | 24,49 | 24,32 | 24,31 |

» Traité par l'acide picrique on le picrate de potasse, il remplace un seul groupe HBr par l'acide picrique, et fournit un picrate de bromomézoquinène $C^9H^{14}BrAzO^2$, $C^6H^3(AzO^2)^3OH$ (1).

» Ce picrate s'obtient facilement en prenant 3^{gr},30 de bromhydrate, 2^{gr},50 d'acide picrique, et une quantité de potasse dissoute dans l'eau, suffisante pour saturer tout l'acide picrique. On porte à l'ébullition; par refroidissement le picrate de bromomézoquinène se sépare en beaux cristaux jaunes, formés de lamelles peu solubles dans l'eau froide, solubles dans 80 parties d'eau bouillante, fusibles à 203°-204°. Il ne perd pas d'eau dans le vide sec; il ne précipite pas par l'azotate d'argent.

» Le bromhydrate $C^9H^{14}BrAzO^2$, HBr donne aussi un dérivé nitrosé; pour préparer celui-ci, on dissout le bromhydrate dans 40 parties d'eau, on ajoute une molécule d'azotite de sodium et une molécule d'acide bromhydrique en solution concentrée. Au bout de vingt-quatre heures, le dérivé nitrosé $C^9H^{13}BrAzO^2$, AzO se sépare en cristaux nacrés, fusibles à 87°, 5-88° (2).

» Chauffé avec de la potasse concentrée au bain-marie, le bromhydrate de bromomézoquinène se dissout; par le refroidissement on obtient un dépôt de cristaux en paillettes nacrées; ce corps précipite à froid par l'azotate d'argent; il n'est pas encore fondu à 230°, et plus fortement chauffé, il se détruit; calciné sur la lame de platine, il donne un charbon volumineux, mélangé de bromure de potassium. Le dosage du brome et celui du potassium conduisent à une formule représentant une combinaison de bromomézoquinène et de bromure de potassium



(1) Le dosage du brome a donné :

| | | Trouvé. | | | |
|-----|------------------|---------|-------|----------|----------|
| | | 16,41 | 16,78 | 16,35 | Calculé. |
| | Br pour 100..... | | | | 16,73 |
| | | Trouvé. | | Calculé. | |
| (2) | Brome..... | 28,85 | | 28,87 | |
| | | Trouvé. | | Calculé. | |
| (3) | Brome..... | 44,37 | | 43,58 | |
| | Potassium | 10,94 | | 10,62 | |

» *Acétyl-mézoquinène*. — Ce corps a été obtenu par réduction du bromhydrate de bromomézoquinène. La réduction a été opérée en chauffant au bain-marie, pendant vingt-quatre heures, 5^{gr} de bromhydrate avec 100^{cc} d'eau et 2^{gr} de poudre de zinc; on a éliminé le zinc en solution par l'hydrogène sulfuré et l'acide bromhydrique par l'hydrate d'argent. La solution évaporée dans le vide a laissé une masse gommeuse, qui a refusé de cristalliser: c'était du mézoquinène impur. Pour obtenir un corps cristallisé, on l'a transformé en dérivé acétylé en le chauffant avec de l'anhydride acétique. Par un séjour prolongé dans l'air sec, on obtient des cristaux que l'on purifie en les traitant d'abord avec de l'éther, puis avec de l'eau froide; on obtient ainsi de petits cristaux blancs, opaques, fusibles à 112°, 5; qui constituent l'acétyl-mézoquinène $C^9H^{14}AzO^2, C^2H^3O$ (1).

» C'est ce corps que j'avais cru d'abord identique avec l'acétyl-cincholeupone de M. Skraup.

» *Oxymézoquinène*. — J'avais obtenu ce corps en traitant le bromhydrate par un excès d'hydrate d'argent. On dissout le bromhydrate dans l'eau chaude, on porte à l'ébullition, on filtre et, dans la liqueur filtrée, on sépare l'argent dissous par une quantité d'acide chlorhydrique strictement nécessaire; on évapore dans le vide sec et l'on obtient, pour 5^{gr} du corps mis en réaction, 1^{gr},93 d'une matière gommeuse, que l'on fait cristalliser en la dissolvant dans 5^{cc} d'alcool méthylique, et ajoutant 80^{cc} d'éther. Après vingt-quatre heures, l'oxymézoquinène s'est déposé, sous forme de petits cristaux blancs, insolubles dans l'éther et le chloroforme, très solubles dans l'eau, l'alcool et l'alcool méthylique. Leur solution a une réaction très alcaline. Ils se décomposent sans fondre par la chaleur. Ils ferment: $C^9H^{15}AzO^3, H^2O$ (2). »

(1) *Analyse* :

| | Trouvé. | Calculé. |
|--------------------|---------|----------|
| Carbone..... | 61,69 | 62,56 |
| Hydrogène. | 8,41 | 8,05 |

(2) *Analyse* :

| | Trouvé. | | Calculé. |
|--------------------|---------|-------|----------|
| Carbone..... | 53,51 | 53,80 | 53,20 |
| Hydrogène. | 8,51 | 8,47 | 8,37 |

ZOOLOGIE. — *Sur la place des Éponges dans la classification et sur la signification attribuée aux feuilletés embryonnaires.* Note de M. EDMOND PERRIER.

« Dans une Note publiée au dernier numéro des *Comptes rendus*, M. Yves Delage propose « d'élever les Spongiaires au rang d'embranchement en » les opposant, sous le nom d'*Enantioderma* (ἐναντιόζωα, inverse), aux *Cœlenterata*, sinon même, sous celui d'*Enantiozoa*, à tous les autres animaux, » *Protozoa*, *Mesozoa*, *Metazoa* dont les feuilletés, quand ils existent, s'inva- » ginent dans le sens normal ». Comme j'ai, dès 1881, dans la 1^{re} édition de mon Livre, *Les colonies animales et la formation des organismes* (p. 764), réclamé une série distincte dans le règne animal pour les Éponges et que je n'ai cessé depuis de soutenir cette manière de voir ⁽¹⁾, je ne puis que me féliciter de voir, après seize ans écoulés, le laborieux professeur de la Sorbonne se ranger à mon avis. Puisque les *Éponges* s'appelaient déjà de ce nom et aussi *Spongiaires*, *Spongozoa*, *Porifera*, *Polystomata*, etc., je n'avais pas, à la vérité, jugé utile d'ajouter un numéro nouveau à cette liste déjà riche.

» Les caractères sur lesquels je m'étais appuyé pour constituer les Éponges en série distincte : *Forme ramifiée ou irrégulière; absence de cavité générale; mésoderme très développé; chambres ciliées tapissées de choanocytes; absence de nématocystes et de tentacules* étaient déjà connus; mais ayant pris soin de définir rigoureusement les points de départ de la nomenclature que j'adoptais, d'expliquer nettement ce que j'entendais par les termes *série, embranchement, classe*, etc. ⁽²⁾, ils suffisaient largement pour établir ce qu'il fallait penser des Éponges. Le caractère, en apparence nouveau, invoqué par M. Delage, ne ferait donc que justifier l'importance de ceux auxquels je m'étais arrêté, alors même qu'il ne prêterait pas à la critique et serait débarrassé des interprétations tout au moins discutables dont il a été enveloppé.

(1) Consulter mon *Traité de Zoologie*, p. 407 et 537. Huxley, en 1874, dans sa classification embryogénique, séparait déjà les Éponges des Cœlentérés sous le nom de POLYSTOMATA; Milne-Edwards, en 1855, de Blainville, en 1822, en avaient fait autant. Mais ils les associaient le premier aux Infusoires, le second aux Infusoires et aux Corallines.

(2) *Colonies animales*, p. 744, et *Traité de Zoologie*, p. 403.

» Pour quiconque pense que l'organisation des animaux est dominée par des règles générales, il est difficile d'admettre qu'un groupe zoologique puisse être *opposé* à un autre et surtout à l'ensemble des autres; on pourrait, il est vrai, ne voir là qu'une métaphore à ajouter à celles qui obscurcissent déjà le langage zoologique, si l'auteur ne prenait soin de nous avertir que « *chez les Spongiaires SEULS PARMI TOUS LES ÊTRES, l'invagination normale des feuilletts est renversée, l'endoderme se portant à la surface pour former l'épiderme, et l'ectoderme s'enfonçant dans l'intérieur pour former les cavités digestives.* » Des causes qui auraient pu produire un aussi extraordinaire renversement, M. Delage ne nous dit rien, et cependant la Zoologie est aujourd'hui trop riche de matériaux pour qu'il soit encore possible d'admettre, si l'on se place sur le terrain du transformisme, des renversements de feuilletts, des transformations d'organes qui ne pourraient être rattachées à des causes au moins vraisemblables.

» Mais pour en arriver à la conclusion que les Éponges sont l'envers des autres animaux, M. Delage a recours à des procédés de raisonnement et à des généralisations dont il est important de préciser la valeur.

» Si l'on ignorait, dit-il, le développement des Éponges, et que l'on présentât aux embryogénistes les larves de ces animaux, en les priant de nommer les feuilletts et de prédire leur évolution, *il n'en est pas un* qui ne dirait que les cellules flagellées sont l'ectoderme, que les granuleuses sont l'endoderme et que celles-ci vont s'invaginer dans celles-là. L'homologation des feuilletts larvaires n'est donc pas douteuse.

» La définition des *homologies* est due à Geoffroy-Saint-Hilaire qui les appelait des *analogies*; elle est basée sur le *principe des connexions*, c'est-à-dire qu'elle s'appuie sur la position relative des organes à l'état adulte, sur l'identité de leur mode de succession durant la période embryonnaire, à l'exclusion de toute considération de fonction ou de structure. L'endoderme étant essentiellement ce qui est dedans, l'ectoderme ce qui est dehors, comme leur nom l'indique, il est clair qu'il y a ni endoderme, ni ectoderme dans un corps creux formé d'une seule couche de cellules tel que la larve la plus simple des Éponges, et que pour demeurer conforme au langage précis de l'Anatomie et de l'Embryogénie comparées, il faudra, si l'une des moitiés de ce corps s'invagine dans l'autre, appeler *entoderme* celle qui devient interne, *exoderme* celle qui demeure externe. La proposition de M. Delage devrait donc être énoncée simplement ainsi :

» *La larve des Éponges est un ellipsoïde dont une calotte est formée de cellules flagellifères, l'autre de cellules granuleuses; la calotte de cellules flagellifères s'invagine dans l'autre et constitue l'entoderme.*

» En désignant cette calotte sous le nom d'*exoderme*, en l'homologuant à l'exoderme des autres animaux, on va contre la définition même des homologues, car on convient implicitement que le caractère de l'exoderme est tiré non pas de sa position, mais de la forme des éléments anatomiques qui le composent.

» Le caractère invoqué par M. Delage revient donc à dire que l'entoderme des Éponges est formé d'éléments flagellifères et leur exoderme d'éléments granuleux ; c'est un *caractère histologique* comme celui qu'on tire de la présence des choanocytes dans les chambres ciliées ; il y a plus, *c'est exactement le même caractère*, puisque M. Delage reconnaît que les chambres ciliées dérivent de son prétendu exoderme, et la question de la position des Éponges demeure strictement au point où l'avaient laissée ses prédécesseurs. Le progrès apparent résulte simplement de la créance encore accordée à la théorie métaphysique des feuilletts embryonnaires et de leur prédestination, théorie en quelque sorte *rétroactive*, comme toutes celles qui prétendent appliquer aux animaux inférieurs des conceptions fournies par l'étude des animaux supérieurs souvent même des seuls Vertébrés, et basés sur des traits de structure qui sont le résultat de l'activité des formes animales primitives, ou considérées comme telles, mais ne sont pas encore réalisées chez elles. Tout animal, dit-on, commence par une *gastrula* formée d'un exoderme et d'un entoderme : c'est une généralisation gratuite ; l'exoderme et l'entoderme se reconnaissent à telle ou telle structure histologique : c'est une proposition contraire à la définition même des homologues ; ils sont prédestinés à jouer tel et tel rôle dans le développement : c'est de la métaphysique.

» Les choses se présentent sous un tout autre aspect et ne prêtent plus à aucune obscurité, si, suivant les faits sans leur attribuer aucune signification mystérieuse, on se souvient que la forme primitive de tout embryon (1) n'est pas une *gastrula* à deux feuilletts, comme on l'admet gratuitement, mais une *blastula* plus ou moins rapprochée de la forme ellipsoïdale et formée d'une seule assise de cellules. Cette larve est ciliée et les battements des cils l'entraînent dans une direction déterminée ; elle a donc un pôle antérieur et un pôle postérieur. Du moment que la locomotion s'accomplit dans un sens déterminé, les cils de la région antérieure de la *blastula* sont nécessairement ceux qui présentent le maximum d'activité ; leur activité épuise les réserves alimentaires des éléments qui les portent,

(1) Sauf dans la série des Arthropodes où les cils vibratiles font défaut.

tandis que les éléments de la région postérieure demeurent bourrés de ces réserves. Les éléments allégés de ces réserves sont toujours ceux dont la multiplication est la plus active.

» Ceci posé, la *blastula* ne peut suivre que deux voies dans son évolution : ou bien elle demeure libre, ou bien elle se fixe. Si elle demeure libre, sa région antérieure *locomotrice*, en raison de sa croissance rapide, détermine nécessairement l'invagination de la postérieure essentiellement *nourricière* et c'est pourquoi l'orifice d'invagination, qu'on a eu si longtemps le tort de considérer comme une bouche primitive, est très généralement postérieur dans la série des NÉPHRIDIÉS. Si, au contraire, la *blastula* se fixe, elle se fixe nécessairement (la règle ne présente dans le règne animal que des exceptions apparentes) par sa région antérieure locomotrice. Un animal ne peut, en effet, adhérer à un obstacle qu'en pressant contre lui, c'est-à-dire en appliquant contre lui la région que dans son mode habituel de locomotion il porte en avant. C'est donc la région ciliée de la *blastula* qui sera dans ce cas recouverte par la région granuleuse, proliférera en multipliant ses anfractuosités à l'intérieur de son enveloppe, et constituera l'entoderme ; ainsi s'explique le cas particulier des Éponges qu'il n'y a dès lors nul besoin d'*opposer* au reste du règne animal ; elles se détachent du rameau commun parce qu'elles se fixent à l'état de *blastula* ; elles s'éloignent, à cet égard, des Polypes puisque chez ces dernières la cavité de la *blastula*, déjà remplie d'éléments, est devenue une *parenchymelle*, au moment de la fixation ; aussi ne se produit-il ici aucune invagination. Il ne s'agit ici, bien entendu, dans chaque série, que des formes larvaires primitives et non de celles que la tachygénèse a modifiées. La remarque de M. Delage ne projette donc aucune lumière particulière sur le problème de la place des Éponges dans la classification, et les termes qu'il emploie, pour désigner un groupe du règne animal déjà nommé par les Grecs, pourraient induire en erreur relativement à la signification de ce qu'on est convenu de nommer les *feuilletés embryonnaires*.

» Reste à savoir si les caractères histologiques ont aussi peu de valeur qu'on semble parfois le croire. Quiconque se rappellera que le règne végétal tout entier doit ses caractères essentiels à ce que les éléments de la plante s'emprisonnent dans une enveloppe de cellulose ; que la faculté de la région libre des épithéliums des Arthropodes de se charger de chitine a supprimé chez les animaux les cils vibratiles, orienté leur organisation dans une sécrétion toute particulière et justifié pour eux la création d'un embranchement, il ne paraîtra pas indifférent que les Éponges et les

Polypes possèdent respectivement et chacun d'une manière exclusive par rapport à l'autre groupe, des choanocytes ou des nématoblastes. C'est aussi là une conséquence des propriétés dans leur protoplasma. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J. MAGNENANT soumet au jugement de l'Académie un Mémoire relatif à un « rideau hydraulique de sûreté ».

(Commissaires : MM. Troost, Michel Lévy, Mascart, Brouardel.)

CORRESPONDANCE.

M. H. STRUVE adresse ses remerciements à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux.

M. MASCART présente à l'Académie différentes publications du *Meteorological office* de Londres : 1° « Rainfall Tables of the British Islands, de 1866 à 1890 » ; 2° « Meteorological observations at the stations of the second order, pour 1894 » ; 3° « Hourly means of the readings obtained from the self-recording instruments at five observatories » ; 4° « Quarterly current charts of the Pacific Ocean ».

M. Mascart insiste, en particulier, sur l'importance de la dernière publication qui présente un intérêt spécial pour la Navigation ; les résultats publiés proviennent du dépouillement des nombreuses observations recueillies par les navires de la Grande-Bretagne.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'itération*. Note de M. C. BOURLET, présentée par M. Appell.

« La dernière Note de M. Lémeray *Sur quelques algorithmes généraux et sur l'itération*, parue dans les *Comptes rendus* (14 février 1898), m'engage à faire connaître l'énoncé d'une proposition dont je possède la démonstration depuis quelque temps déjà.

» En juillet 1897 j'ai adressé, aux *Annales de la Faculté des Sciences de*

Toulouse, un petit Mémoire *Sur l'itération* dans lequel j'établis la proposition suivante qui résout, théoriquement du moins, le problème de l'itération dans un cas très général.

» Soient $\varphi(z)$ une fonction de substitution et x un point limite tel que l'on ait, à la fois,

$$|\varphi'(x)| < 1, \quad |\varphi'(x) - 1| < 1,$$

$\varphi'(z)$ étant la dérivée de $\varphi(z)$. Posons, comme de coutume,

$$\varphi_1(z) = \varphi(z), \quad \varphi_2(z) = \varphi[\varphi(z)], \quad \dots, \quad \varphi_p(z) = \varphi[\varphi_{p-1}(z)].$$

» La série suivante

$$\begin{aligned} \Psi(k, z) = z + \sum_{p=1}^{\infty} \frac{k(k-1)\dots(k-p+1)}{p!} \\ \times \left[\varphi_p(z) - \frac{p}{1} \varphi_{p-1}(z) + \frac{p(p-1)}{1.2} \varphi_{p-2}(z) + \dots + (-1)^p z \right] \end{aligned}$$

est convergente, quel que soit k , dans un domaine convenablement choisi entourant le point limite x . La fonction $\Psi(k, z)$ ainsi définie est, dans ce domaine, l'itérative de $\varphi(z)$; c'est-à-dire que l'on a :

» 1° Pour tout nombre entier, positif ou négatif, p

$$\Psi(p, z) = \varphi_p(z);$$

» 2° Et quels que soient k et k' ,

$$\Psi[k, \Psi(k', z)] = \Psi(k + k', z).$$

» Si l'on observe que la fonction itérative $\Psi(k, z)$ peut s'écrire, symboliquement,

$$\Psi(k, z) = [1 + (\varphi - 1)]^k z,$$

quelques-unes des remarques faites par M. Lémeray, dans la Note précitée, deviennent presque évidentes, puisque $\Psi(k, z)$ est une *puissance symbolique* d'exposant k .

» Je profite encore de cette occasion pour rappeler que j'avais déjà énoncé, sous une forme plus générale, certains des résultats indiqués par M. Lémeray dans sa Note du 27 décembre 1897, *Sur les équations fonctionnelles linéaires*, dans une Note qui a été insérée dans les *Comptes rendus* du 21 juin 1897. J'ai, d'ailleurs, l'intention de développer les indications sommaires qui en font l'objet dans un Mémoire plus étendu.

» Quant à l'équation de *Babbage*, dont parle M. Lémeray dans cette même Note,

$$f_m(x) - x = 0,$$

elle a été résolue complètement par M. Leau dans sa Thèse de doctorat (p. 59). Les indications que donne cet auteur sont très brèves, c'est ce qui explique qu'elles aient pu passer inaperçues; il serait à désirer qu'il développe sa méthode dans un Mémoire spécial et, en particulier, les grandes analogies qu'il signale entre cette équation et les équations binomes. »

PHYSIQUE. — *Remarque sur une Note de M. Moreau, intitulée : « Des cycles de torsion magnétique et de la torsion résiduelle du fer doux ».* Note de M. H. BOUASSE, présentée par M. Mascart.

« Dans une Note parue le 7 février dernier, M. Moreau énonce sur la torsion résiduelle deux lois qu'il est facile de déduire des faits connus.

» M. Brillouin et moi avons démontré que, très sensiblement, les courbes de torsion qui limitent un cycle de torsion fermé sont indépendantes des amplitudes du cycle; que la partie descendante du cycle, toutes réserves faites sur les vitesses avec lesquelles le cycle est parcouru, est sensiblement rectiligne et a l'inclinaison typique Γ relative à une torsion élastique pure.

» Ceci posé, soient $\pm T$, $\pm C$ les limites en angle et couple du cycle et T_r la torsion résiduelle; on a

$$T = T_r + \frac{C}{\Gamma}.$$

» Pour les grandes torsions, le couple C tend vers une valeur limite C_1 , d'où $T = T_r + \frac{C_1}{\Gamma}$: c'est la première loi de M. Moreau.

» La seconde loi se déduit immédiatement de la théorie proposée en 1848 par J. Thomson. Il démontre que si f est une constante caractérisant la plasticité du fil, le couple maximum C_1 que peut supporter un fil est $C_1 = \frac{2\pi f}{3} R^3$, R étant le rayon du fil.

» Or il est généralement admis que $\Gamma = \mu \frac{\pi}{2} R^3$. D'où $\frac{C_1}{\Gamma} = \frac{4f}{3\mu} \frac{1}{R}$.

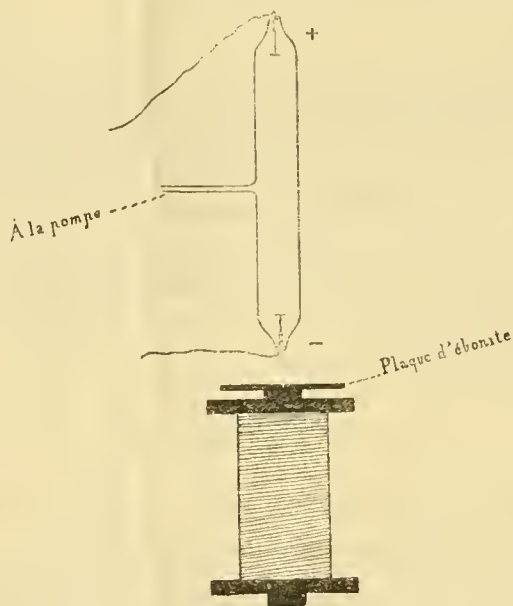
» D'où enfin $T = T_r + \frac{4f}{3\mu R}$: c'est la seconde loi de M. Moreau. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une analogie d'action entre les rayons lumineux et les lignes de force magnétique.* Note de M. BIRKELAND, présentée par M. Poincaré.

« Dans un Mémoire *Sur des décharges électriques à travers des gaz*, qui paraîtra plus tard dans le *Bulletin de l'Académie norvégienne des Sciences*, je décris un effet remarquable des forces magnétiques sur la cathode d'un tube de Crookes.

» Disposons un électro-aimant assez fort assujéti au-dessous d'un tube de décharge (*fig. 1*) par un mécanisme permettant de régler très exactement la distance entre le

Fig. 1 (à l'échelle de $\frac{1}{10}$).



tube et l'aimant. Admettons que des décharges d'un grand Ruhmkorff passent dans le tube et qu'il y ait production active de rayons cathodiques.

» Si l'aimant, suffisamment éloigné du tube, est mis en activité, le caractère de la décharge reste à peu près le même. Mais si, au contraire, l'aimant en est rapproché de plus en plus, il arrivera à une position critique où toutes les propriétés de la décharge sont subitement changées. Ainsi, la différence de potentiel entre l'anode et la cathode est souvent réduite au-dessous d'un dixième de sa valeur primitive et les

rayons cathodiques sont remplacés par des rayons qui ne produisent aucune phosphorescence sur le verre du tube, mais se manifestent immédiatement dans le gaz qui y est renfermé par une lueur rayonnant le long des lignes de force magnétique.

» J'appelle *distance critique* la distance entre la plaque de cathode et le bout le plus rapproché de l'aimant dans sa position critique. Cette distance, qui varie avec l'intensité de l'aimant, se mesure surtout exactement pour les tubes où le gaz n'est pas trop raréfié et dont les parois et les électrodes ne sont pas trop débarrassées de gaz adhérent.

» Si l'on fait passer le courant d'une machine de Holz à travers le tube, on aura l'avantage de pouvoir mesurer avec un voltmètre électrostatique les changements de potentiel au moment où l'aimant passe le point critique. Avec un voltmètre de Kelvin indiquant jusqu'à 20 000 volts, j'ai observé comment la différence de potentiel en question varie d'une façon continue quand l'aimant se rapproche du tube, pour ensuite tomber brusquement par exemple de 18 800 à 1 400 volts à l'époque où la distance critique se trouve atteinte. Cette position une fois dépassée, le potentiel varie de nouveau d'une façon continue, diminue d'abord un peu (dans le cas indiqué jusqu'à 1 100 volts) pour ensuite augmenter lentement lorsque l'aimant continue à se rapprocher du tube.

» Cependant, quand le courant traversant le tube est continu et que l'aimant agit sans interruption, la distance critique n'est plus bien définie, mais varie quelque peu avec la durée de l'action de l'aimant. Pour préciser, j'impose la condition que les changements brusques de décharge se manifestent moins d'une seconde après que l'aimant est mis en activité. Un exemple va mettre ce point en lumière. Supposons que j'aie trouvé la distance critique = 80^{mm}. A 75^{mm}, les changements de décharge paraissent presque immédiatement après que le courant excitant l'aimant est fermé, tandis qu'à la distance de 90^{mm} le voltmètre indique constamment 12 000 volts pendant une minute et dix secondes après la création de l'aimant pour tomber ensuite brusquement à 1 000 volts.

» J'ai fait un grand nombre de mesures de la distance critique pour différentes intensités de l'aimant. J'en citerai un exemple. Un tube rempli d'hydrogène sous la pression de 0^{mm},061 montrait en marche une différence de potentiel de 3 900 volts entre l'anode et la cathode.

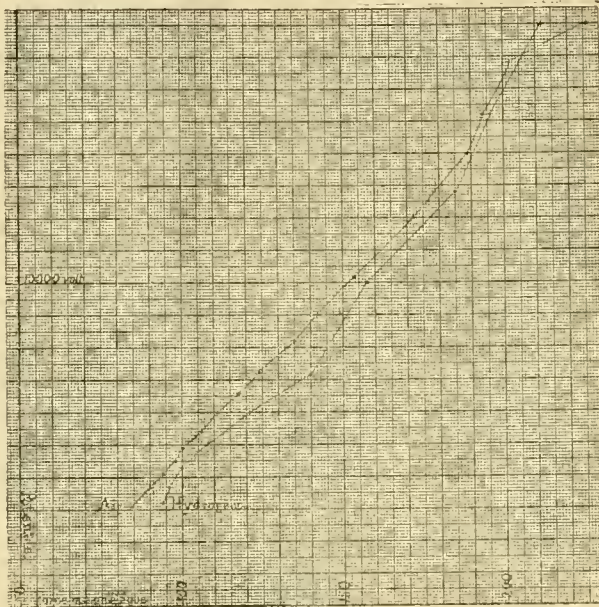
» Pour les courants d'aimantation de 11^{amp}, 8, 21^{amp}, 7 et 41 ampères j'ai trouvé, en moyenne, les distances critiques 98^{mm}, 7, 128^{mm} et 144^{mm}. D'autre part des mesures de la force magnétique à ces distances de l'aimant pour ces trois degrés d'excitation donnaient 99, 101 et 102, c'est-à-dire une valeur sensiblement égale. Et ces résultats ont un caractère général : quand la force magnétique sur la plaque cathode atteint une certaine intensité, les changements brusques de décharge font leur apparition.

» Si donc l'action en question des forces magnétiques est localisée, cette force doit agir sur la plaque cathode ou sur son voisinage immédiat, cette plaque étant le seul endroit du tube où la force magnétique est la même pour les positions critiques de l'aimant.

» Les mesures de la distance critique se feront surtout nettement en employant un Rulmkorff comme source de décharge.

» J'ai fait aussi des mesures pour déterminer la relation entre le potentiel de la cathode, φ volts, l'anode étant en communication avec le sol, et l'intensité de la force magnétique I sur la plaque cathode au moment critique. I étant donné dans une unité arbitraire, on aura la densité de lignes de forces en multipliant les valeurs de I par 0,6 environ.

Fig. 2.



» Dans le Tableau suivant p^{mm} désigne la pression du gaz dans le tube, ce gaz étant de l'air dans les dix-sept premières colonnes du Tableau et de l'hydrogène dans les dix suivantes :

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $10^4 \cdot p \dots$ | 41 | 44 | 48 | 50 | 54 | 59 | 63 | 68 | 74 | 82 | 87 | 92 | 96 | 102 | 109 | 115 | 126 |
| $- 10^{-2} \cdot \varphi$ | 180 | 168 | 152 | 140 | 120 | 102 | 90 | 82 | 73 | 66 | 60 | 54 | 49 | 45 | 41 | 37 | 31 |
| $I \dots \dots$ | 226 | 202 | 194 | 189 | 172 | 154 | 142 | 135 | 124 | 118 | 111 | 106 | 100 | 98 | 94 | 90 | 84 |
| | 120 | 144 | 162 | 193 | 217 | 238 | 265 | 284 | 312 | 332 | | | | | | | |
| | 180 | 152 | 128 | 100 | 72 | 60 | 48 | 43 | 37 | 32 | | | | | | | |
| | 212 | 196 | 185 | 158 | 140 | 121 | 105 | 100 | 96 | 94 | | | | | | | |

» Ces résultats sont graphiquement représentés dans la *fig. 2*.

» On voit que les distances critiques sont sensiblement les mêmes pour

les deux gaz employés, le potentiel de la cathode étant le même. En outre, j'ai trouvé que les distances critiques sont sensiblement indépendantes de l'intensité du courant à travers le tube. Cela rappelle mon théorème (*Comptes rendus*, 28 septembre 1896) que la déviation magnétique des rayons cathodiques dépend uniquement de la tension entre la cathode et l'anode, la force magnétique étant la même.

» Quand l'aimant agit sur la cathode de la manière mentionnée plus haut, des particules de métal s'en détachent et sont projetées violemment. Même avec une cathode d'aluminium on peut produire, en employant pendant une demi-heure des décharges intenses, un miroir opaque de métal déposé sur le verre.

» La pression du gaz dans le tube diminue vite dans les mêmes conditions de décharge. Dans un tube à électrodes d'aluminium rempli d'hydrogène à la pression initiale de $0^{\text{mm}}, 1176$, j'ai fait disparaître, en quatorze reprises de vingt secondes chacune, 2808^{cc} de gaz à la pression de $0^{\text{mm}}, 0382$, presque assez pour remplir une douzaine de tubes de Crookes ordinaires. D'après quelques analyses que j'ai faites, elle se retrouve en partie sur la surface intérieure du tube.

» La quantité de gaz disparu est proportionnelle, toutes choses égales d'ailleurs, au courant primaire de la bobine employée; mais la relation entre le gaz disparu et le courant secondaire à travers le tube est plus compliquée.

» L'aimant n'agit sur l'anode du tube de décharge d'aucune des manières décrites plus haut, je l'ai vérifié avec un tube de 90^{cm} de longueur et 6^{cm} de diamètre. »

PHYSIQUE. — *Sur la prépondérance de l'action mécanique des courants de convection, dans les enregistrements de figures d'effluves sur plaques voilées soumises à l'action de pôles thermiques dans les bains révélateurs.* Note de M. A. GUÉBHARD, présentée par M. Lippmann.

« Frappé, dès les premières observations de pseudo-induction thermique que j'ai eu l'honneur de signaler à l'Académie (¹), de ce fait que l'action du liquide révélateur mis en mouvement sous l'influence de pôles thermiques appliqués sur la face verre, seule émergente, d'une plaque supérieure, produisait, sur d'autres plaques parallèles, des taches polaires se-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 814; 15 novembre 1897.

condaires, dont la couleur, tantôt noire, tantôt blanche, était absolument indépendante de la température propre des molécules, et uniquement dépendante du sens dans lequel avait lieu l'attaque de la surface sensible par les filets de flux liquide, j'ai tenu à m'édifier par de nouvelles expériences sur le rôle, en ceci, des courants de convection, au point de vue, soit de la véhiculation de la chaleur par les molécules, soit de la véhiculation des molécules par la chaleur.

» Dans une première série, faisant agir les pôles non plus de haut en bas, mais de bas en haut, soit directement sur une plaque inférieure, formant le fond d'une cuve spécialement construite, soit médiatement, en posant simplement, sur le groupe des cylindres à eau chaude ou glacée, des cuvettes de verre, de porcelaine ou de carton noir (¹) contenant les piles de deux à quatre glaces parallèles, espacées de 3^{mm} à 5^{mm}, j'ai constaté que, sur la plaque inférieure, ce n'était plus du tout une tache noire qui correspondait au pôle chaud et une tache blanche au pôle froid, mais absolument l'inverse; preuve évidente (comme avec la même plaque, soumise, par en haut, à distance, à l'action des mêmes pôles) que ce n'est point la température elle-même qui provoque ou retarde le noircissement du gélatinobromure, mais le sens positif ou négatif de la pression exercée sur celui-ci sous la double influence de la température et de la gravité.

» Aussi n'y-a-t-il pas lieu de s'étonner de la constance avec laquelle se vérifie, pour les plaques horizontales disposées face à face, la loi des inversions polaires et celle de la correspondance, au contraire, pour les plaques de même sens. Afin d'éviter dans ces constatations les erreurs pouvant résulter de l'emploi de plaques adossées par la face verre, j'ai fait faire par MM. Graffe et Jouglé des plaques sensibilisées *sur les deux faces*. En les observant avant fixage, ou pelliculant ensuite une des faces (²), on

(¹) Notons, en passant (mais sans attacher aucun sens extraordinaire à un phénomène aussi facile à prévoir qu'à expliquer), qu'il s'agit ici d'une véritable *action photographique à travers corps opaques*, action qui, sans l'intermédiaire d'aucune espèce de radiation, par le simple transfert de vibrations thermiques à travers l'épaisseur de la cuvette, puis de la glace et de la gélatine elle-même, va produire, sur les mouvements du liquide sus-jacent, une modification capable de reproduire à son tour, sur le gélatinobromure, la silhouette, par exemple, d'un corps, ou très conducteur, ou très peu, interposé entre la source de chaleur et la plaque.

(²) Opération des plus faciles une fois qu'on s'est habitué à disposer une plaque sur des supports appropriés (perles de verre ou punaises à dessin la pointe en l'air) de manière que l'une des faces, seule, soit en contact avec le liquide.

trouve toujours, dos à dos, des taches inverses, correspondant évidemment à des conditions thermiques identiques, mais à des sens inverses de la convection par rapport à la gélatine.

» Il devait être intéressant de rechercher ce qui se passerait pour les positions verticales ou inclinées des couples de plaques opposées. Mais, d'une part, les cuvettes verticales commerciales en verre monté se prêtent mal, à cause de leur convexité, à l'application de pôles thermiques, même si l'on remplace la fermeture rigide des récipients cylindriques par une membrane souple tendue à la manière d'un osmomètre; et, d'autre part, les cuvettes ordinaires, diversement inclinées, ne s'accrochent que d'un petit nombre de combinaisons des plaques, en **Z**, ou en **V** ou **W** couchés. Aussi ai-je recouru à la construction, au moyen d'étriers en bois, feuille de liège ou plaque de gutta avec joints de caoutchouc, et pinces de serrage, de cuves 9×13 à faces parallèles suivant le type imaginé par M. Lippmann pour la photographie des couleurs, et dès que j'eus renoncé au modèle de 2^{cm}, beaucoup trop épais, pour le modèle de 3^{mm} seulement, facile à doubler en cuve à compartiments multiples, je pus étudier facilement, pour toutes les inclinaisons possibles, de 0° à 90°, l'action, par en haut ou par en bas, des pôles thermiques sur les plaques parallèles.

» Il serait oiseux d'entrer dans la description de la très grande variété de figures, souvent très régulières, qu'il m'a été donné d'observer sur 163 clichés, presque tous 9×13 , au cours de 81 expériences enregistrées. Mais, dans toutes, et alors même qu'il n'y avait plus, à proprement parler, de taches polaires, mais de simples centres d'irradiation de lignes de flux claires et foncées, on constate toujours :

» 1° Que les plages noires correspondent, indépendamment de la température, aux places où le mouvement circulatoire du liquide tend à appliquer les molécules contre la gélatine, et les plages blanches aux endroits où le mouvement tend à les en détacher, au point que, souvent, on voit une ligne de flux noire se terminer par un dégradé effilé qui, sur le cliché sec, donne l'illusion visuelle d'un relief, faisant *sortir* l'extrémité de la ligne de la gélatine, à l'endroit même, sans doute, où le filet liquide s'en éloignait :

» 2° Que, sur des plaques en regard, la loi d'inversion se manifeste dans toutes les positions, conformément à cette règle générale que, sur les extrémités opposées d'une même verticale, il y a toujours des teintes contraires ;

» 3° Que si l'on veut, dès lors, attacher des signes contraires aux

teintes noires ou blanches des taches polaires, leur détermination dépendra uniquement, comme pour une plaque de métal dans un champ magnétique, du sens du recoupement des lignes de force par la plaque.

» La preuve expérimentale est donc faite : la chaleur qui, dans ces expériences, semblerait, de prime abord, être le facteur principal, n'a pas d'autre rôle que celui de force motrice, et la pesanteur, ainsi que je l'avais têt soupçonné, a la plus grande part aux curieux simulacres d'induction thermique que j'avais signalés. Si les figures observées, dans le cas où le mouvement est confiné entre deux plans parallèles rapprochés, sont bien conformes à celles des écoulements soit thermiques, soit électriques, cela tient à l'identité de la formule potentielle qui régit tous ces écoulements stationnaires à deux dimensions. Mais toute autre cause motrice que la chaleur, capable de créer et de maintenir en des points déterminés des différences de potentiel hydrodynamique, devra produire identiquement les mêmes effets : c'est ce que je démontrerai expérimentalement dans une prochaine Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une combinaison de l'anhydride phosphorique avec le benzène.* Note de M. H. GIRAN.

« La production des acides sulfoniques par l'action de l'acide sulfurique fumant sur divers composés organiques m'a fait supposer que l'acide phosphorique pourrait également donner naissance à des corps analogues à ces acides sulfoniques.

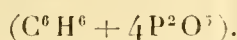
» Pour vérifier cette hypothèse dans un cas particulier, j'ai chauffé en tube scellé, à 110°-120°, pendant quatre ou cinq heures, un mélange de deux parties d'anhydride phosphorique avec trois parties de benzène (soit environ 1 molécule P²O³ pour 3 molécules C⁶H⁶). Il se produit une matière solide, rouge brique, très instable, qui se dissocie rapidement à l'air libre, mais que l'on peut conserver dans une atmosphère de benzène. Mise en présence de l'eau, elle se décompose en benzène et acide phosphorique, mais elle se dissout dans l'alcool. Cette solution attaque lentement le carbonate de baryte et se transforme, au bout de quelques heures, en une masse gélatineuse. Le même résultat est obtenu si l'on remplace le carbonate de baryte par une solution alcoolique d'éthylate de baryte, jusqu'à neutralisation de la liqueur. Cette masse gélatineuse est jetée sur un filtre, lavée à l'alcool absolu et desséchée sur une plaque poreuse en présence de la potasse caustique.

» On obtient ainsi un sel blanc, soluble dans l'eau, qui, après dessiccation à l'étuve à la température de 110°-120°, présente à l'analyse une composition correspondant à la formule C⁶H²P⁸O²⁰Ba².

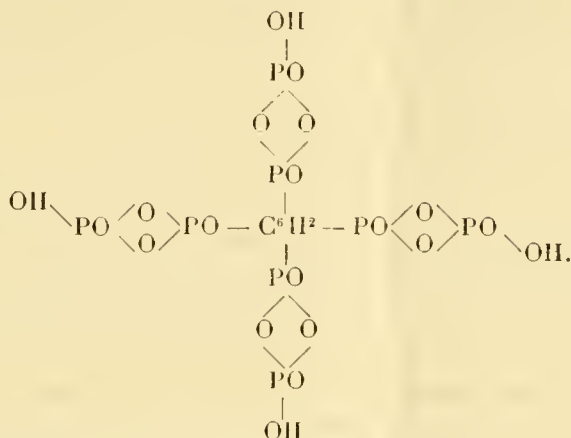
» Les résultats de l'analyse sont :

| | Calculé. | Trouvé. | | | | |
|---------|----------|---------|------|-------|-------|-------|
| | | I. | II. | III. | IV. | V. |
| C..... | 7,86 | 8,02 | 7,95 | » | » | » |
| H..... | 0,21 | 0,36 | 0,28 | » | » | » |
| P..... | 27,07 | » | » | 27,67 | 26,86 | » |
| Ba..... | 29,92 | » | » | » | » | 30,57 |

» L'acide de ce sel serait $C^6H^2P^8O^{20}H^1$; il résulterait de l'union d'une molécule de benzène avec quatre molécules d'anhydride phosphorique



Sa constitution pourrait s'expliquer par la formule développée suivante :



» Ce serait donc l'*acide benzène-tétradinétophosphorique*.

» Je me propose d'étudier avec plus de détails les propriétés de cet acide et de ses sels, et de chercher à isoler les diverses combinaisons, que la théorie permet de prévoir, formées par l'union de l'anhydride ou des acides phosphoriques avec le benzène ou d'autres composés organiques du même ordre. »

MÉDECINE. — *Influence des rayons X sur le phénomène de l'osmose.*

Note de M. H. BORDIER, présentée par M. d'Arsonval.

« On sait que, pendant le phénomène de l'osmose, une différence de potentiel, vraisemblablement très faible, se produit entre les deux faces du septum à travers lequel s'effectue le passage des liquides.

» Étant données les propriétés électriques des rayons X, il était permis de se demander si les actions électrocapillaires produites par les courants d'endosmose et d'exosmose peuvent être modifiées par les radiations de Röntgen, et si, par suite, la marche du phénomène de l'osmose est influencée d'une manière quelconque par ces radiations. Ce sont les résultats des premières expériences tentées dans ce sens que je vais faire connaître.

» Il était indispensable que la cuve renfermant l'eau et destinée à recevoir l'osmomètre fût transparente aux rayons X, ce qui n'est pas le cas du verre. Je me suis servi de petites caisses en bois mince, dans lesquelles on avait coulé de la paraffine pour obtenir une étanchéité parfaite.

» Quant à l'osmomètre, j'ai fait usage de deux modèles : l'un formé d'un simple tube à entonnoir, l'autre construit avec un entonnoir ordinaire auquel était rajusté un tube de verre. Chacun de ces osmomètres était fermé par du parchemin animal ; la surface de la membrane était, pour le premier, de 6^{cm}, 60 et, pour le second, de 38^{cm}, 46.

» Le tube de Crookes employé était un tube focus construit sur les indications de M. Monell, de New-York, spécialement pour être actionné par les décharges d'une machine statique : cette dernière était une machine à grand débit (machine à deux grands cylindres en ébonite, de Bonetti).

» Les décharges très fréquentes étaient obtenues à l'aide des interrupteurs ou détonateurs de Van Houten et Ten Brœck, qui peuvent être fixés directement sur les manches en ébonite des deux pôles de la machine. On a ainsi un rendement considérable, qui peut être rapproché de celui que fournit une grosse bobine de Ruhmkorff de 0^m, 55 d'étincelle.

» *Première expérience.* — Osmomètre n° 1 : S = 6^{cm}, 60 ; diamètre du tube osmométrique : 4^{mm}. On introduit dans l'appareil une solution de sucre de canne à 30 pour 100, et l'on place l'osmomètre dans la cuve pleine d'eau. Le tube de Crookes est disposé en dessous, de façon que les rayons X soient dirigés de bas en haut, perpendiculairement à la membrane.

» L'ascension du liquide dans le tube est notée d'abord sans excitation du tube focus, pendant trente minutes : on trouve 6^{mm}. On excite alors le tube et l'on trouve qu'après trente minutes le liquide ne s'est élevé que de 3^{mm}.

» On arrête la machine et l'on note l'ascension pendant les trente minutes suivantes : elle est de 6^{mm}, 1.

» On met de nouveau la machine en marche et l'ascension n'est plus que de 2^{mm}, 7, pendant trente minutes.

» Enfin, le système étant abandonné à lui-même, sans rayons X, l'ascension est de 6^{mm} pendant chaque demi-heure suivante.

» *Deuxième expérience.* — Osmomètre n° 2 : S = 38^{cm}, 46 ; diamètre du tube relié

à l'entonnoir, 5^{mm}. Liquide introduit dans l'osmomètre, solution concentrée de sel marin.

» Ascension du liquide dans le tube après trente minutes : 27^{mm}. Le tube de Crookes étant excité, l'ascension, après le même temps, n'est plus que de 16^{mm}, 5.

» *Troisième expérience.* — Osmomètre n° 2 : S = 38^{cm}, 46; tube capillaire fixé à l'entonnoir. Liquide introduit, solution saturée de sucre de canne. On note l'ascension du liquide pendant dix minutes chaque fois.

| | |
|------------------------|------------------|
| 1° Sans rayons X | 38 ^{mm} |
| 2° Avec rayons X | 28 |
| 3° Sans rayons X | 40, 2 |
| 4° Avec rayons X | 27 |

» Il résulte nettement de ces trois séries d'expériences que le phénomène de l'osmose, dans les conditions expérimentales indiquées, a été influencé dans sa marche par l'exposition de la membrane à l'action des rayons X : l'ascension du liquide a été chaque fois ralentie.

» Il y avait lieu de rechercher si cette action retardatrice était due aux rayons X eux-mêmes, ou bien au champ électrique provenant de la source servant à actionner le tube.

» J'ai alors interposé, entre l'ampoule de Crookes et l'osmomètre, une lame d'aluminium reliée soigneusement au sol, qui était constitué par la gaine métallique d'une cheminée voisine.

» Les résultats ont été les suivants :

» I. *Osmomètre n° 1.* — Liquide introduit, solution de sucre.

» Après trente minutes, l'ascension est de 6^{mm}, 2.

» On actionne le tube de Crookes; pendant le même temps, l'ascension notée est de 3^{mm}, 5.

» II. *Osmomètre n° 2.* — Liquide introduit, solution de sel marin.

» Ascension, pendant trente minutes : 28^{mm}.

» Tube de Crookes excité pendant le même temps, ascension 17^{mm}.

» Les nombres relevés dans ces expériences comparatives montrent que, malgré l'interposition d'une lame d'aluminium en communication avec le sol, l'osmose est ralentie lorsque l'appareil est exposé aux rayons X. On ne peut donc attribuer qu'à l'influence des rayons le ralentissement observé. Ce ralentissement est dû probablement à l'action perturbatrice des rayons X sur les phénomènes électrocapillaires dont le parchemin est le siège pendant l'osmose.

» Quoi qu'il en soit, il est peut-être permis de rapprocher, de la modification apportée par les rayons X dans la marche du phénomène de l'osmose,

certaines perturbations qu'ils produisent dans l'intimité des tissus vivants. Comme on le sait, un grand nombre des échanges intercellulaires se font chez l'être vivant par voie endosmotique; il ne serait pas téméraire, par suite, d'admettre que, lorsqu'un faisceau de rayons X traverse pendant un certain temps une région de l'organisme, les échanges des liquides entre les cellules ainsi rencontrées soient ralentis et que la nutrition des tissus puisse se trouver ainsi plus ou moins altérée. Il est même possible que ce soit là l'explication de quelques effets thérapeutiques des rayons X déjà observés. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Production de substance mucinoïde par les bactéries.* Note de MM. A. CHARRIN et A. DESGREZ, présentée par M. d'Arsonval.

« Certaines cultures du bacille pyocyanique prennent une consistance visqueuse et filante qui nous a fait supposer, dans ces liquides, la présence d'une substance albuminoïde analogue à la mucine. Cette substance se forme dans des bouillons préparés, suivant la technique habituelle, avec de la viande; elle fait totalement défaut ou n'existe qu'à l'état de traces, si ces bouillons ne renferment que des substances minérales, ou de la peptone dans la proportion de 1 pour 100. Il n'y a, d'ailleurs, aucun rapport entre la genèse de ce produit et la formation de pyocyanine.

» Les premières, les cultures à mucus, précipitent par l'alcool, l'acide acétique, les acides minéraux, le sel marin, le sulfate de magnésie. Le précipité formé par l'alcool se gonfle dans l'eau, s'y dissémine tellement qu'il semble se dissoudre, et peut, à cet état, traverser les filtres. Le précipité obtenu avec l'acide acétique est insoluble dans un excès de réactif, mais se redissout dans les alcalis et leurs carbonates étendus. Les acides minéraux en excès redissolvent également le précipité auquel ils ont d'abord donné naissance. Ces caractères, fonction acide, insolubilité dans l'eau et l'acide acétique, rapprochés de la présence du soufre dans notre substance, sont ceux des composés mucinoïdes. Quant au dédoublement par les acides étendus avec production d'une gomme réductrice, dédoublement caractéristique des vraies mucines, deux cultures seulement, sur trois, nous l'ont fourni. La recherche du phosphore dans le précipité nous ayant, de même, donné un résultat positif avec certaines cultures anciennes, nous supposons, dans ces cas, notre substance mucinoïde accom-

pagnée d'une nucléo-albumine. Weyl a signalé un composé analogue dans les cultures du bacille tuberculeux.

» Les masses visqueuses existant dans les cultures qui nous ont donné les réactions précédentes ne sont, d'ailleurs, pas constituées par des amas microbiens ; le microscope, en effet, n'y révèle des bactéries qu'en nombre très limité ; d'autre part, les cultures minérales ou peptoniques, qui ne fournissent pas ces mêmes réactions, contiennent autant de bactéries que les premières.

» Dissoute dans le carbonate de soude étendu et injectée dans la veine marginale de l'oreille d'un lapin, à la dose de 0^{gr},15 par kilogramme d'animal, notre substance mucinoïde produit une série d'accidents. La température rectale s'abaisse dès la deuxième heure, la diarrhée se manifeste et la mort peut survenir en moins de vingt-quatre heures. Avec des doses moins fortes, l'animal maigrit rapidement, perd un quart de son poids en quatre jours et succombe albuminurique, présentant à l'autopsie des traces d'entérite et d'hémorragies intramusculaires. Ces résultats établissent que notre substance, ou peut-être un principe entraîné par elle, à la façon des diastases, provoque des accidents rappelant, dans quelque mesure, l'intoxication pyocyanique. La rapidité de ces troubles, l'absence d'incubation, le résultat négatif des ensemencements démontrent que l'on a affaire à un processus toxique et non bactérien. Le traitement par l'acide acétique, répété en vue de la purification du produit, suffirait, du reste, à atténuer, sinon à détruire les microbes du pus bleu.

» Il est intéressant de voir la cellule microbienne produire une substance analogue à celles que produisent des cellules de l'organisme et toute une série d'autres cellules végétales. Il est non moins intéressant de remarquer que les inflammations des membranes muqueuses s'accompagnent fréquemment de la production d'éléments muqueux donnant, en partie, les réactions de la mucine. Ce caractère devient parfois tellement important qu'on donne à ce processus les dénominations d'*inflammation muco-membraneuse*. Or, au cours de ces affections, les bactéries se développent généralement en abondance. Il est permis de se demander si ces bactéries n'entrent pas, pour une part variable, dans la genèse de ces substances muqueuses. Cette question est d'autant plus légitime que, plus d'une fois, comme dans l'entérite muco-membraneuse, les cellules normales de la muqueuse se désagrègent pendant que les cellules bactériennes se multiplient de plus en plus.

» Quelques recherches, encore incomplètes, poursuivies avec le staphy-

locoque, le bacille du colon, la virgule cholérique, nous permettent de dire que cette formation de substance mucinoïde n'est pas une propriété spéciale au bacille pyocyanique. Nous pouvons également ajouter que les diverses races de ce bacille sont capables de produire la même substance.

» Nous continuons ce travail, en vue de sa généralisation et de l'étude plus complète de la composition des cultures de divers bacilles pathogènes. »

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur l'amertume des vins.*

Note de MM. **J. BORDAS**, **JOULIN** et **RACKOWSKI**, présentée par M. Brouardel.

« Le ferment que nous avons isolé provient d'un vin qui présentait nettement les caractères d'un vin amer, tant par l'examen microscopique et chimique que par le goût.

» L'ensemencement direct sur gélatine du dépôt de ce vin n'a donné aucun résultat, tandis que, sur eau de levure concentrée, alcalinisée légèrement avec de la potasse et additionnée de glucose, nous avons obtenu une culture abondante.

» Ce bacille a été purifié par plusieurs passages successifs sur le milieu ci-dessus, puis nous l'avons isolé par des cultures sur plaques. Les colonies sur plaques sont très petites, légèrement jaunâtres et ne liquéfient pas la gélatine.

» Le bacille de l'amertume se présente sur eau de levure glucosée, sous forme de filaments plus ou moins longs, contournés, simples, constitués par des bâtonnets accolés bouts à bouts. Après quelques jours, ces filaments se réunissent entre eux pour former de véritables faisceaux, composés, eux aussi, de courts bâtonnets accolés.

» Sur le milieu de Laurent, modifié par l'adjonction de peptone Collas à 10 pour 100, le bacille de l'amertume se développe très rapidement. Le liquide est déjà trouble après vingt-quatre heures; au bout de huit jours, on perçoit faiblement, mais d'une façon très nette, un goût amer; il y a, en même temps, production d'un léger dégagement gazeux.

» Dans ce milieu minéral, le bacille se présente sous la forme de petits bâtonnets, parfois mobiles, mesurant 1μ de largeur sur 4μ à 5μ de longueur. Ces bâtonnets offrent la particularité de se grouper de telle façon qu'on peut les croire ramifiés; cette particularité est, d'ailleurs, mise en évidence par la coloration à l'aide de la vésuvine.

» Dans les milieux minéraux peptonisés contenant 3^{sr} de tartre par

litre, même en présence de glucose et de glycérine, le développement du bacille est beaucoup plus lent.

» Le ferment ainsi isolé a été ensemencé dans un vin qui avait été préalablement filtré à la bougie Chamberland. Examiné six mois après, le vin possédait un goût amer très prononcé. Le vin était très trouble, la matière colorante précipitée en partie; le dépôt abondant, observé au microscope, a indiqué la présence de filaments caractéristiques de l'amertume. Le titre alcoolique de ce vin rendu malade n'avait pas varié, tandis que les proportions de glycérine et de glucose étaient notablement moindres. Enfin, l'acidité avait fortement augmenté : l'augmentation était surtout due à de l'acidité volatile; nous avons constaté enfin la présence de petites quantités d'ammoniaque.

» Le vin ensemencé avait été abandonné à la température de 20°, tandis que pour les cultures dans les divers milieux artificiels la température de 30° semble plus favorable au développement du bacille.

» Dans un vin privé d'alcool par la distillation, la maladie se développe rapidement; après quelques jours, on constate de profondes modifications dans le milieu, ainsi qu'un goût amer très prononcé.

» Ce bacille a été de nouveau isolé des vins que nous avons rendus malades, et nous avons pu déterminer à nouveau l'amertume dans d'autres vins. »

BOTANIQUE. — *Sur l'aptitude à germer des spores de la Truffe et le rôle de l'arome.* Note de M. A. DE GRAMONT DE LESPARRE, présentée par M. Chatin.

« L'aptitude des spores à germer dépend de leur état de conservation et, en second lieu, de la nature et de l'exposition des fenilles. J'examinerai d'abord le premier point, ce qui m'amènera à parler de l'arome.

» Si une Truffe mûre demeure en terre ou séjourne dans une chambre, elle subit l'une des deux transformations suivantes : ou bien elle se dessèche et durcit; ou bien elle entre en pourriture, pour mieux dire en fermentation, puisque le plus souvent cette décomposition est produite par un ferment genre *saccharomyces* et accompagnée de dégagement ammoniacal.

» La Truffe simplement desséchée devient aussi dure que le bois, mais cet état de dessiccation, complet en apparence, n'est qu'un trompe-l'œil; en réalité les asques et

leurs spores sont en grande partie intacts; mis en eau ils reprennent vite leur forme et leur bonne mine (*fig. 1*; n° 1 : pulpe de spore, n'ayant pas fermenté, vieille d'un an, humectée; n° 2 : pulpe de spore, n'ayant pas fermenté, vieille de deux ans).

» Extraites de leurs asques et ensemencées un an après la maturité, les spores germent très bien, quoique en moins grand nombre que si elles étaient fraîches : elles germent même après deux ans, mais les manquants sont encore plus nombreux. D'où il suit que si, dans cet état de conservation sèche, la Truffe vient à être humectée et à se ramollir en terre, le rôle des insectes continue de façon utile, car les spores sont encore aptes à reproduire.

Fig. 1.

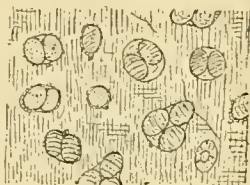
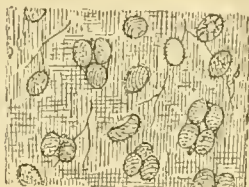
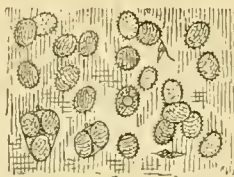


Fig. 2.



» Lorsque, au contraire, la pourriture ou la fermentation ont attaqué la Truffe avant son dessèchement, les asques sont détruits, presque tous, au bout de quinze jours; tous sans exception, si la fermentation se prolonge (*fig. 2*; n° 1 : pulpe ayant fermenté dix jours à l'origine; n° 2 : pulpe ayant séjourné quinze jours en terre humide, en février; la pourriture a commencé; les insectes ou leurs larves ont détruit des asques et des spores).

Fig. 3.



Fig. 4.



» Que la Truffe ou ses débris viennent alors à se dessécher, il reste des spores isolées plus ou moins intactes, plus ou moins racornies (*fig. 3*, pulpe ayant fermenté à fond, mais non encore desséchée; *fig. 4*, la même desséchée à fond).

» Celles-ci, lorsqu'elles ont été maintenues à l'ombre, à l'abri d'une forte chaleur, germent encore assez bien jusqu'en septembre; plus tard leurs facultés végétatives semblent diminuer; il en reste peu d'aptes à germer jusqu'en hiver, et plus du tout après. Encore ne s'agit-il ici que de spores qui n'ont pas été exposées au soleil ou conservées en terre surchauffée, car, dans ce cas, la stérilité est presque absolue.

» La Truffe qui a fermenté est donc relativement impropre à conserver l'espèce, puisqu'elle n'est guère apte à reproduire que de novembre à janvier, alors que la maturité même est souvent postérieure à cette date. En outre, la végétation d'été devenant très aléatoire, certains arbres, tels que le noisetier, seraient exposés à ne plus être fécondés. Au contraire, la truffe desséchée avant fermentation assure l'avenir pendant un an ou deux.

» Or de tous les végétaux il n'en est peut-être pas de plus fermentescible que la Truffe, avec sa pulpe épaisse et profonde, de composition azotée, et la quantité d'eau (72 pour 100) qu'elle renferme. Aussi fermenterait-elle toujours avant de sécher, si l'arome n'agissait comme un antiseptique, un retardateur.

» Un morceau de Truffe fraîche a été enfermé avec un peu d'eau, sans aucune précaution antiseptique, dans un tube de verre qu'il remplissait aux trois quarts. On a hermétiquement bouché. Trois mois après, la Truffe répandait encore un très fort parfum, une sorte d'arome modifié, mais point du tout une odeur de pourriture. En fait, il n'y avait pas de décomposition; les asques étaient presque tous intacts. Dans ces mêmes conditions, si l'on avait laissé l'odeur s'évaporer, tous les asques sans exception auraient été détruits depuis longtemps.

» L'arome a donc pour but la conservation de l'espèce, par la protection des asques. Indirectement, il révèle la Truffe aux animaux tubérovores, mais il ne serait nul besoin pour cela qu'il fût aussi intense, puisque l'odeur beaucoup plus faible que dégage la Truffe desséchée (et non fermentée) suffit parfaitement à les attirer de juin à novembre. Cela n'a rien d'étonnant, si l'on considère le développement extraordinaire des facultés olfactives chez les insectes carnivores.

» De ces précautions que la nature a prises pour assurer la perpétuité de l'espèce, il ne suit pas que la spore de Truffe perde facilement sa faculté de germer. Le contraire est plutôt vrai.

» J'en ai vu partir qui semblaient être dans un état de dessèchement voisin de la *fig. 2*. Brisées, coupées en deux, elles germent encore, souvent avant leurs voisines intacts, ce qui prouverait, au moins pour les femelles, l'existence de germes multiples. J'en ai mis, après les avoir sorties de leur asque, dans de l'eau phéniquée à plus de 4 pour 100, où elles sont restées huit mois; je les ai ensemencées ensuite : plusieurs ont germé.

» En résumé, les Truffes fraîches ou vieilles d'un an, mais desséchées avant fermentation, donnent les meilleurs résultats.

» *Aptitude à germer d'après la nature et l'exposition de la feuille.* — De mai à la fin de juin les germes mâles isolés viennent plus facilement sur noisetier que sur chêne : plus tard, l'évolution totale serait plus rapide sur feuilles de noisetier, mais l'observation y est difficile et fatigante.

» Surtout à l'arrière-saison, la germination paraît être plus pénible sur conifères (épicéas, pins à cinq feuilles, genévriers, etc.) que sur chênes. Le durcissement du sclérenchyme opposerait un obstacle souvent insurmontable au cheminement sous-épidermique des pseudospores, qui profitent alors, quelquefois, pour entrer et sortir, des pores stomatiques. Bien des spores femelles restent alors stériles.

» De juillet à la fin d'octobre, toutes les feuilles donnent de beaucoup meilleurs résultats, quant à la production des pseudo-spores, non seulement lorsqu'elles sont protégées des forts coups de vents et des pluies fouettantes, mais encore lorsqu'elles sont bien à l'abri du soleil. Par conséquent, pour les arbres en coteaux regardant le midi, le côté nord est préférable, pourvu que la feuille ne soit pas anémiée faute d'air. Les spores ensemencées au soleil, de juillet à la mi-octobre, sont très souvent stériles et tombent desséchées.

» A partir d'octobre et, en général, pour la formation des téléutospores, le soleil ne nuit pas; il faut avant tout des feuilles saines, vertes, aérées. Le froid, même assez intense, ne semble pas contrarier le développement des germes.

» Des expériences pratiques ont été tentées sur ces données, dans des conditions de terrain et de climat malheureusement à demi favorables. Le résultat ne sera connu que dans un délai dont j'ignore la durée. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la ktypéite, nouvelle forme de carbonate de calcium, différente de la calcite et de l'aragonite.* Note de M. A. LACROIX, présentée par M. Fouqué.

« Le carbonate de calcium n'a été indiqué, jusqu'à présent, dans la nature, qu'à l'état cristallisé sous forme de calcite ou d'aragonite. On sait, en effet, que même les calcaires les plus compacts, les craies les plus terreuses se résolvent, au microscope, en un agrégat de petits cristaux de calcite. Aussi la découverte d'une nouvelle forme de carbonate de cal-

cium semble-t-elle mériter l'attention de l'Académie, d'autant plus que ce minéral constitue exclusivement les pisolites des sources thermales de Carlsbad en Bohême et d'Hamman-Meskoutine (Constantine), pisolites bien souvent décrits comme formés par de l'aragonite.

» Ces pisolites, qui peuvent atteindre plusieurs centimètres de diamètre, sont formés d'écaillés concentriques qu'il est parfois facile d'enlever successivement. Ils prennent naissance à l'émergence de sources chaudes (95° C. à Hamman-Meskoutine). Les eaux jaillissantes mettent en suspension de petits fragments solides (quartz, feldspath, etc.) qui s'entourent d'une pellicule calcaire, augmentant jusqu'à ce que le pisolite ainsi formé devienne trop lourd et tombe au fond de l'eau. Il y trouve des pisolites de formation antérieure; un ciment d'aragonite plus ou moins abondant les réunit alors pour former une véritable roche. A Hamman-Meskoutine, ce ciment est très peu abondant, les pisolites s'impressionnent mutuellement à la façon des grains d'une grenade, prenant ainsi des formes polyédriques qui semblent indiquer qu'ils avaient au moment de leur formation une plasticité assez grande. Ces pisolites sont constitués par du carbonate de calcium avec quelques centièmes d'impureté (1).

» En étudiant des lames minces taillées dans les pisolites des deux localités précitées, j'ai constaté que, contrairement à l'opinion admise, ils ne sont constitués ni par de l'aragonite (2), ni par de la calcite. En lumière naturelle, on voit qu'ils sont formés par des couches concentriques, ayant l'aspect d'un émail ne possédant pas de structure fibreuse et étant homogènes. En lumière polarisée parallèle, toutes les sections de ces pisolites donnent une croix noire dont les irrégularités nombreuses sont en rapport avec la forme extérieure des globules étudiés et rappellent les figures bien connues, présentées par les grains d'amidon quand on les examine dans de semblables conditions. Des plages constamment éteintes donnent en lumière convergente une croix noire avec signe *positif*; cette croix noire se disloque un peu dans les pisolites de Carlsbad; dans ceux d'Hamman-Meskoutine,

(1) Voir, notamment pour ceux d'Hamman-Meskoutine, DUPARC, *Arch. Sc. phys. de Genève*, t. XX, p. 537; 1888.

(2) Par contre, les pisolites des sources de Vichy sont constituées par de l'aragonite fibreuse, leur aspect extérieur est tellement semblable à celui des pisolites de Carlsbad, que l'on peut se demander s'ils n'ont pas été originellement constitués par la même substance.

L'angle apparent des axes optiques peut atteindre 50°. Tandis que la calcite et l'aragonite optiquement négatives possèdent une très haute biréfringence, grâce à laquelle leurs lames ayant 0^{mm},02 d'épaisseur présentent en lumière polarisée parallèle des teintes grises des ordres supérieurs de l'échelle de Newton, le minéral étudié, au contraire, montre pour la même épaisseur, au maximum, des teintes du deuxième ordre; elles varient d'une façon insensible dans un même globule; la biréfringence atteint 0,020 environ.

» Le choc ne modifie pas la structure intime de ces pisolites, mais il n'en est pas de même pour l'action de la chaleur. Aussitôt que le tube de verre, dans lequel on chauffe un pisolite intact, atteint le rouge naissant, le pisolite décrépité, puis détone avec une extrême violence, mettant souvent en pièces le tube de verre. Il se réduit en écailles assez fines pour que celles-ci, immergées dans du baume du Canada, se montrent transparentes et en partie seulement transformées en petits grains de calcite; en prolongeant l'action de la chaleur, on peut effectuer cette transformation d'une façon complète. Quand on chauffe avec précaution un de ces pisolites, après l'avoir fêlé d'un léger coup de marteau, il ne détone pas, il se transforme en calcite sans perdre sa structure macroscopique. Taillé en lames minces, il montre une structure analogue à celle des oolites des calcaires de Mamers et de Tonnerre; les éléments cristallins de calcite y sont de petite taille, sans orientation, mais pourtant la structure concentrique originelle reste distincte.

» La densité est variable dans les divers pisolites étudiés, et ce fait paraît tenir, d'une part, à des inclusions d'aragonite cryptocristalline qu'il est impossible d'éliminer mécaniquement, et, d'une autre, à la porosité de la substance. Les nombres obtenus oscillent entre 2,58 et 2,70 et indiquent, en tous cas, une densité inférieure à celle de la calcite (2,71).

» Des faits qui précèdent, il résulte que la substance des pisolites est soumise à des phénomènes de tension remarquables, se manifestant notamment par les propriétés en lumière polarisée parallèle et par l'explosion des globules; celle-ci ne paraît pas due, en effet, au changement d'état du nouveau minéral, car la plupart des lames écaillées sont intactes après l'explosion et ne se transforment complètement en calcite que par la prolongation du chauffage.

» Reste à savoir maintenant si cette trempe est la cause unique de la biréfringence de ce corps, qui, dans cette hypothèse, serait colloïde, ou si,

au contraire, elle ne vient que modifier les propriétés d'une substance naturellement biréfringente; dans cette hypothèse la forme élémentaire des produits composant les globules serait constituée par des lamelles dont l'aplatissement, perpendiculaire à l'axe optique unique ou à la bissectrice, coïncide en direction avec l'aplatissement des écailles.

» Quelle que soit, du reste, l'hypothèse adoptée, la substance de ces pisolites constitue une nouvelle forme du carbonate de calcium, différant à la fois de la calcite et de l'aragonite; je propose de la désigner sous le nom de *kyppéite* (κτυπέω), afin de rappeler sa propriété caractéristique de détoner quand on la chauffe. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Semoules et pâtes alimentaires.*

Note de M. BALLAND. (Extrait.)

« On comprend généralement sous le nom de *pâtes alimentaires* le vermicelle, le macaroni, les nouilles et les petites pâtes pour potages, de formes très variées (lettres, étoiles, croix, lentilles, etc.), désignées encore sous le nom de *pâtes d'Italie*, bien que, depuis longtemps, nous ne soyons plus tributaires de ce pays. C'est en s'inspirant des remarquables travaux de Millon sur les blés d'Algérie (1851-1854) que M. Bertrand, de Lyon, à partir de 1855, a utilisé exclusivement les blés durs d'Afrique à la fabrication des pâtes alimentaires. L'impulsion donnée par ce grand industriel ne s'est pas ralentie et les pâtes fabriquées à Lyon et à Marseille, avec des semoules algériennes, rivalisent aujourd'hui en qualité et l'emportent en valeur alimentaire sur les plus belles pâtes d'Italie....

» Les semoules, beaucoup moins affleurées que les farines, s'obtiennent en traitant les blés suivant un mode de mouture spécial : elles représentent principalement cette partie gruauteuse du grain qui est comprise entre les couches centrales, moins azotées, et les enveloppes extérieures si riches en matières salines, grasses et cellulosiques. Aussi, leur composition diffère-t-elle notablement de celle des farines ordinaires : il y a plus d'azote, mais moins d'amidon, de graisse, de cellulose et de cendres.

» Les pâtes, qui ne sont que de la semoule pétrie avec de l'eau bouillante, moulée puis desséchée, ont exactement la composition des semoules employées à leur fabrication. Elles reprennent de l'eau, à froid et à chaud, en conservant leur forme : toutefois, si l'on en fait des pâtons après les

avoir broyées ou pulvérisées, on constate que le gluten, plus ou moins coagulé par l'eau bouillante, a perdu l'élasticité qu'il avait au début dans les semoules et qu'il ne se rassemble que très difficilement.

» Dans les analyses de semoules et de pâtes françaises que nous présentons, la qualité des denrées est généralement en rapport avec leur teneur en matières azotées. Nous y avons ajouté, à titre de comparaison, des analyses de semoules de riz, de tapioca exotique, et de tapioca factice fabriqué en France avec de la pomme de terre.

| | Eau pour 100. | Matière | | | Cellulose pour 100. | Cendres pour 100. |
|-----------------------------------|------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|
| | | azotée pour 100. | grasse pour 100. | amylacée pour 100. | | |
| Macaroni (1895) | 11,60 | 10,98 | 0,45 | 76,05 | 0,28 | 0,64 |
| Macaroni (1896) | 12,10 | 12,20 | 0,85 | 74,27 | 0,33 | 0,25 |
| Macaroni (1897) | 12,00 | 10,89 | 0,65 | 75,70 | 0,26 | 0,50 |
| Nouilles (1897) | 11,90 | 11,58 | 0,60 | 75,21 | 0,26 | 0,45 |
| Vermicelle (1896) | 10,90 | 11,74 | 0,50 | 75,74 | 0,38 | 0,74 |
| Vermicelle (1897) | 10,00 | 12,51 | 0,80 | 75,51 | 0,28 | 0,90 |
| Pâtes d'Italie (1896) | 12,20 | 12,12 | 0,35 | 74,61 | 0,18 | 0,54 |
| Pâtes d'Italie (1897) | 10,40 | 12,51 | 0,80 | 75,23 | 0,30 | 0,76 |
| Semoule (1895) | 9,20 | 13,50 | 0,85 | 75,45 | 0,50 | 0,50 |
| Semoule (1896) | 9,20 | 10,42 | 0,55 | 78,63 | 0,45 | 0,75 |
| Semoule (1896) | 10,50 | 12,74 | 1,00 | 74,61 | 0,50 | 0,65 |
| Semoule (1897) | 10,50 | 11,96 | 0,60 | 75,79 | 0,50 | 0,65 |
| Semoule de riz (1898) | 10,80 | 7,34 | 0,30 | 80,96 | 0,40 | 0,20 |
| Tapioca exotique (1897) | 12,80 | 0,00 | 0,20 | 86,88 | 0,08 | 0,04 |
| Tapioca indigène (1897) | 16,00 | 0,45 | 0,15 | 82,95 | 0,00 | 0,45 |

M. CH. ZURCHER adresse une Note « Sur les apparences développées au moment de la dissolution de l'aniline dans l'eau ».

M. PIRAUT adresse une Note relative à la Pisciculture.

M. NABIAS adresse une Note sur l'unité de la matière.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 14 FÉVRIER 1898.

Leçons de Chimie générale, professées au Collège de France, pendant l'année 1895-96, par PAUL SCHÜTZENBERGER, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France, publiées par les soins de M. O. BOUDOUARD, Préparateur de la Chaire de Chimie minérale au Collège de France. Paris, O. Doin, 1898; 1 vol in-8°. (Présenté par M. Friedel.)

Association française pour l'avancement des Sciences. 26^e session. Saint-Étienne, 1897. Paris, Masson et C^{ie}, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Éd. Grimaux.)

Annales de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier. Tome IX. 1895-1896. Montpellier, C. Coulet, 1897; 1 vol. grand in-8°. (Présenté par M. Aimé Girard.)

Revue de Mécanique, publiée sous le patronage et la direction technique d'un Comité de rédaction. Président : M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, Membre de l'Institut, etc. Tome II. N^o 1. Janvier 1898. Paris, Vicq-Dunod; 1 fasc. in-4°.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie. Tome XC (I^{re} et II^e Partie). Paris, Imprimerie Nationale, 1897; 2 vol. in-4°.

Revue de Physique et de Chimie et de leurs applications industrielles, fondée sous la direction scientifique de P. SCHÜTZENBERGER. Paris; 1 fasc. in-8°.

Journal du Ciel (couronné par l'Académie des Sciences). *Bulletin de la Société d'Astronomie. Notions populaires d'Astronomie pratique*. Directeur : JOSEPH VINOT. Troisième série. Mars 1898. Paris, Tours et Mayenne, E. Soudée; 1 fasc. in-4°.

The Smithsonian Institution (1846-1896). The history of its first half century. Edited by GEORGE BROWN GOODE. Washington, 1897; 1 vol. in-4°.

Fauna silurica de Portugal. Novas observações acerca de Lichas (uratichas) ribeiro por I. F. N. DELGADO. Lisboa, 1897; 1 fasc. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 21 FÉVRIER 1898.

Précis de Minéralogie, par A. DE LAPPARENT, Membre de l'Institut, Professeur à l'École libre des Hautes Études. Paris, Masson et C^{ie}, 1898; 1 vol. in-18. (Hommage de l'auteur.)

La Diphtérie et la Sérumthérapie, études chimiques faites au pavillon Bretonneau, par le D^r G. VARIOT, Médecin de l'hôpital Trousseau pour enfants malades. Paris, A. Maloine, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Marey. Renvoyé au concours Montyon.)

Rainfall Tables of the British Islands, 1866-1890. London, 1897; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Meteorological observations at the stations of the second order for the year 1894. London, 1897; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Hourly means of the readings obtained from the self-recording instruments at the five observatories under the meteorological council 1894. London, 1897; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Quarterly current charts for the Pacific Ocean. Atlas gr. in-folio. (Présenté par M. Mascart.)

Dosage de l'hémoglobine et analyse quantitative d'un mélange de deux de ses variétés au moyen du spectrophotomètre, par le D^r L.-G. DE SAINT-MARTIN. Paris, O. Doin, 1898; 1 vol. in-8°.

Bulletin international du Bureau Central Météorologique de France. Année 1897. 2^e semestre; 1 fasc. in-4°.

Archives des Sciences biologiques, publiées par l'Institut impérial de Médecine expérimentale à Saint-Petersbourg. Tome VI. N° 1. Saint-Petersbourg, 1897; 1 fasc. in-4°.

La Tribune médicale, Revue française et étrangère. Rédacteur en chef: J.-V. LABORDE, Membre de l'Académie de Médecine, Directeur des travaux physiologiques à la Faculté de Médecine de Paris. 16 février 1898.

La Nature, revue des Sciences et de leurs applications aux Arts et à l'Industrie. Directeur: HENRI DE PARVILLE. 19 février 1898. Paris, Masson et C^{ie}; 1 fasc. grand in-8°.

Memorie della Società degli spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del Prof. P. TACCHINI. Vol. XXVII. 1898. Dispensa I^a. Roma. 1898; 1 fasc. in-4°.



On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1^{er} janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : 20 fr. — Départements : 30 fr. — Union postale : 34 fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,

On souscrit, à l'Étranger,

| chez Messieurs : | | chez Messieurs : | | chez Messieurs : | | chez Messieurs : | |
|-------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| <i>Agen</i> | Ferran frères. | <i>Lorient</i> | Baumal. | <i>Amsterdam</i> | Feikema Caarelsen et C ^o . | <i>Londres</i> | Dulan. |
| | Chaix. | | M ^o Textier. | | | | Hachette et C ^o . |
| <i>Alger</i> | Jourdan. | | Bernoux et Cumin. | <i>Athènes</i> | Beck. | | Nutt. |
| | Ruff. | | Georg. | <i>Barcelone</i> | Verdaguer. | <i>Luxembourg</i> | V. Bück. |
| <i>Amiens</i> | Courtin-Hecquet. | <i>Lyon</i> | Côte. | | Asher et C ^o . | | Libr. Gutenberg. |
| | | | Savy. | | Dames. | <i>Madrid</i> | Romo y Fussel. |
| <i>Angers</i> | Germain et Grassin. | | Vitte. | <i>Berlin</i> | Friedlander et fils. | | Gonzalès e hijos. |
| | Lachèse. | <i>Marseille</i> | Ruat. | | Mayer et Muller. | | F. Fè. |
| <i>Bayonne</i> | Jérôme. | | Calas. | <i>Berne</i> | Schmid et Francke. | <i>Milan</i> | Bocca frères. |
| | | <i>Montpellier</i> | Coulet. | | Zanichelli. | | Hœpli. |
| <i>Besançon</i> | Jacquard. | | | <i>Bologne</i> | | <i>Moscou</i> | Tastevin. |
| | Feret. | <i>Moulins</i> | Martial Place. | | Lamertin. | | Prass. |
| <i>Bordeaux</i> | Laurens. | | Jacques. | <i>Bruxelles</i> | Mayolez et Audiarte. | <i>Naples</i> | Marghieri di Gius. |
| | Muller (G.). | | Grosjean-Maupin. | | Lebègue et C ^o . | | Pellerano. |
| <i>Bourges</i> | Renaud. | <i>Nancy</i> | Sidot frères. | | Sotcheck et C ^o . | | Dyrsen et Pfeiffer. |
| | Derrien. | | Loisean. | <i>Bucharst</i> | Müller (Carol). | <i>New-York</i> | Stechert. |
| <i>Brest</i> | F. Robert. | <i>Nantes</i> | Veloppé. | | | | Lemcke et Buchner. |
| | J. Robert. | | Barma. | <i>Budapest</i> | Kilian. | <i>Odessa</i> | Rousseau. |
| | Uzel frères. | <i>Nice</i> | Visconti et C ^o . | <i>Cambridge</i> | Deighton, Bell et C ^o . | <i>Oxford</i> | Parker et C ^o . |
| <i>Caen</i> | Jonan. | | Thibaud. | <i>Christiania</i> | Cammermeyer. | <i>Palerme</i> | Clausen. |
| <i>Chambery</i> | Perrin. | <i>Orléans</i> | Luzeray. | <i>Constantinople</i> .. | Otto Keil. | <i>Parto</i> | Magalhães et Montz. |
| | Henry. | | Blanchier. | <i>Copenhague</i> | Höst et fils. | <i>Prague</i> | Rivnac. |
| <i>Cherbourg</i> | Marguerie. | <i>Poitiers</i> | Marche. | <i>Florence</i> | Seeber. | <i>Rio-Janeiro</i> | Garnier. |
| | | | Plihon et Hervé. | <i>Gand</i> | Hoste. | | Bocca frères. |
| <i>Clermont-Ferr...</i> | Juliot. | <i>Rennes</i> | Girard (M ^{lles}). | <i>Gènes</i> | Beuf. | <i>Rome</i> | Loescher et C ^o . |
| | Ribou-Collay. | <i>Rochefort</i> | Langlois. | | Cherbuliez. | <i>Rotterdam</i> | Kramers et fils. |
| | Lamarche. | | Lestringant. | <i>Genève</i> | Georg. | <i>Stockholm</i> | Samson et Wallin. |
| <i>Dijon</i> | Ratel. | <i>Bouen</i> | Chevalier. | | Stapelmohr. | | Zinserling. |
| | Rey. | <i>St-Étienne</i> | Bastide. | <i>La Haye</i> | Belinfante frères. | <i>St-Petersbourg</i> .. | Wolff. |
| <i>Douai</i> | Lauverjat. | | Rumèbe. | | Benda. | | Bocca frères. |
| | Degez. | <i>Toulon</i> | Gimet. | <i>Lausanne</i> | Payot. | | Brero. |
| <i>Grenoble</i> | Drevet. | | Privat. | | Barth. | <i>Turin</i> | Clausen. |
| | Gratier et C ^o . | <i>Toulouse</i> | Boisselier. | | Brockhaus. | | Rosenberg et Sellter. |
| <i>La Rochelle</i> | Foucher. | | Péricat. | <i>Leipzig</i> | Lorentz. | <i>Varsovie</i> | Gebethner et Wolff. |
| | Bourdigoon. | <i>Tours</i> | Suppligeon. | | Max Rübe. | <i>Verone</i> | Drucker. |
| <i>Le Havre</i> | Dombre. | | Giard. | | Twietmeyer. | | Frick. |
| | Thorez. | <i>Valenciennes</i> | Lemaître. | <i>Liège</i> | Desoer. | | Gerold et C ^o . |
| <i>Lille</i> | Quarré. | | | | Gnuse. | <i>Zurich</i> | Meyer et Zeller. |

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

| | |
|---|--------|
| Tomes 1 ^{er} à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix..... | 15 fr. |
| Tomes 32 à 61. — (1 ^{er} Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix..... | 15 fr. |
| Tomes 62 à 91. — (1 ^{er} Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix..... | 15 fr. |

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. DERBÈS et A.-J.-J. SOLIER. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. HANSEN. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. CLAUDE BERNARD. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856. Prix..... 15 fr.

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. VAN BENEDEN. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur BRONN. In-4°, avec 27 planches; 1861. Prix..... 15 fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences**.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

| | Pages. | | Pages. |
|--|--------|---|--------|
| M. BERTHELOT. — Actions chimiques exercées par l'effluve électrique. Méthodes... | 561 | M. E. GRIMAUD. — Sur les dérivés de la cinchonine..... | 575 |
| M. BERTHELOT. — Actions chimiques exercées par l'effluve électrique sur les composés organiques. Systèmes gazeux. Carbures d'hydrogène et azote..... | 567 | M. EDMOND PERRIER. — Sur la place des Éponges dans la classification et sur la signification attribuée aux feuillets embryonnaires..... | 579 |

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

| | |
|--|-----|
| M. J. MAGNENANT soumet au jugement de l'Académie un Mémoire relatif à un « rideau hydraulique de sûreté »..... | 583 |
|--|-----|

CORRESPONDANCE.

| | | | |
|--|-----|---|-----|
| M. H. STRUVE adresse ses remerciements à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux..... | 583 | M. H. BORDIER. — Influence des rayons X sur le phénomène de l'osmose..... | 593 |
| M. MASCART présente à l'Académie différentes publications du <i>Meteorological office</i> de Londres..... | 583 | MM. A. CHARRIN et A. DESGREZ. — Production de substance mucinoïde par les bactéries..... | 596 |
| M. G. BOURLET. — Sur l'itération..... | 583 | MM. J. BORDAS, JOULIN et RACKOWSKI — Sur l'amertume des vins..... | 598 |
| M. H. BOUASSE. — Remarque sur une Note de M. Moreau, intitulée : « Des cycles de torsion magnétique et de la torsion résiduelle du fer doux »..... | 585 | M. A. DE GRAMONT DE LEPARRE. — Sur l'aptitude à germer des spores de la Truffe et le rôle de l'arome..... | 599 |
| M. BIRKELAND. — Sur une analogie d'action entre les rayons lumineux et les lignes de force magnétique..... | 586 | M. A. LACROIX. — Sur la ktypéite, nouvelle forme de carbonate de calcium, différente de la calcite et de l'aragonite..... | 601 |
| M. A. GUEBARD. — Sur la prépondérance de l'action mécanique des courants de convection, dans les enregistrements de figures d'effluves sur plaques voilées soumises à l'action de pôles thermiques dans les bains révélateurs..... | 589 | M. BALLAND. — Semoules et pâtes alimentaires..... | 605 |
| M. H. GIRAN. — Sur une combinaison de l'anhydride phosphorique avec le benzène..... | 592 | M. CH. ZÜRCHER adresse une Note « Sur les apparences développées au moment de la dissolution de l'aniline dans l'eau »..... | 606 |
| BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE..... | | M. PIRAUD adresse une Note relative à la Pisciculture..... | 606 |
| | | M. NABIAS adresse une Note sur l'unité de la matière..... | 606 |
| | | BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE..... | 607 |

1898

MAR 19 1898

PREMIER SEMESTRE.

3029

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

=====
TOME, CXXVI.
=====

N° 9 (28 Février 1898).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Quai des Grands-Augustins, 55.

—
1898

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1^{er}. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5^h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 FÉVRIER 1898,

PRÉSIDENTE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

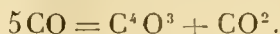
CHIMIE ORGANIQUE. — *Actions chimiques de l'effluve électrique. Oxydes de carbone et azote. Systèmes gazeux*; par M. BERTHELOT.

« Examinons maintenant l'action de l'effluve sur les composés carbonés oxygénés, mis en présence de l'azote libre, afin de les comparer avec les carbures d'hydrogène. Dans un sujet aussi vaste que celui que j'ai entrepris, il est nécessaire d'établir d'abord les grandes lignes expérimentales, c'est-à-dire de déterminer les limites des phénomènes et les rapports suivant lesquels les éléments s'unissent pour former des composés condensés. Je me propose de revenir ensuite sur l'étude individuelle des plus intéressants. Nous commencerons, dans le présent Mémoire, par les composés binaires, tels que l'oxyde de carbone et l'acide carbonique; puis nous étudierons les composés ternaires de diverses fonctions, alcools et éthers, aldéhydes et acides.

A. — OXYDES DE CARBONE.

I. — OXYDE DE CARBONE PROPREMENT DIT.

» (1). *Oxyde de carbone pur.* — Ce corps soumis à l'influence de l'effluve se transforme en un sous-oxyde, C^4O^3 , d'après les expériences de Brodie et les miennes (1) :



Ce sous-oxyde est solide, brun, soluble dans l'eau, en formant une liqueur acide.

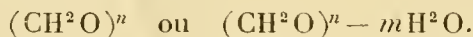
» (2). *Oxyde de carbone et azote.* — Volumes égaux; douze heures. Au bout de ce temps, on retrouve l'azote sans aucun changement; les deux tiers environ de l'oxyde de carbone étant changés en sous-oxyde et acide carbonique, par une action indépendante.

» (3). *Oxyde de carbone et hydrogène.* — *Excès d'hydrogène :*



Vingt-quatre heures d'effluve.

» Tout l'oxyde de carbone a disparu, en même temps qu'un volume très sensiblement égal d'hydrogène, sans qu'il y ait production d'acide carbonique. Point d'acétylène. Le produit condensé pur répond dès lors à la formule d'un hydrate de carbone



» Ce n'est pas de l'aldéhyde méthylique (2), mais un polymère; ou plutôt un mélange de polymères, les uns insolubles dans l'eau, les autres solubles. On peut isoler ces derniers par une évaporation ménagée; une température plus élevée les carbonise, avec odeur de caramel. Ils ne réduisent pas le tartrate cupropotassique; mais ils exercent une action réductrice, peu marquée d'ailleurs, sur l'azotate d'argent.

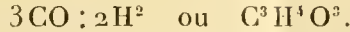
(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5^e série, t. X, p. 72.

(2) Il est possible que cet aldéhyde se forme aux débuts, pour disparaître par la suite.

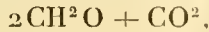
Cf. LOSANITSCH et JOVITSCHITSCH, *Bull. de l'Ac. royale de Belgique*, 3^e série, t. XXXIV, p. 269-277, et HEMPTINE, même Recueil. Leurs expériences répondent à des conditions différentes, la limite des phénomènes n'ayant pas été recherchée par ces savants.

» (4). *Oxyde de carbone et hydrogène.* — *Excès d'oxyde de carbone :*
 $100\text{CO} + 50,6\text{H}^2$. Vingt-quatre heures. — Tout l'hydrogène a disparu. Il
 reste $23^{\text{vol}},3$ de CO. Pas d'acide carbonique.

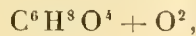
» Rapports des éléments condensés :



» Ces rapports sont ceux de l'acide pyruvique. Ils répondent aussi à un
 hydrate de carbone, avec addition d'oxyde de carbone



ou à un hydrate de carbone oxydé

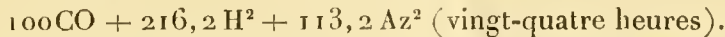


comparable aux oxycelluloses.

» Le produit offre une odeur aleoolique fugace, provenant d'une trace de
 matière. Sa dissolution aqueuse exerce des actions réductrices, peu pro-
 noncées d'ailleurs, sur le tartrate cupropotassique et sur le chlorure mer-
 curique neutre. Elle réduit mieux l'azotate d'argent ammoniacal.

» La matière soluble, isolée par évaporation ménagée, puis calcinée, se
 carbonise, en développant une odeur de caramel, avec nuance butyrique.

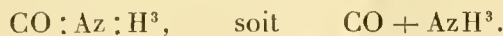
» (5). *Oxyde de carbone, hydrogène et azote* ($1^{\text{v}} + 2^{\text{v}} + 1^{\text{v}}$) :



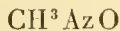
» Il ne reste ni acide carbonique, ni oxyde de carbone, ni hydrocar-
 bure, ni ammoniac



» Rapports des éléments condensés :



» Ainsi, en présence d'un excès notable d'hydrogène, nous avons les
 rapports

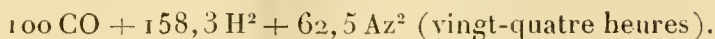


c'est-à-dire ceux du formamide, ou plutôt d'un amide tel que



dérivé de cet hydrate de carbone (CH^2O)ⁿ, qui résulte de l'action directe
 de l'hydrogène sur l'oxyde de carbone.

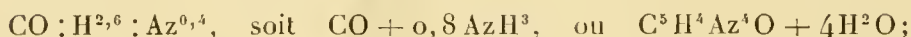
» (6). *Oxyde de carbone, hydrogène et azote* ($2^v + 3^v + 1^v$). — Les excès d'hydrogène et d'azote sont faibles ici :



» Il ne reste ni acide carbonique, ni oxyde de carbone, ni gaz hydrocarboné, ni gaz ammoniac

| | | | |
|------------------------------|-----|---|------------------|
| H ² disparu..... | 131 | } | Rapport 1 : 3,27 |
| Az ² absorbé..... | 40 | | |

» Rapports des éléments condensés :



c'est la formule de la sarcine.

» Cependant si l'on tient compte de la condensation simultanée d'un excès de CO, rendue possible par l'insuffisance de l'hydrogène, ces rapports pourraient répondre à la relation plus simple $(\text{CO} \cdot \text{AzH}^3)^n$, signalée plus haut. En réalité, il n'y a ici ni acide cyanhydrique, ni acide formique. Le produit est un mélange de matières solubles dans l'eau, lesquelles dégagent de l'ammoniaque par ébullition avec un alcali, et d'une matière insoluble, décomposable par calcination, avec odeur de corne brûlée et formation d'alcalis pyrogénés, de l'ordre de la quinoléine.

» D'après ces résultats, la réaction simultanée de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène sur l'azote développe des composés azotés complexes et condensés. Mais la quantité de matière sur laquelle j'opérais était trop petite pour tenter la séparation de ces composés. En définitive, ils dérivent, par substitution amidée, des hydrates de carbone qui se forment dans l'action de l'effluve sur un mélange d'oxyde de carbone et d'hydrogène.

» Rappelons ici les alcalis exempts d'oxygène dérivés du glucose, que M. Tanret a obtenus par la réaction de l'ammoniaque. Mais les composés amidés dérivés de l'oxyde de carbone sont remarquables par leur plus grande richesse en azote; cet élément y étant contenu à atomes égaux avec le carbone, précisément comme dans l'acide cyanhydrique et ses dérivés.

» On peut en rapprocher notamment les polymères de l'acide cyanhydrique, tels que le dérivé amidé du nitrile malonique $\text{C}^3 \text{H}(\text{AzH}^2) \text{Az}^2$; ou bien encore l'acétocyanamide, $\text{C}^4 \text{H}^6 \text{Az}^4 \text{O}$, et certains corps congénères de la xanthine et de la série urique, tels que les principes de transformation de l'acide cyanhydrique signalés par M. A. Gautier. Toute cette famille se

rattache étroitement à l'acide formique et, par conséquent, à son anhydride, l'oxyde de carbone.

II. — ACIDE CARBONIQUE.

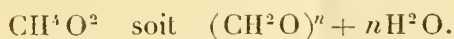
» (1). *Acide carbonique pur.* — J'ai observé précédemment ⁽¹⁾ que l'acide carbonique, soumis à l'action de l'effluve, pendant douze heures, se décompose, en produisant à la fois un gaz doué de propriétés très oxydantes (acide percarbonique), de l'oxyde de carbone, et le sous-oxyde de carbone précédemment signalé. Ceci s'observe en l'absence du mercure, et la réaction a lieu même en présence d'un excès d'oxygène. Si l'on opère sur le mercure, l'excès d'oxygène est absorbé par ce métal; mais on continue à obtenir du sous-oxyde. J'ai répété récemment cette dernière expérience.

» (2). *Acide carbonique et hydrogène.* — Il faut opérer avec une dose d'hydrogène double de celle employée pour l'oxyde de carbone.

» Soit $\text{CO}^2 + 2\text{H}^2$ (six heures) :

| | | | |
|----------------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| Gaz initial. | $\text{CO}^2 = 100$ | Gaz final. | $\text{CO}^2 = 3$ |
| » | $\text{H}^2 = 220$ | » | $\text{H}^2 = 27$ |

» Rapports des éléments condensés :



» Le produit est en effet constitué par quelques gouttelettes d'un sirop aqueux, doué d'une odeur semblable à celle de l'acide acétique. Cette odeur disparaît presque aussitôt par évaporation et il reste une matière fixe et carbonisable par la chaleur, avec odeur de caramel.

» Cette matière, d'ailleurs, ne contenait pas d'aldéhyde méthylique; les réactions successives de l'ammoniaque et de l'eau bromée ayant donné des résultats négatifs. C'est un hydrate de carbone, congénère des sucres, identique avec celui que fournit l'oxyde de carbone; sans doute avec une trace d'acide acétique isomérique.

» (3). *Acide carbonique, azote et hydrogène* ($1^v + 1^v + 3^v$) :

| | | | |
|----------------------|---------------------|--------------------|-------------------------------|
| Gaz initial. | $\text{CO}^2 = 100$ | Gaz final. | $\text{CO}^2, \text{CO nuls}$ |
| | $\text{Az}^2 = 125$ | | $\text{Az}^2 = 46,7$ |
| | $\text{H}^2 = 300$ | | $\text{H}^2 = 46,7$ |

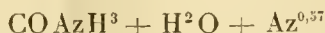
(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5^e série, t. XVII, p. 143 et 144.

» Le produit, traité par l'eau, forme une liqueur spontanément effervescente, contenant de l'azotite d'ammoniaque.

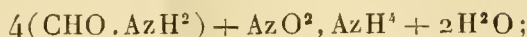
» Rapports des éléments condensés :



soit



ou

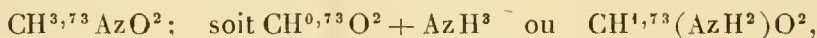


c'est-à-dire un mélange du composé amidé que donne l'oxyde de carbone, avec l'azotite d'ammoniaque dissous dans 2 molécules d'eau. Peut-être s'agit-il ici d'une combinaison azoïque proprement dite, dissociable par l'eau. En tous cas, l'addition de l'eau avec le produit récemment obtenu manifeste, à froid, les réactions de l'acide azoteux, de l'ammoniaque, ainsi que l'effervescence lente des dissolutions de l'azotite. J'ai retrouvé la même formation avec d'autres corps, notamment les acides acétique et propionique, ainsi qu'il sera dit plus loin.

» (4). *Acide carbonique, azote et hydrogène* ($1^v + 1^v + 2^v$); vingt-quatre heures :

| | | | |
|------------------|---------------------|----------------|-------------------------------|
| Gaz initial..... | $\text{CO}^2 = 100$ | Gaz final..... | CO^2, CO nuls |
| | $\text{H}^2 = 200$ | | $\text{H}^3 = 13,5$ |
| | $\text{Az}^2 = 114$ | | $\text{Az}^2 = 64,8$ |

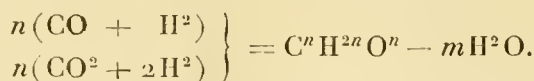
» Rapports des éléments condensés :



formule voisine de $\text{COAzH}^2, \text{H}^2\text{O}$, ou plutôt d'un composé amidé qui dériverait, par substitution, d'un générateur plus oxydé que l'oxyde de carbone, tel qu'un dérivé uréique complexe. Mais je n'insiste pas, de tels produits nécessitant une étude plus spéciale.

» En résumé :

» 1° L'oxyde de carbone et l'acide carbonique, en réagissant sur un excès d'hydrogène, se condensent sous l'influence de l'effluve électrique en hydrates de carbone



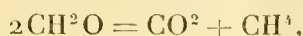
» Cette formation doit être rapprochée à la fois des réactions physiolo-

giques qui condensent l'acide carbonique et l'eau, en formant également des hydrates de carbone dans les végétaux, et des réactions pyrogénées qui ont pour point de départ la formation du résidu CH^2O , dans la distillation sèche des sels de l'acide formique : ces derniers dérivent pareillement de la réaction de l'oxyde de carbone et de l'eau.

» En effet, qu'il me soit permis de rappeler que j'avais, dès l'origine de mes recherches sur la synthèse des carbures d'hydrogène en 1860 ⁽¹⁾, insisté sur la genèse de ce résidu CH^2O



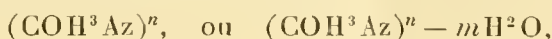
et sur sa métamorphose pyrogénée, d'abord en formène



et consécutivement, par perte d'hydrogène, en carbures condensés C^nH^{2n} . J'ai particulièrement insisté, dans mes *Leçons sur les méthodes générales de synthèse en Chimie organique*, professées au Collège de France en 1864 ⁽²⁾, sur les relations que la formation de ce groupement CH^2O , dérivé pareillement de l'acide carbonique et de l'eau, établit entre les mécanismes de condensation moléculaire, qui règlent à la fois la synthèse physiologique des principes végétaux et la synthèse pyrogénée des carbures d'hydrogène. Les expériences actuelles montrent que les synthèses électriques procèdent également du même groupement et des mêmes composés binaires. Elles sont dès lors en connexion étroite avec la première série de mes expériences de synthèse.

» 2° Dans la réaction des oxydes de carbone et de l'hydrogène, sous l'influence de l'effluve, si l'hydrogène fait en partie défaut, on obtient des composés condensés plus oxydés.

» 3° Ajoutons de l'azote aux mélanges de l'hydrogène avec les oxydes de carbone; nous obtenons, si ces oxydes ne sont pas en excès, des composés, très riches en azote, de la formule



composés dont la formule répondrait à celle des polymères de l'acide cyan-

⁽¹⁾ *Chimie organique fondée sur la synthèse*, t. I; p. 13 et 24. Ce résidu était écrit en équivalents CHO.

⁽²⁾ Publiées la même année chez Gauthier-Villars. Voir p. 181.

hydrique et de leurs hydrates, et plus spécialement des corps de la série urique, ou xanthinique.

» Si les oxydes de carbone sont en excès, les composés azotés résultant de leur condensation se rattachent aux mêmes séries, ainsi qu'à la série des uréides.

» 4° Dans les cas où il se forme de l'eau libre au cours de ces réactions, ce qui arrive particulièrement en partant de l'acide carbonique, on voit apparaître l'azotite d'ammoniaque, produit normal de la fixation de l'azote sur les éléments de l'eau.

» Tels sont les caractères fondamentaux des réactions de l'effluve, poussées à leur limite, sur les mélanges que les oxydes du carbone constituent avec l'hydrogène et l'azote. »

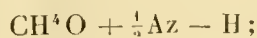
CHIMIE ORGANIQUE. — *Actions chimiques de l'effluve électrique. — Alcools et dérivés éthers, en présence de l'azote*; par M. BERTHELOT.

« Je vais examiner les réactions de l'effluve électrique sur les alcools en présence de l'azote : alcools méthylique, éthylique, propylique normal et isopropylique, allylique; ces réactions étant poussées jusqu'à leur limite. J'y joindrai quelques essais qualitatifs sur les phénols de diverses valences; puis j'exposerai des expériences, toujours poussées jusqu'à la limite, avec les composés alcooliques formés par déshydratation, tels qu'un éther simple, l'éther glycolique ou pseudoxyde d'éthylène, et les éthers dialcooliques : méthylique et éthylique (éther ordinaire). Ces expériences ont été exécutées les unes sur les éthers gazeux, lorsque leur tension de vapeur est suffisante, les autres sur un poids connu des alcools, contenu dans une petite ampoule, poids calculé de façon à maintenir le composé en présence d'un excès de gaz azote. Voici les résultats :

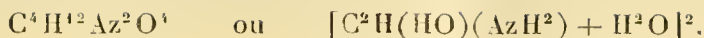
I. — ALCOOL MÉTHYLIQUE : CH³O.

» (1). *Alcool méthylique* : 06^{gr}, 0515; Az = 11^{cc}, 5 (vingt-quatre heures). Gaz dégagés : H² = 18^{cc}, 5; CO = 0^{cc}, 9. Az² absorbé = 9^{cc}, 4 (pour les mêmes *h* et *t*).

» Le volume des gaz étant connu, ainsi que les conditions de pression et de température, on trouve que les chiffres obtenus pour le produit condensé répondent aux rapports des éléments suivants :



soit



» Ce serait la formule d'un composé de l'ordre des amidines, ou de leurs hydrates, congénère du dérivé du formène $(C^2 H.AzH^2)^2$, signalé dans une Note précédente, et offrant le même rapport atomique entre le carbone et l'amide.

» (2). L'expérience suivante se rapporte aux débuts de la réaction, c'est-à-dire à un moment où l'absorption de l'azote étant à peine commencée, la réaction ne représente guère que les débuts de la décomposition propre de l'alcool méthylique. On opérera sur $CH^4 O = 0^{gr}, 55$; $Az^2 = 14^{cc}, 0$; gaz obtenus : 37^{cc} (réduits à *h* et *t* initiaux):

| | |
|---------------------------------|------|
| H ² | 16,3 |
| CH ⁴ | 4,7 |
| CH ⁴ O (vapeur)..... | 2,6 |
| CO ² | 0,5 |
| CO..... | 1,2 |
| Az ² .. | 11,7 |
| | 37,0 |

» Az absorbé $2^{cc}, 3$.

» La formation des gaz observés répond à la coexistence de réactions simples, telles que



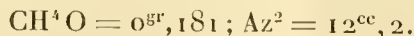
réaction dominante, comme l'atteste la forte dose de l'hydrogène formé. Elle se traduit par la formation de produits condensés, faciles à constater et comparables aux dérivés polymérisés des oxydes de carbone et des carbures d'hydrogène,



et consécutivement, $CH^4 O + H^2 = CH^4 + H^2 O$;



» (3). Une autre expérience a eu pour objet d'examiner un degré plus avancé de la réaction, encore éloignée de sa limite :



» Après une heure trente minutes, : gaz recueillis 71^{cc},5 (réduits à *h* et *t* initiaux):

| | |
|---------------------------------|------|
| H ² | 42,8 |
| CH ⁴ | 11,0 |
| CH ⁴ O (vapeur)..... | 1,2 |
| CO | 5,4 |
| CO ² | 5,0 |
| Az ² | 6,1 |
| | 71,5 |

» Az absorbé 6^{cc},1; soit $\frac{Az}{10}$ pour CH⁴O initial; l'absorption n'ayant atteint que le cinquième de sa limite.

» Pour CH⁴O, il s'est formé $\frac{1}{3,5}$ H²; $\frac{1}{13}$ CH⁴; $\frac{1}{30}$ CO; $\frac{1}{30}$ CO².

» L'hydrogène a crû ainsi, un peu au delà de la moitié de sa proportion finale; le formène a crû aussi proportionnellement à l'hydrogène, sauf à disparaître dans la dernière période de l'expérience; de même pour l'oxyde de carbone. Ceci montre que les réactions décomposantes du début ont continué à se développer, pendant que l'azote commençait à s'absorber.

II. — ALCOOL ÉTHYLIQUE : C²H⁶O.

» (1). *Alcool éthylique*, 0^{gr},056. — Az² = 19^{cc},1 (vingt-quatre heures).
Gaz (réduits aux mêmes *h* et *t*):

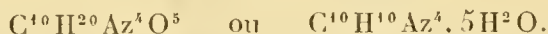
| | |
|------------------------------|------|
| H ² | 26,8 |
| CO ² | 0,2 |
| Az ² | 8,2 |
| | 35,2 |
| Az ² absorbé..... | 10,9 |

» Tout calcul fait, on trouve :

» Rapports des éléments condensés :



soit



» L'hydrogène éliminé par une molécule d'alcool éthylique est double de l'hydrogène éliminé par une molécule d'alcool méthylique.

» On pourrait simplifier la formule précédente, en admettant qu'un cinquième de l'alcool se fût transformé séparément sans absorber d'azote.

le rapport atomique entre l'hydrogène éliminé et l'azote fixé étant celui de 2 : 1. On aurait ainsi le rapport



le même, à une double molécule d'eau près, que celui observé pour l'alcool méthylique.

» En fait, une molécule d'alcool éthylique absorbe près du double de l'azote absorbé par une molécule d'alcool méthylique. Cette relation contraste avec celle qui existe entre les produits azotés dérivés du formène et les produits dérivés de l'éthylène, moitié moins riche en azote pour une molécule.

» Nous venons d'exposer la réaction limite, examinons les produits des réactions initiales.

» (2). $C^2 H^6 O = 0^{sr}, 176$. $Az^2 = 18^{cc}, 6$. Débuts, après une heure et demie d'effluve :

| | |
|---------------|-----------------|
| Gaz | $H^2 = 27,9$ |
| | $C^2 H^6 = 2,0$ |
| | $CO = 3,3$ |
| | $CO^2 = 0,6$ |
| | $Az^2 = 15,2$ |
| | $49,0$ |

» La formation de l'hydrogène est déjà le phénomène dominant, attribuable à une décomposition propre d'un tiers environ de l'alcool condensé sous forme de $(C^2 H^4 O)^n + n H^2$ ou $(C^2 H^2 + H^2 O)^n + n H^2$.

» La dose d'azote absorbé simultanément était seulement $3^{cc}, 4$, c'est-à-dire la dixième partie du chiffre répondant à la limite atteinte, dans l'expérience (1), pour une molécule d'alcool mise en réaction.

» (3). $C^2 H^6 O = 0^{sr}, 8$ environ. $Az = 16^{cc}$. Débuts :

| | |
|---------------|-------------------------------------|
| Gaz | $H^2 = 42,6$ |
| | $C^2 H^6 = 4,2$ |
| | $C^2 H^4$ et traces $C^2 H^2 = 0,8$ |
| | $C^3 H^6 O$ vapeur = 1,6 |
| | $Az^2 = 6,8$ |
| | $56,0$ |

» Il y avait, en outre, une trace de $Az H^3$ libre. Les produits condensés possèdent une odeur irritante, qui rappelle les huiles de résine. La réaction

initiale offre ici le même caractère que dans l'expérience (2). Cependant, la dose d'azote absorbé est plus forte ($9^{\text{re}}, 2$), tout en demeurant le phénomène accessoire; cet excès correspondant sans doute à la proportion beaucoup plus grande de l'alcool initial.

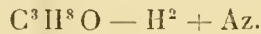
III. — ALCOOL PROPYLIQUE NORMAL : C^3H^8O .

» (1). *Alcool propylique normal* : $C^3H^8O \dots 0^{\text{sr}}, 082$ Az²... $19^{\text{cc}}, 6$ (vingt-quatre heures).

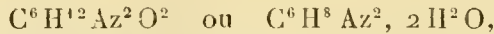
» Gaz restants (réduits à h et t originels) :

| | |
|-----------------------|------|
| H ² | 23,4 |
| CO ² | 2,0 |
| CO..... | 0,2 |
| Az ² | 7,4 |
| | 33,0 |

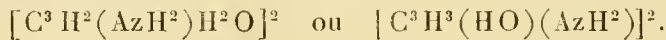
» Az absorbé $12^{\text{cc}}, 2$. En négligeant CO^2 et CO dont la proportion est minime, on trouve : rapports des éléments condensés



» Ainsi une molécule d'alcool propylique normal a perdu 2 atomes d'hydrogène, comme l'alcool ordinaire, et gagné 1 atome d'azote, ce qui répond aux rapports



soit



» Ces rapports sont semblables aux rapports observés pour l'alcool éthylique. En effet, dans un cas comme dans l'autre, la molécule du dérivé azoté de l'alcool est plus azotée que celle du carbure correspondant : relation correspondant à l'intervention de l'oxygène (ou de l'hydroxyle) dans la constitution des dérivés azotés des alcools.

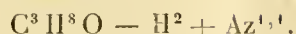
IV. — ALCOOL ISOPROPYLIQUE : C^3H^8O .

» (1). *Alcool isopropylique* : $C^3H^8O \dots 0^{\text{sr}}, 0493$ Az²... $18^{\text{cc}}, 4$ (vingt-quatre heures) :

| | |
|-------------------------------------|--------------------|
| Gaz restants : H ² | ^{cc} 22,7 |
| CO..... | 0,6 |
| Az ² | 7,0 |
| | 30,3 |

» Azote absorbé : 11^{cc},4.

» Rapports des éléments condensés :



» Ce sont les mêmes rapports que pour l'alcool propylique, et dès lors les mêmes conclusions.

V. — ALCOOL ALLYLIQUE : $C^3 H^6 O$.

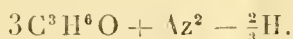
» (1). *Alcool allylique* : $C^3 H^6 O$... 0^{gr},150 Az.... 23^{cc},5 (vingt-quatre heures) :

| | | |
|-------------------------------------|------|---------------|
| Gaz restants : H ² | 6,8 | ^{cc} |
| Az ² | 4,3 | ^{cc} |
| | 11,1 | |

» Az² absorbé : 19^{cc},2. Formation d'une substance à réaction fortement alcaline.

» On remarquera combien la dose d'hydrogène dégagée est faible, comparée à celle qui se développe aux dépens des alcools propylique et éthylique : relation d'autant plus nette qu'elle se retrouve dans la réaction de l'effluve sur l'allylène. Ainsi l'effluve ne manifeste presque aucune tendance à séparer l'hydrogène des composés moins riches en hydrogène que ceux de la série grasse.

» Rapports des éléments condensés :



» Si l'on admet qu'un peu d'hydrogène a été fixé par quelque action secondaire, de façon à en ramener la proportion éliminée dans la réaction principale à 1 atome, ces rapports deviennent



» La dose d'azote ainsi fixée sur 1 molécule d'alcool est, dans tous les cas, inférieure d'un tiers à celle que fixe 1 molécule d'alcool propylique. Elle est, au contraire, supérieure à celle qui est fixée sur 1 molécule d'allylène. C'est là une relation analogue à celle qui existe entre l'éthylène et l'alcool éthylique : ce qui montre, par un nouvel exemple, la différence qui existe entre les termes hydrogénés (carbures) et les termes hydroxylés (alcools) d'une même série, au point de vue de la fixation électrique de l'azote.

» Voici quelques essais exécutés sur les phénols, corps congénères des alcools; essais moins complets à cause de la fixité de ces composés, mais qui présentent cependant quelques renseignements intéressants, soit au point de vue de l'azote fixé, soit au point de vue de l'hydrogène dégageable, par les corps isomères et par les corps de valence différente.

VI. — PHÉNOL : C^6H^6O .

» Quelques décigrammes du composé ont été introduits au fond de l'éprouvette à effluves renversée et étalés à la surface par une fusion, suivie de solidification convenable : $Az^2 = 20^{cc}, 5$; vingt-quatre heures.

» L'absorption de l'azote a été presque complète ($18^{cc}, 3$); aucun gaz, hydrogène, oxyde de carbone, carbure, ne s'est dégagé. Le produit azoté formé était neutre au tournesol. On n'a pas recherché la limite, le fait d'une absorption considérable étant constaté.

VII. — PHÉNOLS DIATOMIQUES : $C^6H^6O^2$.

» On a opéré sur quelques décigrammes du composé cristallisé, sans le fondre. Vingt-quatre heures :

| | Pyrocatéchine (ortho). <small>cc</small> | Hydroquinon (para). <small>cc</small> | Résorcine (méta). <small>cc</small> |
|---------------------------------|--|---|---|
| Az absorbé | 9,8 | 0,9 | 0,9 |
| H ² dégagé | 0 | 0 | 0,1 |
| CO, carbures | | nuls sensiblement | |

» On observe une différence considérable entre les absorptions d'azote par ces trois composés, dans les mêmes conditions de temps et d'appareils. Rien ne prouve que la limite ait été atteinte. Les produits étaient neutres au tournesol, même le dérivé de la pyrocatéchine.

» Il est remarquable que l'hydroquinon, qui perd si facilement deux atomes d'hydrogène pour se changer en quinon, n'éprouve pas une semblable perte sous l'influence de l'effluve.

VIII. — PHÉNOL TRIATOMIQUE : $C^6H^6O^3$.

» *Pyrogallol*. — Quelques décigrammes en poudre :

| | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| Az absorbé | <small>cc</small> 2,4 |
| H ² dégagé | 0,6 |
| CO | 0,3 |
| Ni CO ² , ni carbures. | |

» Ces résultats montrent une grande diversité dans la saturation des divers phénols par l'azote. Le phénol ordinaire a seul manifesté une tendance notable à fixer cet élément. On doit noter que les phénols ne dégagent, pour ainsi dire, point d'hydrogène sous l'influence de l'effluve électrique, de même que les dérivés benzéniques en général.

DÉRIVÉS DES ALCOOLS.

» Nous examinerons seulement les dérivés formés par déshydratation.

IX. — ÉTHER GLYCOLIQUE : C^2H^4O (pseudoxyde d'éthylène).

» Dérivé du glycol, renfermant le même nombre d'atomes de carbone dans la molécule. Ce corps est gazeux à la température ordinaire.

» *Éther glycolique* et azote à volumes égaux (excès d'azote); vingt-quatre heures :

| | | | |
|------------------|-----------------|---|----------------|
| Gaz initial..... | $C^2H^4O = 100$ | Gaz final..... | $H^2 = 5,5$ |
| | $Az^2 = 115,5$ | (réduit aux mêmes <i>h et t</i>)..... | $C^2H^6 = 0,4$ |
| | | | $Az^2 = 10,1$ |
| | | | 16,0 |

Ni CO^2 , ni CO , ni C^2H^2 .

Az^2 absorbé..... 104,9

» Rapports des éléments condensés, sensiblement :



isomère d'un hydrate de cyanamide, mais avec une constitution différente.

L'hydrogène dégagé est très faible, soit $\frac{H}{10}$ environ; tandis que l'azote s'est ajouté en combinaison, à volumes égaux, avec l'éther glycolique. Le composé formé répondrait au dérivé de l'alcool, mais avec une dose d'azote double pour une molécule génératrice renfermant 2 atomes de carbone: ce qui correspond au caractère bivalent du glycol générateur, comparé à l'alcool éthylique.

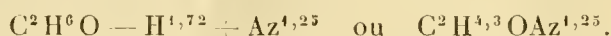
X. — ÉTHER DIMÉTHYLIQUE OU OXYDE DE MÉTHYLE : $(\text{CH}^3)^2\text{O}$.

» Ce corps dérive de deux molécules d'alcool méthylique. Il est gazeux.

» (1). *Éther diméthylique et azote*. — Volumes égaux (excès d'azote); vingt-quatre heures :

| | | | |
|-----------------------|--------------------------------------|---------------------|---|
| Gaz initial | $\text{C}^2\text{H}^6\text{O} = 100$ | Gaz final | $\text{H}^2 = 86$ |
| » | $\text{Az}^2 = 127,9$ | » | $\text{Az}^2 = 65,6$ |
| | | | Ni CO^2 , ni CO , ni C^2H^2 . |
| | | | Az^2 absorbé. 62,3 |

» Rapport des éléments condensés :



» Le rapport atomique du carbone à l'azote est fort voisin de celui observé pour le dérivé de l'alcool méthylique; tandis que le rapport du carbone à l'oxygène est moitié plus petit. Mais les rapports ci-dessus s'appliquent sans doute à un mélange. En tous cas, ils sont voisins de ceux que fournit l'alcool éthylique : $\text{C}^2\text{H}^4\text{AzO}$; ce qui mérite d'autant plus attention que cet alcool est isomère avec l'éther diméthylique.

XI. — ÉTHER DIÉTHYLIQUE (oxyde d'éthyle) : $(\text{C}^2\text{H}^5)^2\text{O}$.

» En raison de la grande tension de vapeur de ce corps, on a pu opérer sur son mélange gazeux avec l'azote.

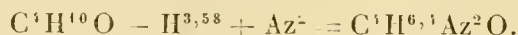
» (1). *Éther diéthylique et azote* (excès d'azote). — Vingt-quatre heures :

| | | | |
|-----------------------|---|---------------------|-------------------------------------|
| Gaz initial | $\text{C}^2\text{H}^{10}\text{O} = 100$ | Gaz final | $\text{H}^2 = 174,2$ |
| » | $\text{Az}^2 = 141$ | » | $\text{Az}^2 = 44,6$ |
| | | | Az^2 absorbé. 96,6 |

» Il ne reste ni CO^2 , ni CO , ni carbure gazeux.

» Le volume de l'azote absorbé est sensiblement égal au volume de l'éther; c'est-à-dire que le rapport atomique du carbone à l'azote est celui de 4:2 ou de 2:1, précisément comme on l'a admis pour l'alcool éthylique.

» Rapports des éléments condensés :



» Avec l'alcool, on a admis plus haut $\text{C}^4\text{H}^8\text{Az}^2\text{O}^2$ ou $\text{C}^4\text{H}^6\text{Az}^2, \text{H}^2\text{O}$: c'est-à-dire le même, à une molécule d'eau près. La relation entre l'azote fixé par les éthers diméthylique et diéthylique est d'ailleurs celle du simple

au double pour une molécule, précisément comme pour les alcools correspondants; ce qui confirme l'existence d'une relation directe entre le composé azoté et la molécule génératrice.

» En résumé, sous l'influence de l'effluve :

» 1° Tous les alcools étudiés fixent de l'azote, en formant des composés condensés de nature amidée et spécialement alcaline (amidines et corps congénères).

» Examinons d'abord ce qui concerne les pertes d'hydrogène accomplies simultanément.

» 2° Cette fixation d'azote est accompagnée, dans le cas des alcools de la série grasse $C^nH^{2n+2}O$, par une perte d'hydrogène, s'élevant à 2 atomes pour les alcools éthylique et propylique; à 1 seul atome pour l'alcool méthylique, qui fait exception.

» 3° Cette perte d'hydrogène doit être rapprochée de celle qu'éprouvent les carbures saturés CH_4 et C^2H^6 , soit libres, soit en présence de l'azote; lesquels carbures perdent précisément 2 atomes de carbone sous la même influence.

» Au contraire, l'alcool allylique, type des alcools $C^nH^{2n}O$, ne perd pour ainsi dire pas d'hydrogène, tandis que ses éléments s'unissent à l'azote : ceci le rapproche de l'acétylène et de l'allylène, au point de vue des réactions de l'effluve.

» 4° Les phénols fixent l'azote sous l'influence de l'effluve.

» Cette fixation a lieu avec des vitesses et des proportions inégales, suivant leur constitution et leur valence.

» 5° Les phénols ne perdent pas d'hydrogène en proportion notable pendant le cours de cette fixation, pas plus que les carbures benzéniques dont ils dérivent.

» Ce fait mérite surtout d'être noté pour l'hydroquinon, si facile à séparer de 2 atomes d'hydrogène par une multitude de réactions.

» Comparons maintenant entre eux les composés azotés que les alcools forment sous l'influence de l'effluve.

» 6° Une molécule des alcools de la série grasse fixe 1 atome d'azote pour 2 atomes d'hydrogène éliminés. Il résulte de cette relation, comparée à la conclusion 2°, que 1 atome d'azote est fixé pour 2 molécules d'alcool méthylique; tandis que la même fixation répond à peu près à 1 seule molécule des alcools éthylique et propyliques, lesquels se comportent de la

même manière. Mais pour l'alcool allylique, qui ne perd presque pas d'hydrogène, il faut 3 molécules de l'alcool pour fixer 2 atomes d'azote.

» 7° Ces relations doivent être rapprochées de la fixation de l'azote par les carbures d'hydrogène générateur des alcools.

» Pour le formène et l'alcool méthylique, le rapport entre le nombre d'atomes de carbone et celui de l'azote est le même.

» Pour l'éthane (ou l'éthylène), ce rapport est, au contraire, à peu près la moitié de celui observé avec l'alcool éthylique. La même observation s'applique au propylène, comparé aux alcools propyliques : ce qui prouve qu'il ne s'agit pas d'une relation purement individuelle.

» 1 molécule d'alcool allylique fixe également plus d'azote qu'une molécule d'allylène ; cette fois dans le rapport de 3:5 ; ce qui montre d'ailleurs que la diversité de réaction par rapport à l'azote, constatée entre l'allylène et les carbures C^nH^{2n+2} et C^nH^{2n} , se retrouve entre les alcools correspondants.

» 8° Signalons les résultats fournis par la fixation électrique de l'azote sur les corps isomères.

» Cette fixation a lieu suivant les mêmes rapports sur les deux alcools propylique normal et isopropylique ; précisément comme sur le propylène et le triméthylène.

» Au contraire, les trois phénols diatomiques ont présenté, à cet égard, des diversités considérables ; lesquelles tiennent peut-être, en partie du moins, à la vitesse inégale de l'absorption de l'azote par des composés solubles de cohésion différente.

» 9° Il existe évidemment une relation entre la perte d'hydrogène éprouvée par les carbures et les alcools saturés sous l'influence de l'effluve, et la fixation de l'azote par ces composés. A première vue, on serait tenté de rapprocher cette perte de celle qui transforme ces alcools en aldéhydes, et, par conséquent, de regarder les composés azotés comme des dérivés aldéhydiques proprement dits. Cette opinion, par le fait, trouve quelque appui dans la circonstance qu'une molécule d'allylène, d'acétylène, d'alcool allylique (et des phénols) ne fixe l'azote qu'en dose relativement fort inférieure à celle qui est fixée par les alcools et les carbures éthyléniques. Cependant, on peut objecter que l'alcool allylique, l'allylène, l'acétylène et les phénols, l'hydroquinon en particulier, ne perdent point d'hydrogène en proportion bien sensible sous l'influence de l'effluve. Une telle circonstance tendrait à établir que les composés azotés, formés sous

l'influence de l'effluve, ont plutôt une constitution cyclique, c'est-à-dire celle de corps relativement saturés : ce qui les rapproche des séries pyridique et quinoléique, dérivées elles-mêmes, comme on sait, des aldéhydes par condensation moléculaire. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Les fonctions fuchsiennes et l'équation $\Delta u = e^u$.*
Note de M. H. POINCARÉ.

« Parmi les équations de la forme

$$(1) \quad \frac{d^2 v}{dx^2} = \varphi(x, y)v,$$

où φ est une fonction rationnelle de deux variables x et y liées par une relation algébrique donnée

$$(2) \quad f(x, y) = 0,$$

parmi toutes ces équations, dis-je, qui admettent des points singuliers donnés et de telle façon que la différence des racines de chaque équation déterminante soit un entier donné, il y a toujours une équation fuchsienne, c'est-à-dire engendrant des fonctions fuchsiennes.

» Nous avons donné de ce fait, M. Klein et moi, une première démonstration fondée sur le principe de continuité. Plus tard, M. Picard a ramené la question à l'intégration de l'équation

$$(3) \quad \Delta u = e^u$$

et il a démontré l'intégrabilité de cette équation par une méthode qu'il a imaginée et qui consiste à l'établir d'abord pour un domaine assez petit pour l'étendre ensuite au plan entier.

» Voulant éviter ce détour, j'ai cherché une méthode nouvelle dont je vais exposer maintenant le principe.

» J'introduis la *surface de Klein* : c'est une surface fermée ; à tout point réel de cette surface correspond un point imaginaire de la courbe (2) et inversement. Je pose d'ailleurs

$$Du = \Delta u \frac{d\Omega}{d\omega},$$

où $d\omega$ est un élément de la surface de Klein et $d\Omega$ l'élément correspondant

du plan des ω . L'équation (3) se ramène alors à la forme

$$(4) \quad DU = \theta e^U - \Phi,$$

où θ et Φ sont deux fonctions données, la première toujours positive.

» Le problème de la formation de l'équation fuchsienne se ramène à la détermination de la fonction U qui doit être partout finie.

» L'analyse repose sur certaines inégalités très simples qui se déduisent d'une remarque unique : si U est maximum, DU est négatif; si U est minimum, DU est positif.

» Je commence par intégrer l'équation

$$(5) \quad Du = \varphi,$$

où φ est donnée; cette intégration n'est possible que si

$$\int \varphi d\omega = 0,$$

l'intégrale étant étendue à tous les éléments $d\omega$ de la surface de Klein. L'équation (5) est de même forme que l'équation bien connue de la théorie du potentiel

$$\Delta u = \varphi,$$

que l'on intègre par la fonction de Green. L'équation (5) s'intègre par un procédé analogue; la fonction qui joue le rôle de la fonction de Green est la partie réelle d'une intégrale abélienne de troisième espèce facile à former.

» J'étudie ensuite l'équation

$$(6) \quad Du = \lambda \eta u - \varphi - \lambda \psi,$$

où η , φ , ψ sont trois fonctions données, la première toujours positive et où λ est un paramètre positif.

» Je montre d'abord que l'équation est intégrable pour les petites valeurs de λ et que l'intégrale peut se développer suivant les puissances de λ . Je montre ensuite que, si elle est intégrable pour $\lambda = \lambda_0$, elle le sera encore pour les petites valeurs de $\lambda - \lambda_0$ et que l'intégrale peut se développer suivant les puissances de $\lambda - \lambda_0$. Je conclus que l'équation est intégrable pour toutes les valeurs positives de λ .

» Il y a un cas où cette méthode est en défaut. C'est quand le polygone fuchsien a des sommets sur le cercle fondamental; dans ce cas il y a des

points où les fonctions η et θ deviennent infinies comme

$$\frac{1}{x^2 \log^2 x}.$$

» Dans ce cas d'ailleurs, la méthode de M. Picard est également en défaut. Je ne puis entrer dans le détail des artifices que j'ai dû employer pour triompher de cette difficulté. Cela a été la partie la plus longue de mon travail.

» Je me bornerai à dire que l'intégrale est toujours finie, qu'elle peut se développer suivant les puissances de λ , mais que les termes du développement peuvent devenir infinis.

» C'est ainsi que la fonction x^λ reste finie pour $x = 0$, si λ est positif; qu'elle peut se développer suivant les puissances de λ

$$x^\lambda = 1 + \lambda \log x + \frac{\lambda^2}{2} (\log x)^2 + \dots$$

mais que les termes du développement deviennent infinis pour $x = 0$.

» Cette difficulté vaincue, j'aborde l'équation

$$(7) \quad Du = \theta e^u - \varphi - \lambda \psi,$$

où θ , φ et ψ sont connus et positifs, et où λ est un paramètre positif.

» Je suppose qu'on sache intégrer l'équation (7) pour $\lambda = 0$; je puis alors former une série procédant suivant les puissances de λ et satisfaisant à (7). J'obtiens chaque terme par l'intégration d'une équation de la forme (6); et, grâce aux inégalités établies au début, je montre facilement que la série converge, si λ est assez petit.

» On peut démontrer alors de proche en proche, comme pour l'équation (6), que l'équation est intégrable pour toutes les valeurs positives de λ .

» En résumé, l'équation (4) est intégrable si Φ est toujours positif, et il est aisé de conclure qu'elle l'est encore pourvu que

$$(8) \quad \int \Phi d\omega > 0.$$

» Cette condition est nécessaire et suffisante. Il reste à vérifier que cette condition (8) est remplie dans les applications que l'on a à faire aux fonctions fuchsienues. Cette vérification est facile.

» On peut entrevoir la possibilité d'une démonstration rigoureuse fondée sur le calcul des variations. Il est aisé de former une intégrale double qui doit être minimum si l'équation (4) est satisfaite. Mais ce genre de raison-

nement n'est pas satisfaisant parce que, cette intégrale dépendant d'une fonction arbitraire, il n'est pas certain qu'elle ait un minimum proprement dit.

» Heureusement, dans le problème qui nous occupe, la fonction inconnue $\varphi(x, y)$ doit satisfaire à certaines conditions; elle dépend seulement d'un nombre fini de constantes inconnues. La fonction u dépendra donc elle-même d'un nombre fini de constantes inconnues. Notre intégrale double, ne dépendant plus d'une fonction arbitraire, mais d'un certain nombre de paramètres arbitraires, aura certainement un minimum et la démonstration pourra devenir rigoureuse. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Sur un cas particulier du mouvement des liquides.*

Mémoire de M. E. FONTANEAU. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Boussinesq, Sarrau, Callandreau.)

« Ce Travail est la suite d'une Communication faite à l'Académie dans sa séance du 23 novembre 1896. Par une transformation très simple des équations générales de l'Hydrodynamique, mais à laquelle me paraît correspondre une proposition qui a quelque analogie avec le principe des aires, j'y ai mis en évidence une fonction Π définie par l'égalité

$$Lp + Mq + Nr = \Pi,$$

où p, q, r désignent les composantes de la vitesse du liquide et L, M, N les composantes de la rotation élémentaire, ou, suivant une expression due à Helmholtz et plus usitée, du tourbillon.

» Je me suis actuellement proposé d'abord d'intégrer les équations de l'Hydrodynamique dans le cas particulier où l'on aurait $\Pi = 0$, c'est-à-dire lorsque l'axe de la rotation élémentaire est, en tous les points de la masse fluide, perpendiculaire à la direction de la vitesse. J'ai dû pour cela employer le système de coordonnées curvilignes biorthogonales. Comme ce système n'a encore donné lieu à aucune application importante et n'est qu'imparfaitement connu, j'ai été obligé d'en exposer les principales propriétés.

» La suite naturelle des idées m'a conduit à rechercher s'il était possible de donner plus d'extension au procédé dont je m'étais servi dans un cas particulier. C'est un but que j'ai atteint, grâce à une légère modification

du calcul; il en est résulté une méthode générale d'intégration des équations eulériennes de l'Hydrodynamique, dont je n'ai d'ailleurs pas fait d'application.

» Pour éviter l'équivoque, je dois prévenir ici que je donne au terme d'*intégration* le sens précis que lui donnait Lagrange, ainsi que les géomètres de son temps. Je ne pouvais pas me proposer d'autre objet, parce que les conditions aux limites ne sont encore qu'imparfaitement définies, comme on peut s'en assurer par une lecture attentive des leçons de Kirchoff sur la Physique mathématique.

» Quoi qu'il en soit, l'esprit de la méthode en question consiste à substituer, aux composantes de vitesse et de rotation, une fonction unique des équations de deux séries de surfaces qui servent à définir les filets liquides; d'où il résulte qu'on est obligé, dans tous les cas, de faire usage d'un système de coordonnées curvilignes. »

M. O. JÉNIN adresse un Mémoire relatif à l'emploi de l'hydrogène pour le gonflement des aérostats.

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, Cailletet.)

M. CHANTRON adresse un complément à sa théorie de l'aviation.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. RAY adresse, de Calcutta, un Mémoire sur l'histoire de l'Alchimie indienne.

(Renvoi à l'examen de M. Berthelot.)

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. Jules Michel intitulée : « Le centenaire du mètre. Les précurseurs du Système métrique et les mesures internationales ». (Présenté par M. de Lapparent.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la transformation d'Euler et la détermination des points singuliers d'une fonction définie par son développement de Taylor.* Note de M. ERNST LINDELÖF, présentée par M. Picard.

« Soit $f(x)$ une fonction analytique définie au voisinage du point $x = 0$ par la série entière

$$(1) \quad a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \dots + a_n x^n + \dots,$$

dont nous supposons, pour simplifier, le rayon de convergence égal à l'unité. Nous appliquons à $f(x)$ la *transformation d'Euler*

$$(2) \quad x = \frac{y}{1+y}, \quad \text{d'où} \quad y = \frac{x}{1-x}.$$

» La fonction transformée, $f\left(\frac{y}{1+y}\right) = \varphi(y)$, sera définie, dans le domaine du point $y = 0$, par le développement

$$(3) \quad c_0 + c_1 y + c_2 y^2 + \dots + c_n y^n + \dots,$$

où $c_0 = a_0$, et

$$c_n = a_n - (n-1)a_{n-1} + \frac{(n-1)(n-2)}{1 \cdot 2} a_{n-2} - \dots \\ + (-1)^k C_{n-1}^{(k)} a_{n-k} + \dots + (-1)^{n-1} a_1.$$

» Or, par la transformation (2), la partie T du plan x , située à gauche de la droite $x = \frac{1}{2}$, est représentée d'une manière conforme sur le cercle C du plan y ayant l'origine pour centre et le rayon égal à l'unité. Donc, si la fonction $f(x)$ est régulière à l'intérieur de l'aire T, $\varphi(y)$ sera régulière dans le cercle C et, par suite, la série (3) sera convergente pour $|y| < 1$, en sorte que $f(x)$ sera représentée, pour tout point de T, par le développement

$$c_0 + c_1 \frac{x}{1-x} + \dots + c_n \left(\frac{x}{1-x}\right)^n + \dots$$

» Dans les cas où il se trouve, à l'intérieur de T, des points singuliers de la fonction $f(x)$, le rayon de convergence ρ de la série (3) sera inférieur à 1; mais ce rayon est au moins égal à $\frac{1}{2}$, puisque au cercle $|y| = \frac{1}{2}$ correspond, dans le plan de la variable x , un cercle ayant pour diamètre le segment $-1 \text{---} +\frac{1}{3}$ de l'arc réel. On voit donc que ρ est égal à $\frac{1}{2}$ on est

plus grand que $\frac{1}{2}$, suivant que $x = -1$ est, pour $f(x)$, un point singulier ou ordinaire.

» La transformation d'Euler est un cas particulier de la suivante :

$$x = \frac{xy}{1+y}, \quad y = \frac{x}{z-x},$$

où nous désignons par z une constante réelle et *positive*. Cette dernière transformation réalise la représentation conforme sur le cercle C de la région T' du plan x , située à gauche de la droite $x = \frac{z}{2}$. Après la transformation, la série (1) deviendra

$$(4) \quad a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left[a_n z^n - (n-1)a_{n-1} z^{n-1} + \frac{(n-1)(n-2)}{1 \cdot 2} a_{n-2} z^{n-2} - \dots \right] y^n.$$

Si $f(x)$ est régulière dans T' , le rayon de convergence S' de cette série est égal à un ; dans les autres cas ρ' est inférieur à 1, mais au moins égal à $\frac{1}{z+1}$. On aura $\rho' > \frac{1}{z+1}$ ou $\rho' = \frac{1}{z+1}$ suivant que la fonction $f(x)$ est ou non régulière au point $x = -1$, z ayant d'ailleurs une valeur positive quelconque.

» Pour rechercher si un point donné $e^{i\theta}$, situé sur le cercle de convergence de la série (1), est un point singulier, on pourra appliquer les considérations précédentes, après avoir fait la substitution $x = e^{(i\theta - \pi)i} z$.

» On comprend, dès lors, le parti que l'on pourra tirer de la transformation d'Euler pour déterminer les points singuliers situés sur le cercle de convergence ou même, dans bien des cas, en dehors de ce cercle. La question revient en somme à calculer le rayon de convergence de la série (1) ou de la série plus générale (4), où l'on aura attribué à z une valeur convenable.

» Cette méthode permet encore d'établir rapidement plusieurs résultats antérieurs, relatifs aux conditions que doivent remplir les coefficients d'une série, pour que l'on puisse affirmer qu'un point donné de son cercle de convergence est un point singulier, ou que la série admet ce cercle comme compure. En voici un exemple. Posons $a_n = g_n e^{z_n i}$ et admettons que $\cos(z_n - z_p) > \tau > 0$, pour toutes les valeurs de n et p supérieures à k . Nous nous proposons de démontrer que $x = 1$ est un point singulier.

» Pour qu'il en soit ainsi, il faut et il suffit qu'en posant

$$c'_n = a_n + (n-1)a_{n-1} + \frac{(n-1)(n-2)}{1 \cdot 2} a_{n-2} + \dots + a_1,$$

on ait, pour une infinité de valeur de n ,

$$\sqrt[n]{|c'_n|} > 2(1 - \varepsilon),$$

quelque petite que soit la quantité positive ε . Or, la série (1) étant divergente pour $|x| > 1$, nous pouvons trouver une suite indéfinie de nombres entiers croissants $n_1, n_2, \dots, n_i, \dots$, tels que $g_{n_i} > (1 - \varepsilon)^{n_i}$. En égalant à zéro les coefficients a_1, a_2, \dots, a_k , ce qui n'a aucune influence sur le sujet qui nous occupe, on trouve donc que l'expression

$$|c'_{2n_i}|^2 = g_{2n_i}^2 + 2(2n_i - 1)g_{2n_i}g_{2n_i-1} \cos(x_{2n_i} - x_{2n_i-1}) + \dots + (c'_{2n_i-1}g_{n_i})^2 + \dots$$

est supérieure à

$$[C_{2n_i-1}^{(n_i)}(1 - \varepsilon)^{n_i}]^2.$$

» D'autre part, l'application de la formule de Stirling au coefficient binomial montre que sa racine $2n_i^{\text{ième}}$ tend vers 2 lorsque i , et par suite n_i , augmente. A partir d'une certaine valeur de i , on aura donc

$$\sqrt[2n_i]{|c'_{2n_i}|} \geq 2\sqrt{1 - \varepsilon} > 2(1 - \varepsilon).$$

» Le point $x = 1$ est donc bien un point singulier. c. q. f. d.

» Mais le principal avantage de la transformation d'Euler est évidemment de fournir un moyen *pratique* pour calculer les valeurs d'une fonction définie par une série entière aux points situés sur le cercle de convergence ou dans certaines régions en dehors de ce cercle, ou encore pour augmenter la convergence de la série. C'est dans ce dernier but qu'on s'est généralement servi de cette transformation, mais il me semble qu'on ne s'est pas bien rendu compte de la raison théorique qui assure le succès de la méthode. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une extension de la méthode de quadrature de Gauss.* Note de M. HENRY BOURGET, présentée par M. Picard.

« 1. Dans un Mémoire inséré au Tome IV des *Annales de la Faculté de Toulouse*, M. Appell a étendu aux intégrales doubles la méthode de quadrature de Gauss. M. Appell substitue, à la fonction à intégrer, un polynôme de degré p déterminé par la condition de prendre les mêmes valeurs que la fonction en $\frac{(p+1)(p+2)}{2}$ points donnés par leurs coordonnées dans le contour d'intégration et choisis de manière à rendre l'approximation

maximum. Ces coordonnées satisfont, par là, à un assez grand nombre d'équations simultanées.

» J'ai considéré un cas particulier de cette généralisation, et la netteté du résultat m'a semblé pouvoir intéresser l'Académie. Ce cas vient se ranger à côté de la généralisation bien connue de Minding, mais est moins banal que cette dernière.

» 2. Nous nous proposons d'évaluer, par quadrature, l'intégrale

$$J = \int \int_c f(x, y) dx dy,$$

étendue à l'intérieur d'un cercle c de rayon r , ayant son centre à l'origine, en supposant que la fonction à intégrer est développable en série de puissances à l'intérieur du cercle c .

» Prenons deux polynômes de degré p

$$P(x, y) \quad \text{et} \quad Q(x, y),$$

dont les racines soient toutes communes à l'intérieur du cercle c , et substituons à la fonction $f(x, y)$ un polynôme $\varphi(x, y)$, prenant les mêmes valeurs f_1, f_2, \dots, f_p que la fonction f aux points communs aux deux courbes

$$P(x, y) = 0 \quad \text{et} \quad Q(x, y) = 0.$$

» Cela étant, nous trouvons que l'intégrale J coïncide avec l'intégrale

$$I = \int \int_c \varphi(x, y) dx dy = A_1 f_1 + A_2 f_2 + \dots + A_p f_p$$

jusqu'aux termes d'ordre $p - 1$ en x, y inclusivement, et que les constantes A_i ne dépendent que des points communs aux courbes $P(x, y) = 0$, $Q(x, y) = 0$ et nullement de la fonction f .

» 3. Peut-on choisir les polynômes P et Q , de manière à rendre, pour un degré p , l'approximation plus grande et comparable à celle de Gauss ?

» Nous trouvons qu'en prenant

$$P = \frac{\partial^p (x^2 + y^2 - r^2)^p}{\partial x^p} = U_{p,0}, \quad Q = \frac{\partial^p (x^2 + y^2 - r^2)^p}{\partial y^p} = U_{0,p},$$

$U_{p,0}$ et $U_{0,p}$ étant les polynômes extrêmes de M. Hermite, les deux intégrales J et I concordent jusqu'aux termes d'ordre $2p - 1$ inclusivement.

» D'autre part, ces polynômes satisfont aux conditions supposées ; car M. Hermite a démontré que $U_{p,0} = 0$ représente p moitiés d'ellipse, données

séparément par $\frac{x}{\sqrt{1-y^2}} = z$, où z est une quelconque des racines du polynôme de Legendre X_p et que $U_{0,p} = 0$ représente le même système de courbes tournées de 90° autour de l'origine. Ces deux systèmes déterminent bien p^2 points situés à l'intérieur du cercle $x^2 + y^2 - 1 = 0$.

» 4. Voici le Tableau des coordonnées des points communs à $U_{p,0} = 0$ et $U_{0,p} = 0$ pour les premières valeurs de p et les valeurs des constantes A_i correspondantes. Pour abrégé, nous ne donnons que les points situés dans le premier quadrant. Les autres s'obtiendront en prenant les symétriques par rapport aux axes et à l'origine et en remarquant que deux constantes A_i correspondant à des points symétriques sont égales.

$$\begin{array}{l}
 p = 1 \left\{ \begin{array}{l} x \left| \begin{array}{l} \pi, \\ 0, \\ \pi, \end{array} \right. \\ y \left| \begin{array}{l} \pi, \\ 0, \\ \pi, \end{array} \right. \\ A \left| \begin{array}{l} \pi, \\ 0, \\ \pi, \end{array} \right. \end{array} \right. \quad
 p = 2 \left\{ \begin{array}{l} x \left| \begin{array}{l} \frac{1}{2}, \\ \frac{1}{2}, \\ \frac{\pi}{4}, \end{array} \right. \\ y \left| \begin{array}{l} \frac{1}{2}, \\ \frac{1}{2}, \\ \frac{\pi}{4}, \end{array} \right. \\ A \left| \begin{array}{l} \frac{\pi}{2}, \\ \frac{\pi}{2}, \\ \frac{\pi}{4}, \end{array} \right. \end{array} \right. \quad
 p = 3 \left\{ \begin{array}{l} x \left| \begin{array}{l} 0, \quad 0, \quad \sqrt{\frac{3}{8}}, \\ 0, \quad \sqrt{\frac{3}{5}}, \quad \sqrt{\frac{3}{8}}, \\ \frac{13}{54}\pi, \quad \frac{25}{216}\pi, \quad \frac{2}{27}\pi, \end{array} \right. \\ y \left| \begin{array}{l} 0, \quad 0, \quad \sqrt{\frac{3}{8}}, \\ 0, \quad \sqrt{\frac{3}{5}}, \quad \sqrt{\frac{3}{8}}, \\ \frac{13}{54}\pi, \quad \frac{25}{216}\pi, \quad \frac{2}{27}\pi, \end{array} \right. \\ A \left| \begin{array}{l} \frac{13}{54}\pi, \quad \frac{25}{216}\pi, \quad \frac{2}{27}\pi, \\ \frac{13}{54}\pi, \quad \frac{25}{216}\pi, \quad \frac{2}{27}\pi, \\ \frac{13}{54}\pi, \quad \frac{25}{216}\pi, \quad \frac{2}{27}\pi, \end{array} \right. \end{array} \right. \\
 \\
 p = 4 \left\{ \begin{array}{l} x \left| \begin{array}{l} \sqrt{\frac{18 - \sqrt{120}}{68}}, \quad \sqrt{\frac{18 + \sqrt{120}}{68}}, \quad \sqrt{\frac{12 + \sqrt{120}}{32}}, \quad \sqrt{\frac{12 - \sqrt{120}}{32}}, \\ \sqrt{\frac{18 - \sqrt{120}}{68}}, \quad \sqrt{\frac{18 + \sqrt{120}}{68}}, \quad \sqrt{\frac{12 - \sqrt{120}}{32}}, \quad \sqrt{\frac{12 + \sqrt{120}}{32}}, \\ \frac{\pi(232 + 11\sqrt{120})}{2^6 \cdot 3^2 \cdot 5}, \quad \frac{\pi(232 - 11\sqrt{120})}{2^6 \cdot 3^2 \cdot 5}, \quad \frac{2\pi}{3^2 \cdot 5}, \quad \frac{2\pi}{3^2 \cdot 5} \end{array} \right. \\ y \left| \begin{array}{l} \sqrt{\frac{18 - \sqrt{120}}{68}}, \quad \sqrt{\frac{18 + \sqrt{120}}{68}}, \quad \sqrt{\frac{12 - \sqrt{120}}{32}}, \quad \sqrt{\frac{12 + \sqrt{120}}{32}}, \\ \sqrt{\frac{18 - \sqrt{120}}{68}}, \quad \sqrt{\frac{18 + \sqrt{120}}{68}}, \quad \sqrt{\frac{12 - \sqrt{120}}{32}}, \quad \sqrt{\frac{12 + \sqrt{120}}{32}}, \\ \frac{\pi(232 + 11\sqrt{120})}{2^6 \cdot 3^2 \cdot 5}, \quad \frac{\pi(232 - 11\sqrt{120})}{2^6 \cdot 3^2 \cdot 5}, \quad \frac{2\pi}{3^2 \cdot 5}, \quad \frac{2\pi}{3^2 \cdot 5} \end{array} \right. \\ A \left| \begin{array}{l} \frac{\pi(232 + 11\sqrt{120})}{2^6 \cdot 3^2 \cdot 5}, \quad \frac{\pi(232 - 11\sqrt{120})}{2^6 \cdot 3^2 \cdot 5}, \quad \frac{2\pi}{3^2 \cdot 5}, \quad \frac{2\pi}{3^2 \cdot 5} \\ \frac{\pi(232 + 11\sqrt{120})}{2^6 \cdot 3^2 \cdot 5}, \quad \frac{\pi(232 - 11\sqrt{120})}{2^6 \cdot 3^2 \cdot 5}, \quad \frac{2\pi}{3^2 \cdot 5}, \quad \frac{2\pi}{3^2 \cdot 5} \\ \frac{\pi(232 + 11\sqrt{120})}{2^6 \cdot 3^2 \cdot 5}, \quad \frac{\pi(232 - 11\sqrt{120})}{2^6 \cdot 3^2 \cdot 5}, \quad \frac{2\pi}{3^2 \cdot 5}, \quad \frac{2\pi}{3^2 \cdot 5} \end{array} \right. \end{array} \right.
 \end{array}$$

OPTIQUE. — *Sur des lunettes autocollimatrices à longue portée et un vérificateur optique des lignes et surfaces de machines.* Note de M. **CH. DÉVÉ**, présentée par M. A. Cornu.

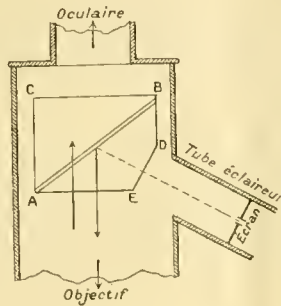
« Les lunettes autocollimatrices à réticule éclairé ne donnent qu'une image très petite et vague, dès que le miroir sur lequel est dirigé l'instrument se trouve un peu éloigné; cet inconvénient résulte de la quantité insuffisante de lumière renvoyée dans la lunette et des moindres imperfections du miroir qui produisent de la dispersion. Les lunettes autocollimatrices comportant comme objet lumineux un petit trou percé dans un écran situé dans le plan focal de l'objectif ne donnent plus aucune image dès que le miroir est éloigné de quelques mètres; à cette distance, en effet, l'image,

pour être visible, doit se former très près de l'objet; elle est alors complètement masquée par l'écran.

» *Lunettes.* — Les lunettes que j'ai établies permettent d'employer comme objet lumineux un petit trou dans un écran situé dans un tube éclairer latéral et de faire autocollimation à une distance quelconque (pratiquement, à 15^m ou 20^m avec une lunette de 0^m, 40 de focale).

» Une lame inclinée est interposée dans le corps de lunette en face du tube éclairer, mais cette lame, sous peine de donner deux images, doit être infiniment mince;

Fig. 1.



la lame réfléchissante employée est une lame d'air AB d'environ 0^{mm},1 comprise entre deux prismes ABC et ABDE. Les faces CB et AE sont parallèles; la face DE normale au tube éclairer est symétrique de la face CB par rapport à la lame mince.

» Grâce à ces dispositions, les rayons qui traversent le prisme et ceux qui se réfléchissent sur la lame mince ne subissent aucune décomposition et les images observées sont parfaitement achromatiques, si l'on a eu soin d'achromatiser le système prisme-objectif. L'inclinaison de la lame mince a été calculée de façon à obtenir le maximum d'intensité lumineuse des images observées tout en évitant la réflexion totale (1).

» Cette lame n'a pas ses faces rigoureusement parallèles; elles font entre elles un angle très petit de façon à superposer les deux images dans le sens de l'axe de la lunette; cet artifice permet de donner à la lame une épaisseur assez grande pour éviter les franges d'interférences qui communiqueraient leurs colorations aux images.

» Deux modèles de lunettes autocollimatrices à longue portée ont été établis. Le premier comporte un réticule fixe et un oculaire positif. Le second modèle comporte un oculaire négatif à grand champ sans réticule

(1) La perfection des diverses faces du prisme est une condition essentielle de la netteté des images; je dois rendre hommage ici à l'habileté de M. l'ingénieur Jobin qui a construit les parties optiques de ces appareils.

et une glace plane à faces parallèles faisant corps avec la lunette et placée devant l'objectif; cette glace donne, par autocollimation, une image fixe qui remplace le réticule; un autre avantage de la glace est de produire avec le miroir sur lequel est pointée la lunette une série d'images secondaires par réflexions multiples, comme dans le collimateur de Fizeau dans l'appareil qui a servi au tracé des prototypes internationaux.

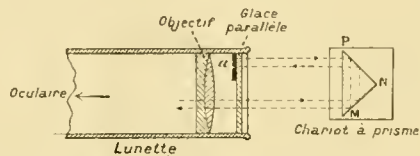
» Grâce à ce dispositif, on voit facilement trois ou quatre images; les déplacements de la troisième image, par exemple, étant trois fois plus grands que ceux de la première, les inclinaisons du miroir sont évaluées trois fois plus exactement en se servant de la troisième image qu'en se servant de la première; la superposition des images mobiles à l'image réticulaire se fait aussi avec une très grande précision, puisque, toutes les images se centrant ensemble, la moindre erreur de centrage se traduit par une ovalisation apparente de l'image unique.

» Toutefois, les avantages que présente ce second dispositif ne sont pratiquement utilisables que pour des visées sur un miroir assez rapproché; pour de plus grandes distances, le nombre des images secondaires diminue, et, d'ailleurs, la nécessité où l'on est de les enchevêtrer les unes dans les autres pour les maintenir dans un champ restreint, produit une certaine confusion.

» Un autre dispositif a été établi en vue de ce cas particulier.

» Un segment α de la glace parallèle est argenté et le miroir sur lequel se fait d'ordinaire l'autocollimation est remplacé par un prisme droit à 90° dont l'hypoténuse fait face à la lunette. L'arête du dièdre droit étant placée vis-à-vis du bord b du segment argenté, la face MN seule reçoit les rayons émis par la lunette; ces rayons

Fig. 2.



sont successivement réfléchis par la face MP, le segment α , les faces MP et NM et renvoyés dans la lunette. Grâce à ces réflexions successives, l'image observée se déplace avec la même amplitude que le ferait la deuxième image dans le cas des images multiples produites entre deux glaces parallèles et possède une intensité lumineuse considérable.

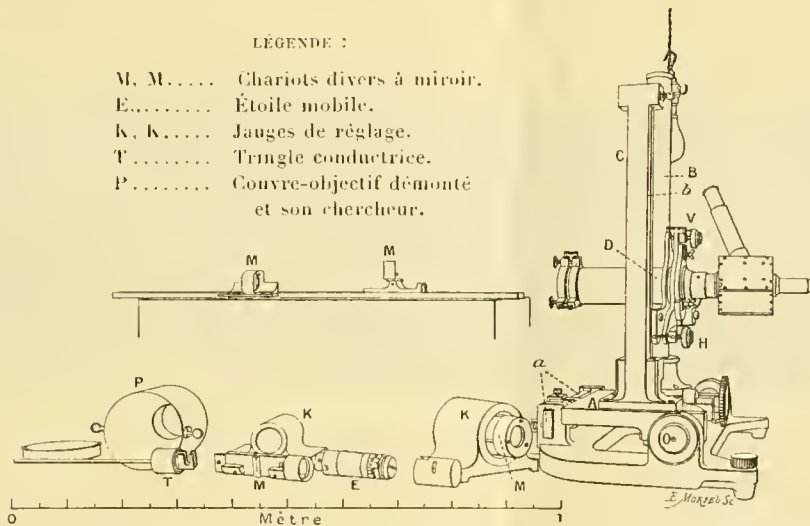
» Un autre avantage non moins appréciable de ce système est que le prisme est insensible aux désorientements qui peuvent se produire parallèlement à sa base; on limite ainsi les déplacements de l'image au

sens vertical ou au sens horizontal, suivant la position que l'on donne au prisme, ce qui élimine des écarts accidentels souvent gênants.

» *Miroirs mobiles.* — Un jeu de chariots porte-miroir permet, entre autres opérations, de contrôler la rectitude des trous cylindriques, des règles ou des marbres de toutes dimensions, ce qu'aucun instrument n'avait permis de faire d'une façon pratique jusqu'à ce jour ⁽¹⁾. D'autres chariots portant deux miroirs en demi-cercle, solidaires de touches diamétrales, servent à vérifier les variations de diamètre des trous cylindriques des machines et des bouches à feu, et constituent des *étoiles mobiles* à indications continues permettant de localiser sur une génératrice ou sur l'autre les dépressions et saillies accidentelles.

» *Organes mécaniques de l'appareil.* — La lunette est montée sur un support comportant une translation horizontale et une translation verticale d'environ 0^m,30 d'amplitude permettant de déplacer la lunette parallèlement à elle-même pour l'amener en face des différentes lignes ou surfaces dont on veut vérifier le parallélisme. Ces déplacements sont obtenus d'une façon rigoureusement parallèle par le dispositif suivant :

Fig. 3.



» Un chariot A glisse horizontalement en s'appuyant par deux coussinets sur un arbre horizontal O, et par une pointe mousse sur la tranche d'une règle en acier *a*.

(¹) J'ai établi un instrument basé sur le même principe qui sert à contrôler le dressage des canons de fusil (*Revue d'Artillerie*, 1896, et *Bulletin de la Société de Physique*, 1897).

Le chariot A porte une colonne B et un pilier C contre lequel est logée une règle verticale *b*. Un plateau D coulisse verticalement en s'appuyant sur la colonne et sur la règle verticale; une crapaudine, rapportée dans le bas du plateau, supporte tout le poids de la lunette et deux vis calantes à tambours gradués V et H mesurent les petits mouvements angulaires horizontaux et verticaux qu'il faut imprimer à la lunette pour suivre l'image quand le miroir mobile indique un défaut de rectitude ou de parallélisme. Pour régler le parallélisme des déplacements verticaux, on vise dans la lunette un fil à plomb éloigné et l'on agit sur la règle *b*, soit en variant son inclinaison, soit par des retouches locales, jusqu'à ce que le pointé suive exactement le fil à plomb pendant toute la course que peut faire la lunette du haut en bas de la colonne. On règle le parallélisme des déplacements horizontaux en agissant de la même manière, sur la règle *a*, de façon qu'un niveau sensible placé sur le chariot A normalement à la règle reste horizontal pendant toute la course que peut faire le chariot de la droite à la gauche de l'appareil. Après les retouches, la règle *a* n'est plus droite, mais son profil rachète toutes les flexions produites par le poids des chariots et de la lunette dans toutes les positions possibles.

» Grâce à l'exactitude de ces translations, l'appareil peut servir à vérifier le parallélisme d'éléments de droites ou de plans qui ne sont pas vis-à-vis et qui par suite échappent au contrôle des vérificateurs à palpeurs.

» Un œillette spécial facilite la recherche de l'image. Divers accessoires permettent d'étendre ces procédés de vérification à des plans ou lignes perpendiculaires, à des barres cylindriques ou prismatiques, dont on peut mesurer la rectitude ou la flèche indépendamment de la flexion produite par le poids même du chariot porte-miroir, en ayant soin de répéter l'opération avec un deuxième chariot d'un poids double. Un autre dispositif permet encore d'appliquer les mêmes procédés aux lignes et plans qui ne sont déterminés que par leurs tracés. »

PHYSIQUE. — *Les lignes de forces et les surfaces équipotentiellles dans la nature.*

Note de M. G.-M. STAKOÏÉVITCH, présentée par M. Lippmann.

« Les lignes de forces, ainsi que les surfaces équipotentiellles, résultant des actions de forces centrales, ont trouvé des applications très importantes dans la Science.

» Sans nous arrêter à leurs applications aux études des phénomènes de la gravitation, nous rappellerons seulement le rôle très important qu'elles jouent en électricité et en magnétisme. C'est par leurs développements, par leurs directions et leur nombre dans un champ, qu'on peut se rendre compte de toutes les particularités de ce champ.

» Nous ne ferons que mentionner, en passant, que le phénomène des

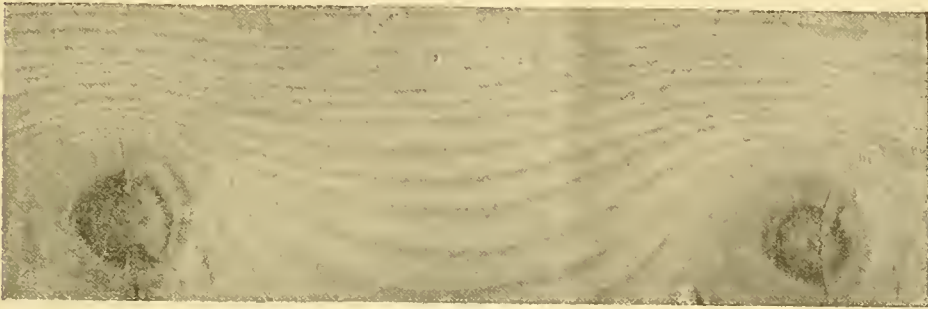
anneaux colorés, ainsi que celui des lignes neutres que l'on observe dans un *champ optique* d'un cristal à un axe, rappellent, à plusieurs points de vue, le champ électromagnétique d'un courant électrique rectiligne; de même, le champ optique d'un cristal biaxe nous fait voir les mêmes éléments que l'on observe dans un champ formé soit par deux courants rectilignes de même sens, soit par deux pôles électriques ou magnétiques de mêmes noms. Ce qui nous semble remarquable, c'est que nous avons trouvé que les lignes de forces et les surfaces équipotentiellles sont plus ou moins apparentes dans le règne végétal.

» La différenciation de certains tissus végétaux nous fait voir que, sitôt que cette différenciation s'est produite, elle prend les mêmes formes que celles dont nous venons de parler.

» Sans nous arrêter aux formes bien connues des anneaux concentriques, indiquant *les âges d'un arbre*, nous signalerons, entre autres, quelques cas plus compliqués et plus intéressants.

» La *fig. 1* représente l'aspect d'une planche de sapin avec deux nœuds. Les lignes équipotentiellles longitudinales, si elles s'étaient développées librement, seraient parallèles entre elles. Les nœuds jouent le rôle et pro-

Fig. 1.



Lignes équipotentiellles cellulaires de deux pôles de mêmes noms.

duisent les mêmes perturbations dans les champs où ils se trouvent qu'un pôle magnétique ou électrique, introduit dans un champ de même nature. C'est-à-dire qu'il absorbe les lignes de forces et les surfaces équipotentiellles qui tendent à le traverser, ou il les force (jusqu'à une certaine distance) à suivre le cours de ses propres lignes et forces. Notre figure, en représentant ces effets, indique en même temps que les deux pôles sont de mêmes noms.

» La *fig. 2* montre que la différenciation du tissu s'est produite suivant

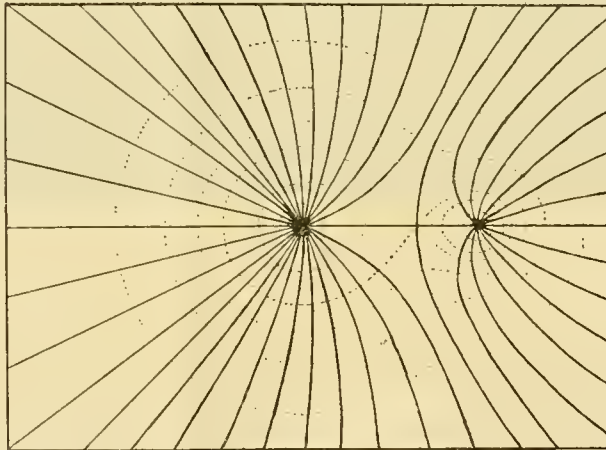
Fig. 2.



Lignes de force cellulaires de deux pôles de mêmes noms et d'intensités différentes.

les lignes de forces. Nous avons ici, sur une section d'un radis, un champ

Fig. bis.

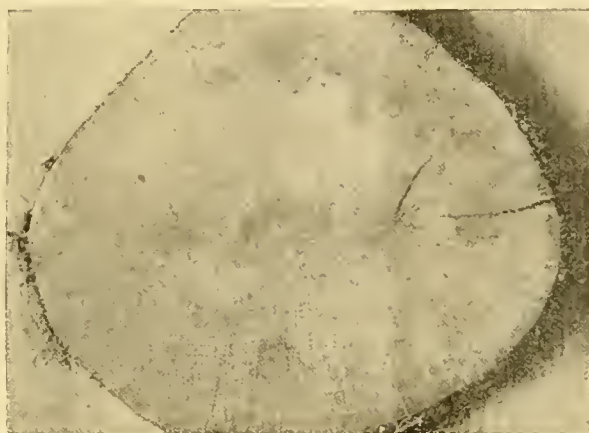


Champ électrique de deux pôles de mêmes noms, dont les intensités sont en rapport de 1:1/2.

de deux pôles d'où émanent les lignes de forces, que ces deux pôles (ou courants) soient de mêmes noms et d'intensités différentes.

» Dans la *fig. 3*, nous avons une section d'un bois de chêne, quelques centimètres au-dessus d'une ramification. Nous y voyons, jusqu'aux moindres détails, l'aspect d'un champ électromagnétique formé par deux

Fig. 3.



Lignes de force et surfaces équipotentiellcs cellulaires. Identité de ces éléments avec ceux d'un champ électromagnétique ou optique.

courants rectilignes croisés de même sens (ou par deux pôles de même nom) et sensiblement de même intensité.

» On ne peut pas croire que le rapprochement de ces phénomènes si différents par leur nature soit dû au hasard. Il serait plus naturel de conclure qu'ils sont produits par des actions semblables, sinon identiques; que chaque plante représente un *champ cellulaire*, caractérisé par ses lignes de forces et ses surfaces équipotentiellcs (visibles ou non), et que chaque cellule se meut et se fixe définitivement, suivant une ligne de force ou surface équipotentielle, les forces qui régissent les accroissements étant des forces dirigées. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les propriétés et la cristallisation du sulfure de baryum anhydre*. Note de M. A. MOUILLOR, présentée par M. H. MOISSAN.

« Dans la suite de nos recherches sur l'action d'une haute température et des réducteurs sur les sulfures et les sulfates, nous avons été conduit à examiner les sulfures et sulfates alcalino-terreux.

» Rappelons d'abord que M. Moissan a montré, dans son travail sur les carbures (1), que les sulfates alcalino-terreux donnent au four électrique un carbure impur mélangé de sulfure : nous avons cherché à nous placer dans des conditions telles que la réduction du sulfate puisse fournir un sulfure pur. Nous avons également soumis le sulfure amorphe à l'action du four électrique et c'est ainsi que, par l'un ou l'autre de ces procédés, nous avons obtenu purs et cristallisés les sulfures anhydres de baryum, de calcium et de strontium.

» Nous publierons aujourd'hui les résultats obtenus avec le sulfure de baryum.

» Pour le préparer, nous avons fait deux séries d'expériences au moyen du four électrique.

» *a.* Nous préparons d'abord le sulfure amorphe pur par l'action de l'hydrogène sulfuré sur le carbonate au rouge, dans le four à réverbère, en ayant soin de remplacez, à la fin de la chauffe, l'hydrogène sulfuré par l'hydrogène, comme l'a indiqué M. Sabatier (2).

» Ce sulfure amorphe est placé dans une nacelle de charbon, disposée à l'intérieur d'un tube de même matière, et chauffé au four électrique avec le dispositif indiqué par M. Moissan; le courant était de 900 ampères et de 50 volts.

» On peut suivre la fusion de la substance et, lorsqu'elle est complète, on arrête la chauffe; le sulfure fondu cristallise alors par refroidissement.

» La densité de ce sulfure, prise dans la benzine à 15°, est égale à 4,30 en poudre et à 3,95 la substance étant en gros fragments.

» L'analyse nous a donné :

| | | Théorie. |
|---------|-------|----------|
| Ba..... | 81,5 | 81,09 |
| S..... | 18,03 | 18,91 |

» *b.* Nous avons ensuite mélangé intimement le sulfate de baryum et le charbon d'après les proportions que prévoit la transformation complète du sulfate en sulfure. Ce mélange a été aggloméré fortement et introduit dans le four électrique à creuset. Soumis à l'action d'un courant de 900 ampères sous 50 volts pendant quatre minutes environ, nous obtenons une masse fondue présentant, dans son intérieur, des géodes de cristaux dont la composition est celle du proto-sulfure.

» A l'analyse, nous obtenons :

| | | | Théorie |
|---------|-------|-------|---------|
| Ba..... | 81,20 | 81,29 | 81,09 |
| S..... | 18,65 | 18,30 | 18,91 |

» Il est essentiel que la durée de la chauffe ne dépasse pas cinq minutes, que la

(1) H. MOISSAN, *Étude des acétylures cristallisés de baryum et de strontium* (*Comptes rendus*, t. CXVIII).

(2) SABATIER, *Comptes rendus*, t. LXXXVIII.

masse chauffée soit assez grande, et l'on doit rejeter comme contenant une certaine quantité de carbure les parties fondues qui avoisinent les parois du creuset. La densité de ce sulfure, prise également dans la benzine à 15°, est sensiblement la même que celle du sulfure cristallisé provenant de la fusion du sulfure amorphe; nous avons trouvé les chiffres suivants : 4,25 et 4,29 pour la substance réduite en poudre.

» *Propriétés.* — Le sulfure de baryum cristallisé se présente en cristaux blancs, incolores sous une faible épaisseur, paraissant noirs et opaques quand on les examine sous une épaisseur assez grande, par suite de la présence d'une petite quantité de carbone.

» Ces cristaux, d'assez grandes dimensions, présentent deux plans de clivage très nets, sensiblement rectangulaires, de sorte qu'ils nous paraissent formés par la juxtaposition de cubes; ils sont d'ailleurs sans action sur la lumière polarisée.

» Quelques-uns d'entre eux sont teintés de bleu; on les rencontre surtout dans le sulfure cristallisé préparé par le mélange de sulfate et de charbon; de sorte que cette coloration nous semble due aux traces de fer qui y pouvaient exister.

» La dureté du sulfure cristallisé n'est pas très grande; il ne raye ni le quartz, ni le verre.

» L'ensemble de ses propriétés chimiques ne le différencie pas nettement du sulfure amorphe bien étudié, notamment par MM. H. Velez et Sabatier (1); toutefois il est beaucoup moins altérable à l'air et, en général, plus lentement attaqué par les divers réactifs.

» Les quelques réactions suivantes nous ont paru toutefois intéressantes à signaler :

» 1° Le *fluor* l'attaque à froid avec incandescence; il y a production de fluorure de soufre et de fluorure de baryum;

» 2° L'action de l'*oxygène* a été étudiée en faisant passer un courant de ce gaz sur un poids $p = 0^{\text{sr}},735$ de sulfure cristallisé placé dans une nacelle que l'on introduit dans un tube chauffé par une grille à analyse; la réaction se fait avec incandescence, et nous obtenons un poids $p' = 0,990$ de sulfate; la transformation intégrale en sulfate faisait prévoir $1^{\text{sr}},015$; par l'analyse des gaz dégagés on peut, d'ailleurs, vérifier qu'il n'y a pas traces d'acide sulfureux;

» 3° Les *corps oxydants*, tels que le chlorate de potassium, l'oxyde puce de plomb, réagissent avec incandescence;

» 4° L'anhydride phosphorique et l'oxychlorure de phosphore le réduisent avec incandescence et formation d'un composé rougeâtre où nous avons pu caractériser le phosphore et le soufre.

(1) H. VELEZ, *Chem. Soc.*, t. XLIX, p. 369.

» 5° Enfin, parmi les *réducteurs*, nous signalerons l'action du carbone qui a été faite au four électrique dans le four à tube; après une chauffe de dix minutes environ sous l'action d'un courant de 900 ampères et de 50 volts, nous obtenons un produit ne renfermant plus que des traces de soufre; il répond sensiblement à la formule C^2Ba du carbure obtenu par M. Moissan dans l'action du carbone sur le carbonate de baryum.

» *En résumé*, il résulte de nos expériences :

» 1° Que l'on peut obtenir le sulfure de baryum cristallisé en soumettant à l'action du four électrique, soit le sulfure amorphe, soit un mélange intime et aggloméré de sulfate et de charbon;

» 2° Que ce sulfure de baryum cristallisé, moins altérable que le sulfure amorphe, est susceptible de se transformer intégralement en sulfate sous l'action de l'oxygène et peut se convertir en carbure sous l'action du carbone. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'oxyde de carbone sur le chlorure palladeux.*

Note de M. E. FINK, présentée par M. Armand Gantier.

« Dans un tube de bohème de 1^m, on place, à cinq centimètres de la partie antérieure, un tampon d'amiante puis, sur une longueur de 30^{cm}, de l'amiante saupoudrée de mousse de palladium calciné dans l'hydrogène, et enfin un tampon d'amiante. L'amiante employée doit être préalablement bien lavée, séchée et calcinée.

» On fixe ce tube dans un manchon de porcelaine assez long pour qu'il dépasse un peu de chaque côté la partie du tube de verre qui contient le palladium. On place le tout sur une grille à analyse. On relie la partie antérieure du tube de verre, d'une part avec un appareil à chlore et, de l'autre, avec un appareil producteur d'oxyde de carbone.

» Pour avoir un courant régulier d'oxyde de carbone pur, j'emploie le formiate de soude.

» La partie postérieure du tube de verre est rattachée à un ballon qui lui-même communique avec le dehors.

» Le tout ainsi disposé, on chauffe vers 250° et l'on fait passer un courant de chlore sec jusqu'à refus, lentement et régulièrement. Dans ces conditions il ne se fait que du chlorure palladeux ($PdCl^2$).

» On peut remplacer le chlorure palladeux, ainsi préparé par voie sèche, par du chlorure palladeux préparé par voie humide.

» Le chlorure palladeux, préparé par l'un ou l'autre de ces procédés, est chauffé à 260° environ puis on y fait passer un courant d'oxyde de carbone sec. Après quelque temps les parois intérieures de la partie froide du tube de verre se tapissent d'un produit fondu, rouge près de la grille,

jaune dans le reste du tube. Dans le ballon se déposent des poussières jaune brun et des flocons jaunes.

» Dans ces produits bruts qui ne peuvent contenir que du palladium, du chlore et de l'oxyde de carbone, on dose :

» 1° Le *palladium* en pesant, à l'abri de l'humidité et dans un creuset de platine taré, un poids déterminé de la substance brute qu'on calcine dans un courant d'hydrogène après évaporation ;

» 2° Le *chlore*, soit par la chaux comme dans les matières organiques, soit en décomposant le corps par l'eau, filtrant le palladium et précipitant dans la liqueur filtrée, additionnée d'acide azotique, par l'azotate d'argent et pesant le chlorure d'argent formé ;

» 3° Le *carbone*, comme dans les matières organiques.

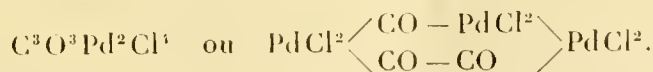
» L'analyse des produits recueillis séparément dans plusieurs préparations donne des nombres variables en palladium, chlore et carbone. Les points de fusion varient aussi. Les produits examinés à la loupe montrent, à côté d'aiguilles jaune brun, des aiguilles incolores. Chauffée vers 155°, la matière brute donne un sublimé d'aiguilles incolores et un résidu rouge brun, à l'état liquide, formant des aiguilles jaunes par refroidissement.

» De ces considérations il résulte que le produit brut est un mélange de plusieurs substances en proportions variables.

» L'expérience a montré que c'est toujours le corps jaune qui prédomine. Ce corps étant le plus soluble dans le tétrachlorure de carbone, ce dissolvant permet de séparer ces combinaisons. Pour cela, on épuise à trois ou quatre reprises le produit brut par le tétrachlorure de carbone bouillant. Le liquide provenant du premier épuisement ne laisse déposer par refroidissement que des aiguilles d'un beau jaune.

» Le deuxième et le troisième épuisement laissent déposer par refroidissement un mélange de produits jaune et blanc. Les derniers épuisements ne donnent plus que des aiguilles blanches.

» Les aiguilles jaunes séchées à 50° dans un courant d'acide carbonique fondent à 132° et leur analyse conduit à la formule



» L'eau décompose ce corps, comme l'indique l'équation

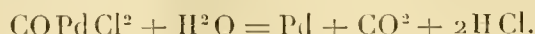


» Chauffé vers 263°, il perd de l'oxyde de carbone et donne un résidu liquide rouge brun, cristallisant en aiguilles jaunes rouges par refroidissement, devenant jaunes par sublimation dans un courant d'acide carbonique.

» L'analyse de ce nouveau corps conduit à la formule



» Il fond à 197°. L'eau le décompose ainsi :



» L'analyse des aiguilles blanches provenant des derniers épuisements du produit brut par le tétrachlorure de carbone à l'ébullition conduit à la formule



Ce corps fond à 142° et perd de l'oxyde de carbone vers 218° en donnant $\text{C}^3\text{O}^3\text{Pd}^2\text{Cl}^4$. L'eau le décompose ainsi :



» Le corps $\text{C}^3\text{O}^3\text{Pd}^2\text{Cl}^4$ ci-dessus résulte de l'union d'une molécule du corps $\text{C}^2\text{O}^2\text{Pd Cl}^2$ et d'une molécule du corps CO Pd Cl^2 ; ce n'est pas un mélange des deux produits, CO Pd Cl^2 et $\text{C}^2\text{O}^2\text{Pd Cl}^2$, comme le montrent bien les points de fusion de ces trois corps.

» Donc l'action de l'oxyde de carbone sur le chlorure palladeux donne les trois composés :

| | |
|--|------------------------------|
| CO Pd Cl^2 | Chloropalladite de carbonyle |
| $\text{C}^2\text{O}^2\text{Pd Cl}^2$ | » de dicarbonyle |
| $\text{C}^3\text{O}^3\text{Pd}^2\text{Cl}^4$ | » de sesquicarbonyle |

répondant aux composés analogues du platine.

» Je me propose d'étudier l'action de l'acétylène sur le palladium. »

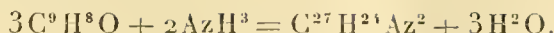
CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydrocinnamide.*

Note de M. MARCEL DELÉPINE.

« L'hydrocinnamide ou cinnhydramide $\text{C}^{27}\text{H}^{24}\text{Az}^2$, découverte par Laurent (1), résulte de l'union de l'aldéhyde cinnamique et de l'ammoniaque

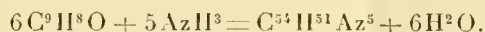
(1) *Revue scientifique*, t. X, p. 119; 1842.

avec élimination d'eau :



Son caractère dominant, parmi les autres hydramides, est d'être inattaquable par l'acide chlorhydrique bouillant et par les solutions alcooliques de potasse. Ces faits ont été établis par Laurent; M. Peine (1) a, plus tard, confirmé la remarquable stabilité de l'hydrocinnamide; HCl fumant ne la décompose pas, même à 250°, et l'on ne peut pas la transformer par la chaleur. Ces faits sont très intéressants, c'est pourquoi j'ai entrepris l'étude de cette substance.

» La lecture du travail de M. Peine suscite des observations que j'ai cherché à éclaircir. Ce savant n'a pas trouvé, au produit immédiat de l'action de l'aldéhyde cinnamique sur l'ammoniaque, la formule de Laurent; ses analyses le conduisirent à la formule $C^{54}H^{51}Az^5$ résultant de la réaction suivante :



» Voici d'ailleurs la moyenne des analyses, en centièmes :

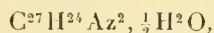
| | Trouvé. | Calculé pour | |
|----------|--|----------------------|----------------------|
| | | $C^{54}H^{51}Az^5$. | $C^{27}H^{24}Az^2$. |
| C | 84,35 | 84,27 | 86,17 |
| H | 7,07 | 6,63 | 6,38 |
| Az | 7,69 = $\frac{1}{3}(7,88 + 8,13 + 7,06)$ | 9,10 | 7,45 |

» Ce qui frappe dans ces analyses, c'est que l'élément le plus variable quand on passe d'une formule à l'autre, c'est-à-dire l'azote, est de beaucoup inférieur au chiffre théorique 9,10. Aussi me suis-je demandé si ce corps ne serait pas un hydrate, comme l'amarine ou l'anisine. En effet, la formule $C^{27}H^{24}Az^2, \frac{1}{2}H^2O$ exige, pour 100,

$$C = 84,15, \quad H = 6,49, \quad Az = 7,27,$$

chiffres qui s'accordent bien avec les analyses de M. Peine.

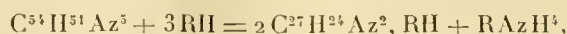
» Du même coup s'explique cette particularité que le corps $C^{54}H^{51}Az^5$, fusible à 106°-108°, donne un chlorhydrate $C^{27}H^{24}Az^2$, HCl d'où l'ammoniaque aqueuse précipite une base fusible aussi à 106°, ce qui devient évident avec la formule



le produit final étant alors identique avec le produit initial. Je me suis attaché à la vérification de cette formule; l'analyse élémentaire l'a confirmée. Trouvé pour 100 : C = 83,87, 84,20; H = 6,87, 6,98; Az = 7,59, 6,93. De plus, l'action des acides établit la non-existence du corps $C^{54}H^{51}Az^5$; le produit immédiat, fusible à 107°, sature 12,83 pour 100 de SO^3H^2 et 9,01 de HCl; la théorie exige respectivement 12,73

(1) *Berichte*, t. XVII, p. 2110; 1884.

et 9,49 pour 100 de ces deux acides pour la formule $C^{27}H^{24}Az^2, \frac{1}{2}H^2O$, tandis que le corps $C^{54}H^{51}Az^5$ devrait, en se décomposant suivant l'équation



prendre une fois et demie plus d'acide. En opérant avec une quantité notable de la substance à 84,15 pour 100 de carbone et un excès d'HCl, puis portant à l'ébullition en solution alcoolique et précipitant le chlorhydrate formé par addition d'eau (car il est sensiblement insoluble dans l'alcool dilué) et évaporant à siccité le liquide filtré, on n'obtient qu'un résidu insensible, ne donnant aucune coloration avec le réactif de Nessler. Avec les doses mises en œuvre et dans l'hypothèse de la formule $C^{54}H^{51}Az^5$, on aurait dû avoir plus de 0,5 de chlorhydrate d'ammoniaque. Enfin, le corps précipité par AzH^3 , de la solution alcoolique du chlorhydrate, répond aussi à la formule $C^{27}H^{24}Az^2, \frac{1}{2}H^2O$ et non pas au corps anhydre.

» Le moyen radical de trancher la question eût été de doser l'eau par dessiccation à une température convenable : malheureusement, ce procédé est impraticable parce que, même avant 100°, l'hydrate d'hydrocinnamide jaunit, s'altère, s'oxyde et peut même perdre au delà du poids théorique. Cette difficulté de la déshydratation est à rapprocher de celle de l'amarine, qui ne s'effectue que lentement à 105°; mais on peut la manifester, ainsi que les phénomènes concomittants, par l'expérience suivante : on place, au fond d'un ballon scellé plein d'air, quelques décigrammes d'hydrocinnamide et on la maintient sur un bain-marie bouillant pendant plusieurs heures. La substance fond en partie et jaunit; après le refroidissement, le haut du ballon est constellé de gouttelettes d'eau (non alcalines comme le voudrait une perte d' AzH^3); l'analyse de l'air restant montre une absorption de 1,5 pour 100 d'oxygène par rapport au poids de substance employée; de plus, cet air possède une forte odeur d'essence d'amandes amères. Ces phénomènes d'oxydation se produisent à la température ordinaire : l'hydrocinnamide, conservée en flacons, jaunit et possède cette même odeur. La lumière paraît accélérer cette action. Le produit déshydraté, après passage dans le benzène, ne fond plus que vers 131°.

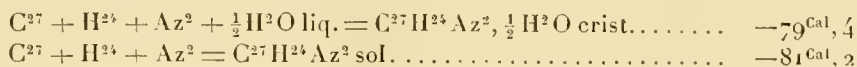
» Ces faits étant établis, il reste à expliquer la basicité de l'hydrocinnamide et sa stabilité. L'étude thermochimique résout la question. 1^{er} de l'hydrate dégage en brûlant

$$8964^{cal}, 8 \text{ et } 8960^{cal}, 8; \quad \text{moyenne : } 8962^{cal}, 8,$$

soit, pour une molécule $C^{27}H^{24}Az^2, \frac{1}{2}H^2O = 385^{gr}$.

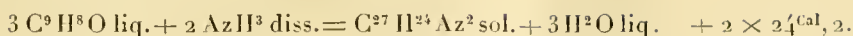
$$\text{Chaleur de combustion} \left\{ \begin{array}{l} \text{à volume constant} \dots \dots \dots 3450^{cal}, 68 \\ \text{à pression constante} \dots \dots \dots 3453^{cal}, 5 \end{array} \right.$$

d'où, pour chaleur de formation :



si l'on prend pour chaleur d'hydratation $+ 1^{cal}, 8$, trouvé pour l'amarine.

» L'équation génératrice donne :



» Ces chiffres, supérieurs même à ceux qui correspondent à la formation de l'amarine, de l'anisine, de la furfurine, placent l'hydrocinnamide dans la classe des glyoxalidines; leur grandeur permet de s'expliquer la non-formation du véritable hydramide, la réaction étant fortement exothermique.

» En fait, l'hydrocinnamide donne des sels analogues en tous points à ceux de ces bases : j'ai préparé l'azotate, le sulfate et même un lactate cristallisé. L'amarine ne donne, avec l'acide lactique, qu'un sirop dissociable à 100°, par perte d'acide. L'hydrocinnamide serait donc une base plus forte que l'amarine, circonstance en relation avec sa plus grande chaleur de formation.

» Comme dernière analogie, je citerai l'obtention d'une combinaison $(\text{C}^{27} \text{H}^{24} \text{Az}^2)^2 \text{AzO}^3 \text{Ag}$, très soluble dans le chloroforme, et l'action des éthers halogénés, iodure de méthyle et chlorure de benzyle, parallèles à celles de l'amarine.

» En résumé, l'*hydrocinnamide* cristallise avec $\frac{1}{2} \text{H}^2 \text{O}$ et possède les propriétés fondamentales des glyoxalidines : c'est une base, donnant des sels, indécomposable par les acides, conformément aux données thermiques; le corps $\text{C}^{54} \text{H}^{54} \text{Az}^5$ n'existe pas. Le nom de *cinnamine* lui conviendrait plutôt. »

CHIMIE ORGANIQUE. — Sur une oxyptomaïne.

Note de M. OESCHNER DE CONINCK (1).

« J'ai présenté à l'Académie, en 1888, l'étude détaillée d'une ptomaïne pyridique, possédant la composition d'une collidine ($\text{C}^8 \text{H}^{11} \text{Az}$).

» La facile oxydabilité de cette ptomaïne m'a engagé à essayer l'action de l'eau oxygénée. Ce sont les résultats de cette étude que j'ai l'honneur de communiquer aujourd'hui à l'Académie.

» J'ai employé une eau oxygénée très étendue, qui a été laissée au contact de la ptomaïne pendant plusieurs semaines, dans une fiole conservée à l'abri de la lumière,

(1) Ces recherches ont été faites dans mon service, à l'Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Montpellier.

afin d'éviter la production de résines qui ont plusieurs fois faussé les résultats analytiques. La fiole était agitée de temps à autre, puis replacée dans l'obscurité. Il se forme peu à peu une masse jaunâtre, solide et dure, qui est dissoute dans HCl étendu. La liqueur acide est agitée avec l'éther, qui enlève quelques produits résineux et des matières colorantes.

» Après décantation, la liqueur aqueuse est traitée par un léger excès de potasse en lessive, et la base est extraite au moyen du chloroforme. L'évaporation spontanée abandonne celle-ci sous forme d'une masse solide, légèrement jaunâtre et amorphe. Un second et un troisième traitement permettent d'obtenir un produit blanc, d'aspect cristallin.

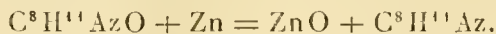
» Desséché à l'étuve à 110°, il a fourni à l'analyse les nombres suivants : C = 69,78; H = 8,24; Az = 10,30 (la théorie pour la formule C⁸H¹¹AzO exige : C = 70,07; H = 8,03; Az = 10,22).

» L'oxyploamaïne ainsi obtenue n'est pas déliquescente; un peu soluble dans l'eau chaude, à laquelle elle communique une réaction nettement alcaline, elle est tout à fait insoluble dans l'eau froide; elle se dissout assez bien à froid, beaucoup mieux à chaud, dans l'éther absolu et dans l'alcool absolu; son principal dissolvant est le chloroforme, qui la prend rapidement, même à basse température.

» Elle se ramollit vers 250° et fond un peu au-dessus, vers 260°, en se décomposant brusquement; la masse se charbonne, en dégageant l'odeur bien connue des bases pyridiques.

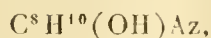
» Elle se dissout facilement dans les principaux acides minéraux et organiques. J'ai préparé le chlorhydrate qui répond à la formule C⁸H¹¹AzO.HCl; c'est un sel blanc, cristallisé, un peu déliquescent, très soluble dans l'eau à toute température. L'eau bouillante finit par le décomposer. Le chloroplatinate (C⁸H¹¹AzO.HCl)² + PtCl⁴ a été obtenu sous la forme d'une poudre cristalline d'un jaune orangé; il fond à 210° en un liquide limpide et subit alors une décomposition partielle. L'eau froide le dissout à peine, l'eau tiède un peu plus; l'eau bouillante le décompose complètement, comme il était facile de le prévoir d'après son action sur le chlorhydrate (voir plus haut).

» Chauffée à haute température, dans un petit appareil distillatoire, à l'abri de l'oxygène de l'air, avec un excès de poudre de zinc, la base est réduite, et il y a régénération de la collidine ayant servi de point de départ :



» Le mode de formation du composé nouveau décrit dans cette Note,

ses propriétés, ses réactions, en font une oxycollidine, ou *collidone*,



homologue supérieur des oxypyridines antérieurement décrites. Elle paraît être la première collidone connue. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action de la fleur de vin sur la sorbite*. Note de M. GABRIEL BERTRAND (1), présentée par M. Duclaux.

« On sait que le sucre connu maintenant sous le nom de *sorbose* avait été découvert par Pelouze dans des circonstances si obscures qu'on n'avait pu, depuis, en réaliser la préparation que très rarement et tout à fait par hasard.

» En soumettant cette singulière question à une étude méthodique, j'ai reconnu que le sorbose ne préexiste pas dans le jus de sorbes, mais qu'il y prend naissance quand un microbe spécial, généralement apporté par la mouche des vinaigrieres, se développe sur ce jus, laissé au contact de l'air. Le microbe fixe alors l'oxygène sur la sorbite et la transforme en sorbose.

» Si, le plus souvent, on n'obtient pas ce dernier, c'est que des cryptogames divers envahissent le jus de sorbes et l'épuisent de ses substances dissoutes. Parmi ces cryptogames, j'ai signalé le *Saccharomyces vini* (2), ou fleur de vin, qui se développe presque toujours après la fermentation alcoolique du jus, puis des moisissures diverses, principalement *Penicillium glaucum* (3). C'est en éliminant tous ces parasites et en cultivant, à l'état pur, la bactérie oxydante, qu'on peut obtenir maintenant la transformation régulière de la sorbite en sorbose, avec des rendements de 80 pour 100.

» Depuis la publication de ces résultats, vérifiés en Allemagne par Tollens, M. Matrot a cru reconnaître que la transformation de la sorbite en sorbose pouvait aussi s'effectuer sous l'influence d'une mycolevure qu'il

(1) Travail du laboratoire de Chimie du Muséum.

(2) Syn. *Sacch. mycoderma* Rees; *Mycoderma cerevisiae* et *Mycoderma vini* Desmazières.

(3) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 900, et *Bull. Soc. chim.*, 3^e série, t. XV, p. 627; 1896.

croit même plus active que les bactéries employées jusqu'ici ⁽¹⁾. Or cette mycolevure, examinée par M. Bourquelot, ne serait autre que la fleur du vin, microorganisme que j'ai précisément placé parmi ceux qui vivent sur le jus de sorbes sans donner de sorbose. En présence d'une telle contradiction, j'ai cru nécessaire de revenir avec quelques détails sur un fait que j'avais seulement avancé. Ce sont ces détails que j'expose aujourd'hui, après avoir répété la plupart de mes expériences primitives.

» Quand on ensemence de la fleur du vin, *absolument exempte d'autres microrganismes*, sur un liquide nutritif contenant de la sorbite, celle-ci est détruite peu à peu, en donnant de l'eau et du gaz carbonique, mais sans qu'on puisse constater, à aucun moment, la présence de sorbose dans le liquide.

» Dans une expérience, deux matras contenant chacun 50^{cc} d'une décoction de levure additionnée de sorbite (environ 4 pour 100), furent stérilisés et placés dans l'étuve à +30°, l'un d'eux ayant été ensemencé avec une trace de *Saccharomyces vini* pur. En douze heures, la surface du liquide était déjà couverte par le voile.

» Après trois semaines, le contenu des matras fut analysé et les résultats comparés avec ceux obtenus dans des circonstances analogues, sur la même décoction de levure, non additionnée de sorbite. Ces résultats, consignés dans le Tableau suivant, montrent qu'il n'y avait pas trace de sorbose dans la culture, mais que 38,7 pour 100 de la sorbite avaient disparu.

| | Résidu à + 100°. | Acidité (en acide acétique). | Pouvoir réducteur. |
|---|---------------------|------------------------------------|-----------------------|
| Décoction de levure + sorbite (ensemencée) . . . | 1,33 | 0,023 | Nul. |
| » » (non ensemencée). . . | 2,08 | 0,023 | » |
| Décoction de levure seule (ensemencée) | 0,19 | 0,013 | » |
| » » (non ensemencée) | 0,22 | 0,023 | » |

» Parallèlement, dans d'autres matras, pour être sûr de ne pas contaminer les précédents par des ouvertures trop fréquentes et ne pas changer le titre de la solution, on avait vérifié, jour par jour, l'absence totale de sorbose.

» C'est là un résultat que j'ai eu, pendant plusieurs années, l'occasion de constater dans un nombre considérable d'expériences où les conditions étaient cependant aussi variées que possible.

» Ainsi, j'ai employé de la fleur du vin de plusieurs origines; au début, je prenais celle qui se développait spontanément sur le suc de sorbier; plus tard, j'en ai recueilli sur du vin, du suc de plusieurs fruits. J'ai varié aussi les conditions de culture, en faisant végéter le cryptogame à diverses

(1) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 874; 1897.

températures, soit en présence d'un grand excès d'oxygène, soit, au contraire, en diminuant beaucoup l'accès de celui-ci; les résultats n'ont jamais changé quant à la production du sorbose.

» Enfin, j'ai opéré avec du suc provenant de trois espèces différentes de sorbes, recueillies à des états de maturation très divers et dans plusieurs localités; j'ai utilisé aussi du suc de cerises, du vin blanc ou rouge, de la décoction de levure ou du bouillon à la peptone, additionnés de sorbite.

» Dans aucun cas, la fleur du vin n'a donné trace de sorbose, tandis que la bactérie que j'ai signalée produisait rapidement ce sucre.

» Bien mieux, quand on opérait sur du jus de sorbes, dont le pouvoir réducteur après la fermentation alcoolique correspond encore à quelques grammes de glucose par litre (1), on constatait toujours la disparition partielle de celui-ci, en même temps que d'autres substances, par l'action de la fleur du vin.

» Ainsi, pour citer un exemple, un demi-litre de jus de sorbes fermenté fut additionné d'un demi-volume d'eau et placé à l'étuve à + 30°, dans une cuvette ronde de 0^m,21 de diamètre. La fleur du vin,ensemencée sur le liquide, s'y développa très rapidement. Après dix jours, les cellules furent séparées par filtration et le liquide, ramené à son volume primitif, fut analysé. On trouva :

| | Avant la culture. | Après la culture. |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------|
| Matières dissoutes..... | 18,70 pour 100 | 14,05 pour 100 |
| Pouvoir réducteur (en glucose)... | 4,20 » | 1,60 » |

» D'après toutes ces observations, il semble bien difficile d'attribuer les résultats avancés par M. Matrot soit à une condition expérimentale encore à définir, soit à une race particulière de fleur du vin. Cet auteur déclare, en effet, s'être servi de mycoderme récolté indifféremment sur du jus de sorbes ou du vin, et avoir obtenu du sorbose dans de nombreuses expériences « quel qu'ait été le ferment employé dans l'oxydation ». On comprendrait mal que tous ces ferments appartenissent précisément à une seule race, race différente du type unique que j'ai rencontré dans toutes mes expériences.

» Au contraire, si on remarque que M. Matrot recommande de faire les cultures dans de simples cuvettes, exposées par conséquent à l'air dans l'étuve, on s'étonnera moins que des bactéries oxydantes aient pu se propager de cuvette en cuvette, par l'intermédiaire de mouches ou autrement.

(1) Ce pouvoir réducteur ne paraît pas dû à un reste de sucre.

et ajouter ainsi leur action propre à celle de la fleur du vin. Cette explication me paraît d'autant plus vraisemblable que j'ai rencontré moi-même assez souvent de telles associations spontanées au début de mes recherches, et je puis déclarer qu'elles ne sont pas toujours faciles à reconnaître. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la préparation des vins blancs à l'aide des raisins rouges.* Note de M. V. MARTINAND. (Extrait.)

« J'ai montré que l'oxygène de l'air décolore le moût obtenu par le pressurage de la plupart des variétés de raisins rouges, et cela contrairement aux faits enseignés et publiés : que l'air avivait et augmentait l'intensité colorante du moût et du vin....

» Quelques faits, que j'ai pu observer, m'ont permis d'établir un procédé nouveau de préparation des vins blancs, qui consiste : 1° à extraire des raisins la plus grande quantité de moût possible; 2° à arrêter la fermentation du moût (et dans ce but, je conseillais le refroidissement); 3° à aérer le moût jusqu'à sa décoloration; 4° à séparer par décantation ou filtration le moût des parties solides; 5° à faire fermenter le moût.

» Ce procédé s'applique à la vinification en blanc de toutes les variétés de raisins dont le moût est décolorable par l'air....

» Le moût en fermentation, lorsqu'il s'est formé déjà plusieurs volumes pour 100 d'alcool, ne se décolore pas par l'aération; le moût décoloré se recolore par la fermentation, si on ne le sépare pas des pulpes et des produits oxydés. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'influence des intermittences de repos et de travail sur la puissance moyenne du muscle.* Note de MM. ANDRÉ BROCA et CHARLES RICHEL, présentée par M. Marey.

« Dans deux Notes précédentes (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 356 et 485; 1898) nous avons étudié la puissance des muscles fléchisseurs de l'index en régime permanent continu maximum, et nous avons donné les lois qui relient cette puissance maximum au poids soulevé et à la fréquence des contractions. Nous présentons aujourd'hui les résultats obtenus avec des alternances de repos et de travail.

» Nous désignerons par *fréquence* le nombre des contractions que le

muscle effectuerait en une minute s'il continuait à se contracter pendant le repos. Ainsi l'expression : *fréquence* 100, et *alternances* (de repos et de travail) 6^s, signifie que le muscle en travail continu ferait 100 secousses par seconde, mais que toutes les six secondes il y a eu six secondes de repos.

» Cela posé, étudions d'abord l'influence d'une minute de repos. Nous avons dit antérieurement que pendant la première minute on fait toujours un travail plus fort que pendant le travail continu permanent. Il s'ensuit qu'après un certain repos on retombe sur une première minute dans laquelle le travail est fort. Or il se trouve que l'excès de ce travail de la première minute, après repos, sur les autres minutes de travail exécuté en régime permanent compense à peu près le repos. La totalité du travail accompli n'aura donc pas subi de diminution appréciable.

» Cette influence des intermittences est plus évidente encore, si l'on compare un travail régulier, continu, à un travail dans lequel se succèdent des alternatives rythmées de travail et de repos. Même si l'on ne tient pas compte du travail produit, on observe un phénomène remarquable et sur lequel nous appelons l'attention : c'est que la fatigue diminue et que la douleur disparaît, et que, tout en donnant, comme dans le travail continu régulier, un effort maximum, on peut poursuivre longtemps cet effort maximum qui, dans le travail continu, eût été extrêmement pénible.

» Nous distinguerons trois cas : celui des poids faibles, inférieurs à 500^{gr}; celui des poids moyens, de 500^{gr} à 1000^{gr}, et celui des poids forts, au-dessus de 1000^{gr}.

» *Dans le premier cas, les intermittences sont nuisibles; dans le second cas, elles sont indifférentes; dans le troisième cas, elles sont favorables à la production du travail.*

» Dans le premier cas, en effet, c'est plutôt la course possible du muscle qui limite le travail que la fatigue véritable.

» Dans le second cas, de nombreuses expériences nous ont prouvé que les intermittences ne modifient pas la puissance moyenne, et que le travail continu n'est pas supérieur au travail avec intermittences (de trente secondes et au-dessous). Même il lui est légèrement inférieur.

» Nous donnons un exemple dans lequel les chiffres représentent en kilogrammètres par seconde la moyenne de six minutes de travail (fréquence : 150 par seconde) :

| Travail. | Repos. | A. B. (P. de 900 ^{gr}). | Ch. R. (P. de 600 ^{gr}). |
|-----------------|--------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| Continu | Nul | 0,0237 | 0,0097 |
| 30 ^s | 30 ^s | 0,0253 | 0,0144 |
| 30 ^s | 20 ^s | 0,0241 | 0,0151 |
| 30 ^s | 15 ^s | 0,0210 (?) | 0,0162 |
| 15 ^s | 15 ^s | 0,0281 | 0,0169 |
| 15 ^s | 10 ^s | 0,0272 | 0,0195 |
| 10 ^s | 10 ^s | 0,0250 | 0,0175 |
| 10 ^s | 8 ^s | 0,0295 | 0,0182 |
| 10 ^s | 6 ^s | 0,0264 | 0,0195 |
| 4 ^s | 4 ^s | 0,0304 | 0,0195 |
| 4 ^s | 3 ^s , 2 | 0,0294 | 0,0208 |
| 4 ^s | 2 ^s , 4 | 0,0289 | 0,0214 |
| 4 ^s | 1 ^s , 6 | 0,0276 | 0,0201 |
| 4 ^s | 0 ^s , 8 | 0,0289 | 0,0201 |
| Continu | Nul | 0,0280 | 0,0182 |

» De là cette conclusion que, si des intermittences alternent avec le travail, *le travail total reste constant*; fait imprévu et paradoxal, et que nous n'oserions pas énoncer s'il n'était le résultat de nombreuses expériences tout à fait concordantes.

» Dans le troisième cas, poids forts, supérieurs à 1000^{gr}, l'influence salutaire des intermittences apparaît en toute évidence. On peut alors effectuer un travail qui eût été impossible en régime continu (2000^{gr} au lieu de 1250^{gr} pour B.; 1500^{gr} au lieu de 1100^{gr} pour R.). Nous citerons seulement quatre expériences qui nous dispenseront d'entrer dans de plus longs développements. Dans ces expériences, les temps de repos et de travail étaient égaux (alternances).

| Alternances. | B. (P. de 1250 ^{gr}). | B. (P. de 1250 ^{gr}). |
|--------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | Fréq. 100. | Fréq. 200. |
| Continu | 0,053 | Impossible |
| 0 ^s , 5 | 0,059 | 0,057 |
| 1 ^s | 0,058 | 0,068 |
| 1 ^s , 3 | 0,058 | 0,066 |
| 2 ^s , 6 | 0,057 | 0,067 |
| 6 ^s , 2 | 0,055 | » |

R. (P. de 1050^{gr}).

| | Fréq. 200. |
|--------------------|------------|
| Continu | Impossible |
| 0 ^s , 3 | Impossible |
| 0 ^s , 7 | 0,028 |
| 1 ^s | 0,030 |
| 1 ^s , 6 | 0,035 |
| 2 ^s , 6 | 0,031 |

» La dernière expérience montre, pour la fréquence 200 et l'alternance de 1^s, 3, l'accroissement de la puissance avec les poids, même supérieurs à ceux qui sont compatibles avec le régime continu.

| Poids en grammes. | Puissance. | Poids en grammes. | Puissance. |
|----------------------|------------|----------------------|------------|
| 800 | 0,050 | 1300 | 0,080 |
| 900 | 0,058 | 1400 | 0,084 |
| 1000 | 0,065 | 1500 | 0,091 |
| 1100 | 0,070 | 1600 | 0,089 |
| 1200 | 0,076 | 1700 | 0,084 |

» Ainsi, au point de vue pratique, nous pensons, par l'analyse expérimentale (au moins pour les fléchisseurs de l'index), avoir trouvé les meilleures conditions du travail :

- » 1^o Un poids très fort, de 1500^{gr} ;
- » 2^o Une fréquence très grande, de 200 par minute ;
- » 3^o Des intermittences de deux secondes environ de repos, alternant avec deux secondes de travail.

» Quant à la conclusion théorique, c'est que, pour le travail maximum du muscle, une circulation active, avec réparation par le sang oxygéné, est nécessaire. Des contractions répétées, énergiques et continues, en épuisant l'oxygène du sang irrigateur, mettent le muscle dans un état voisin de celui que nous avons appelé (*Archives de Physiologie*, 1897) de *contraction anaérobie*, état que nous avons démontré être funeste à la vie musculaire. Par conséquent, plus la circulation sera active, moins il y aura à craindre la fatigue et la ruine du muscle, dues aux produits nocifs de la contraction musculaire, pendant l'état anaérobie.

» Le repos du muscle, quelque court qu'il soit, est, grâce à la vasodilatation due au travail antérieur, une condition essentielle au développement de la puissance maximum. »

ZOOLOGIE. — *Évolution et structure des éléments conjonctifs chez la Paludine.*

Note de M. JOANNES CHATIN.

« Au cours d'une série de recherches dans lesquelles je me proposais d'observer les faits de mobilisation et de multiplication cellulaires, consécutifs à l'invasion de la Paludine (*Paludina vivipara* L.) par la Cercaire

hérissée, j'ai été conduit à reprendre intégralement l'étude du tissu conjonctif palléal. Une extrême confusion règne encore à son sujet ; elle n'est pas moins imputable aux divergences des auteurs qu'aux néologismes qu'ils n'ont cessé de multiplier pour appuyer leurs vues.

» Tous les éléments ainsi décrits sous les noms les plus variés se ramènent en réalité à un seul et même type, la cellule conjonctive. C'est à elle qu'on doit rapporter les *cellules ramifiées*, *cellules vésiculeuses*, *cellules plasmatiques*, *cellules compactes*, *cellules étoilées*, *cellules multipolaires*, *vésicules de Langer*, *cellules de Leydig*, etc.

» Dès qu'on étudie, avec une technique sérieuse, l'histologie du manteau de la Paludine, on constate que les prétendus tissus étoilé, compact, vésiculeux, plasmatique, etc. se rapprochent étroitement : tous les états de passage existent entre eux ; pour mettre hors de doute leur intime pureté, il suffit de suivre l'évolution de la cellule conjonctive.

» A l'état initial, durant sa période de première jeunesse, elle présente constamment les mêmes dispositions dans son protoplasma aussi bien que dans son noyau. Toujours très réduit par rapport à celui-ci, le plasma somatique est sensiblement homogène ; son aspect est plus souvent granuleux que spumeux ou réticulé.

» Mais ce qui caractérise essentiellement le noyau de la jeune cellule, c'est son volume : il s'affirme au point d'envahir presque totalement l'élément dont le plasma somatique se limite à une mince zone périnucléaire. J'ai déjà eu l'occasion de signaler cette karyomégalie chez divers Mollusques⁽¹⁾, mais je crois devoir y insister de nouveau. Cette notion n'apporte pas seulement une contribution intéressante pour l'histoire de la cellule conjonctive, elle explique, en outre, certaines erreurs.

» Telle est, en particulier, l'origine de ces descriptions, dans lesquelles on mentionne une *couche de noyaux ovoïdes*, une *couche de noyaux granuleux*, etc. On comprend comment des observateurs, peu familiarisés avec les faits de karyomégalie, ont pu commettre cette méprise. Le tissu palléal se trouve dans un état exceptionnel de suractivité ; celle-ci ne se manifeste pas seulement sous l'influence des causes pathologiques, à la suite d'un traumatisme ou d'une invasion parasitaire ; elle est aussi évidente dans les circonstances normales : la constitution générale du manteau, ses rapports, mieux encore et surtout la circulation intensive dont il est le siège suffisent à l'expliquer amplement. Il en résulte que, dans les pro-

(1) *Comptes rendus*, séance du 26 novembre 1894.

fondeurs ou dans les mailles de ce tissu conjonctif, on rencontre nombre d'éléments jeunes, à gros noyaux, souvent stratifiés et pouvant faire croire à l'existence de noyaux libres, de plasmodes plurinucléés, etc.

» Ces caractères initiaux s'effacent d'ailleurs promptement : la cellule conjonctive tendant vers son état de complet développement, de nombreuses différenciations s'opèrent et retentissent sur sa forme extérieure, comme sur sa constitution interne ; c'est à ce double point de vue qu'elle doit être maintenant examinée.

» Ses caractères morphographiques sont d'autant plus malaisés à résumer sommairement que nulle part le polymorphisme et le métabolisme de l'élément conjonctif ne s'exagèrent autant que chez les Mollusques. Cependant, il est quelques formes qui se dégagent immédiatement.

» En première ligne, se placent les cellules vésiculeuses, de beaucoup les plus répandues. On peut en rapprocher divers types, sans cesse représentés comme des espèces histiques, distinctes et autonomes : cellules de Leydig, vésicules de Langer, cellules plasmatiques ; leur contour est ovoïde ou sphéroïdal, mais leur taille et certains détails de leur structure les distinguent des cellules vésiculeuses ordinaires. La forme rameuse ou étoilée est assez fréquente ; non seulement on peut l'observer sur des cellules tissulaires, examinées *in situ* dans les masses conjonctives, mais elle se rencontre dans les éléments mobilisés pour se porter à la rencontre des parasites, etc. Elle est très rare dans les cellules en voie de partition.

» Corrélativement à son polymorphisme, l'élément conjonctif présente des dimensions très variables. Dans une Note aussi succincte, je ne saurais donner que quelques approximations générales : durant la période initiale, décrite plus haut, le diamètre moyen est de 6^μ ; aux stades suivants et selon les diverses formes, il varie de 10^μ à 50^μ. Cet accroissement porte principalement sur le protoplasma, dont l'aspect se modifie : des vacuoles y apparaissent et s'étendent parfois au point de refouler le plasma vers la périphérie, dessinant une sorte d'*utricule primordiale* reliée à l'intérieur par des trabécules. Les cellules dites *de Leydig* et *de Langer* montrent surtout cette disposition. Lorsque le protoplasma demeure plus continu, peu vacuolaire, il offre généralement une structure réticulée, très différente de l'aspect granuleux du début.

» Des changements tout aussi notables s'opèrent dans l'appareil nucléaire : la karyomégalie originelle n'est plus qu'un souvenir ; le noyau se trouve ramené, par le développement même du plasma somatique, à des dimensions plus normales. Sa structure est également mieux définie : la

membrane nucléaire se distingue plus aisément; la formation nucléinienne présente une double différenciation chromatique et achromatique.

» Ces détails, relatifs à la constitution de l'appareil nucléaire, se précisent mieux encore lorsqu'on examine la cellule, non plus à l'état quiescent, mais durant sa période de partition.

» On peut regretter que, se bornant à mentionner des faits de division dans le tissu conjonctif des Gastéropodes, les auteurs aient généralement négligé de faire connaître les divers processus de cette division. Une telle étude ne laisse pourtant pas d'être instructive, ainsi que j'espère pouvoir l'établir dans une prochaine Communication. »

ZOOLOGIE. — *La dissociation de l'œuf en un grand nombre d'individus distincts et le cycle évolutif chez l'Encyrtus fuscicollis (Hyménoptère)*. Note de M. PAUL MARCHAL, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« La reproduction asexuée peut se manifester chez les Insectes à différents stades de l'ontogénèse. Tantôt ce sont des larves qui reproduisent par bourgeonnement à l'intérieur de leur corps de nouvelles larves (pédogénèse); tantôt ce sont des adultes qui donnent naissance à de nouveaux individus se développant dans les ovaires des parents (parthénogénèse des Pucerons). Nous venons de découvrir chez les Hyménoptères parasites un nouveau mode de reproduction qui complète cette série de phénomènes dont elle constitue, en quelque sorte, le premier degré; chez *l'Encyrtus fuscicollis* que nous avons observé, c'est, en effet, au début de l'ontogénèse, dans l'œuf lui-même, que se produit la dissociation du corps, et c'est aux dépens d'un œuf unique que l'on va voir se constituer un nombre d'embryons très grand, pouvant dépasser cent, et tous destinés à devenir des Insectes parfaits qui, en général tout au moins, seront de même sexe.

» M. Ed. Bugnion (1) avait déjà observé que les chenilles de l'Hypomomeute du Fusain pouvaient, dans le courant de juin, contenir des chaînes d'embryons parasites fort curieuses. Ces chaînes, dont on ne trouvait, en général, qu'un exemplaire par chenille parasitée, étaient formées, en moyenne, de cinquante à cent individus disposés à la suite les uns des

(1) ED. BUGNION, *Recherches sur le développement postembryonnaire, l'anatomie et les mœurs de l'Encyrtus fuscicollis (Recueil zoologique suisse, t. V, p. 435-535, 1891)*.

autres, englobés dans une masse granuleuse analogue à un vitellus et réunis dans un long tube épithélial commun qui, fermé aux deux bouts, flottait dans la lymphe de la chenille à côté du tube digestif. Bugnion suivit le développement de ces embryons et vit que chacun d'eux donnait naissance à un *Encyrtus fuscicollis*. Comment et où l'*Encyrtus* effectuait-il sa ponte? Quelles étaient surtout l'origine et la signification du tube épithélial commun enveloppant la chaîne d'embryon? Il y avait là des questions bien faites pour exciter la curiosité du naturaliste. M. Bugnion pensait que l'*Encyrtus* éclos en été hivernait ou présentait une seconde génération ayant pour hôte un animal inconnu; il estimait que, en tout cas, il devait, pendant le mois de mai, déposer ses œufs *par paquets* à l'intérieur de la chenille de l'Hyponomeute; quant au tube épithélial, il dérivait, d'après lui, des amnios des embryons séparés secondairement de ces derniers et soudés bout à bout. Ces déductions, bien que fort légitimes en apparence, ne répondent pourtant nullement à la réalité des faits.

» J'ai observé la ponte de l'*Encyrtus fuscicollis*: or, ce n'est pas au mois de mai qu'il dépose ses œufs, mais c'est au mois de juillet, quelques jours à peine après être éclos; de plus, ce n'est pas dans la chenille, mais dans la ponte même de l'Hyponomeute que ses œufs sont pondus. Le minuscule Chalcidien se pose sur une ponte et s'y installe pendant des heures, lardant successivement avec sa tarière tous ou presque tous les œufs qu'elle présente. Je réserve les détails de cette opération, que j'ai longuement observée, pour un prochain Mémoire, et je me contente de dire que le temps nécessaire à l'*Encyrtus* pour déposer son œuf dans celui de l'Hyponomeute varie entre une demi-minute et deux minutes; presque aussitôt après, il passe à un autre œuf de la même ponte et ainsi de suite, durant des heures entières; puis, lorsqu'il a terminé, il gagne une autre ponte et recommence sa manœuvre.

» Un fait capital résulte de l'observation précédente. Étant donnée la quantité d'œufs limitée contenue dans les ovaires d'un *Encyrtus*, il est matériellement impossible que, dans le temps si court nécessaire pour effectuer sa ponte, il dépose, dans chaque œuf de Papillon, un nombre d'œufs égal à celui des embryons composant une des chaînes dont nous avons parlé. Un seul œuf doit donc être pondu dans l'œuf de l'Hyponomeute et cet œuf unique doit se dissocier en un grand nombre d'embryons.

» Cette déduction qui s'impose est prouvée par l'observation directe. J'ai assisté au commencement de l'évolution de l'œuf et j'ai constaté que son amnios est d'abord constitué comme celui des autres Chalcidiens

connus; puis, ses cellules se multipliant rapidement, il s'allonge de façon à former le tube épithélial. Quant aux cellules qui se trouvent à l'intérieur de l'amnios, au lieu de se constituer en un seul embryon, comme c'est le cas habituel, elles se dissocient de façon à donner naissance à toute une légion de petites *morula*, qui plus tard s'organiseront en embryons et se disposeront en file, à mesure que l'enveloppe amniotique, tout en grandissant, passera de la forme vésiculaire primitive à celle d'un long tube flexueux. Tout le produit de la segmentation n'est pourtant pas consacré à la formation des embryons; dès le début, on voit s'isoler, à la périphérie, une masse cellulaire en forme de croissant qui augmente graduellement de taille et se dissocie pour former vraisemblablement la masse granuleuse qui remplit le tube amniotique et englobe les embryons.

» De l'observation qui précède il résulte donc la découverte d'un mode de reproduction entièrement nouveau chez les Arthropodes et dont il est difficile, je crois, de trouver un équivalent chez les Métazoaires. Comment maintenant doit-on interpréter ce curieux cas de métagénèse? Faut-il considérer le tube contenant la chaîne d'embryons comme une nourrice dont le soma serait représenté par le tube épithélial et par les cellules internes ne participant pas à la formation des embryons? On ne peut s'empêcher de penser aux Cysticerques et aux Orthonectides; mais de tels rapprochements seraient actuellement imprudents. Nous préférons nous borner aux faits, en attendant pour leur interprétation générale que les observations que nous poursuivons sur des espèces différentes nous fournissent de plus amples données. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les anomalies optiques et le polymorphisme.* Note de M. FRÉD. WALLERANT, présentée par M. Fouqué.

« Dans son célèbre Mémoire sur les anomalies optiques, Mallard a développé une théorie permettant d'expliquer, en s'appuyant sur les seules lois de la Cristallographie, le polymorphisme et les anomalies optiques de certains cristaux. Cette théorie a soulevé plusieurs objections : 1° les cristaux les plus symétriques résultant de l'enchevêtrement de cristaux moins symétriques ne sont pas homogènes, puisque les particules fondamentales, différemment orientées, ne sont pas sur des réseaux parallèles; 2° certains cristaux, quoique agissant sur la lumière polarisée, possèdent des angles qui sont exactement ceux de cristaux isotropes et ne peuvent, par suite, être considérés comme appartenant à un système de symétrie

inférieure; 3° les nitrates cubiques d'une part, les aluns de l'autre, isotropes quand ils sont purs, deviennent anisotropes en se mélangeant; 4° les cristaux de symétrie inférieure, maclés suivant la loi d'association dans la forme la plus symétrique, quoique se pénétrant intimement, restent toujours distincts et ne donnent pas naissance à la forme la plus symétrique.

» Or il est facile de faire tomber ces objections en faisant dériver les formes les moins symétriques de la forme la plus symétrique, au lieu de faire l'inverse, comme l'a proposé Mallard. Normalement, les formes les moins symétriques sont des formes mériédriques de la forme la plus symétrique; autrement dit, les particules fondamentales s'orientent de façon à donner naissance à des particules symétriques possédant la totalité, ou seulement certains des éléments de symétrie du réseau. Quand toutes les formes sont stables à la même température, non seulement elles peuvent se macler suivant les lois établies par Mallard, mais encore, puisqu'elles ne diffèrent que par l'orientation des particules fondamentales, elles peuvent s'associer en particules de formes quelconques, de tailles quelconques pour donner des cristaux dont les propriétés physiques, dépendant de la structure, sont éminemment variables.

» Tel est le cas de la fluorine qui présente exactement les angles d'un cristal terquaternaire, et qui tantôt est cubique, tantôt ne possède qu'un axe ternaire et trois plans de symétrie, tantôt ne possède qu'un plan de symétrie; les deux dernières formes sont mériédriques de la variété cubique et peuvent s'associer avec elle en toutes proportions.

» De même les cristaux de boracite sont exactement cubiques au point de vue morphologique; mais ils sont composés, comme l'a montré Mallard, de douze pyramides, orthorhombiques hémimorphes, d'après M. Baumhauer. Ces pyramides sont orientées de façon que leur axe binaire coïncide avec un axe binaire du cristal total considéré comme cubique et leurs deux plans de symétrie avec un plan de symétrie principal et un plan de symétrie non principal. La boracite anisotrope est donc encore un cristal mériédrique, mais la forme holoédrique n'est pas stable à la température ordinaire et il faut chauffer le cristal orthorhombique pour permettre aux particules fondamentales de tourner autour de leur centre de gravité de façon à donner naissance à une particule holoédrique.

» Mais dans bien des cas, c'est l'inverse qui se produit : à la température ordinaire, les conditions d'équilibre ne sont pas rigoureusement satisfaites dans les formes les moins symétriques; elles ne le sont que grâce à une

légère contraction ou dilatation entraînant un changement de densité et une faible déformation du réseau. Celui-ci ne possède plus que des axes limites et si les cristaux quasi symétriques peuvent se macler autour de ces axes, ils restent toujours distincts et ne peuvent donner naissance à la forme la plus symétrique. Ils ne sont pas en rapport direct avec celle-ci, mais ce rapport s'établit par l'intermédiaire d'une forme instable ayant le même réseau que le cristal le plus symétrique.

» L'aragonite, par exemple, qui cristallise en prisme de 116° , présente fréquemment une macle constituée par trois cristaux orientés à 120° l'un de l'autre, mais jamais dans les parties communes on n'observe de calcite; en outre les trois indices de réfraction de l'aragonite sont supérieurs au plus petit indice de la calcite. Celle-ci ne peut donc résulter d'un groupement de trois cristaux d'aragonite de 116° orientés à 120° . D'ailleurs l'expérience consistant à transformer l'aragonite en calcite par l'action de la chaleur le démontre également. Quand on chauffe l'aragonite, ses indices diminuent et l'angle se rapproche progressivement de 120° : en effet, d'après Fizeau, non seulement le coefficient de dilatation de la petite diagonale de base est plus grand que celui de la grande diagonale, mais encore il augmente avec la température trois fois plus vite que lui. Cette augmentation paraît se faire brusquement lorsqu'on approche de la température de transformation, puisqu'à cette température l'aragonite éclate. Ce n'est pas, comme on le voit, une aragonite de 116° , mais probablement une aragonite de 120° , qui se transforme en calcite. Je ferai remarquer que cette déformation, dans la théorie de Mallard, est plus complexe; certains réseaux, pour devenir parallèles à celui d'un édifice orienté à $+120^\circ$ du réseau originaire, doivent se déformer de -4° ; d'autres, pour devenir parallèles à celui d'un édifice orienté à -120° , doivent se déformer de $+4^\circ$. Il est donc plus simple d'admettre une seule déformation, indiquée par l'expérience, consistant en une transformation des réseaux de 116° en réseaux de 120° existant dans la calcite. On n'oubliera pas d'ailleurs que l'aragonite et la calcite doivent être considérées comme deux formes méridiennes d'un carbonate de chaux hexagonal que nous ne connaissons pas encore. »

GÉOLOGIE. — *Contribution à la géologie du bas Sénégal.*

Note de M. STANISLAS MEUNIER.

« Au milieu de l'activité déployée, par les naturalistes de toutes les spécialités, dans l'étude du continent africain, on est très étonné de voir

l'espèce d'oubli dans lequel est resté, au point de vue géologique, le littoral sénégalais. Les collections du Muséum renferment des séries d'échantillons ramassés sur cette côte (1), mais sans que les collecteurs aient été à même d'apprécier les relations mutuelles des différents terrains, et cette ignorance s'explique par le peu de relief du pays et par l'extension, à sa surface, de sables récents et de latérites qui masquent les détails de sa constitution. Il a fallu, pour que cette lacune fût enfin comblée, que des recherches industrielles, poursuivies dans l'espérance de découvrir des gisements exploitables de phosphate de chaux, aient provoqué de très nombreux forages distribués systématiquement. Grâce au dévouement à la Science de M. Auguste Dollot, que je me fais un plaisir de remercier, j'ai été mis en possession des intéressants documents ainsi réunis : je demande à l'Académie la permission de résumer mes principaux résultats.

» Du rapprochement mutuel des échantillons étudiés, il paraît d'abord résulter que l'on doit les répartir en quatre niveaux principaux, au-dessus desquels s'étend le manteau superficiel de matériaux détritiques qui vient d'être rappelé. Le plus ancien de ces terrains consiste en couches calcaires, souvent riches en fossiles, et mêmes pétrées en quelques points, comme Pobenguine, de grosses turritelles et de bivalves dont nous n'avons que des moules incomplets. Quelques comparaisons, d'ailleurs trop peu nombreuses, tendraient à faire rapprocher stratigraphiquement ces calcaires, qui sont redressés et plissés, des roches crétacées étudiées par M. von Kœnen dans le Cameroun. Au-dessus d'eux se développent, avec une épaisseur qui peut dépasser 14^m, des argiles feuilletées, blanches, très remarquables par les concrétions siliceuses, voisines des ménilites, dont elles sont remplies, et qui, au microscope, se montrent comme constituées par d'innombrables rhomboèdres de dolomie, réunis entre eux par un ciment argilo-siliceux. On retrouve ces rhomboèdres jusque dans la pâte des silex et parfois le produit de leur épigénie. Ces roches singulières supportent des conches plus ou moins compliquées, suivant les points, et qui présentent le double intérêt d'être fossilifères et de constituer un niveau phosphaté des mieux caractérisés. Les fossiles, consistant surtout en dents de poissons, ont un faciès éocène qui permet de rapprocher les phosphates sénégalais de certains dépôts algériens et tunisiens bien connus. Quant au phosphate.

(1) Depuis 1820 par Grandin, jusqu'à 1824, de Beaufort; 1829, Perrotet, Tourette et surtout Leprieur; 1836, Eugène Robert; 1835, Heudelot; 1850, Raffanel.

il paraît s'être introduit dans les couches à la faveur d'une imprégnation dont il est possible de soupçonner certaines conditions. Enfin, l'ensemble est couronné par des calcaires généralement jaunâtres, exploités comme pierres à chaux, à Merina, près de Rufisque, et que l'on retrouve presque sans interruption jusqu'à Joal.

» Si, après cet aperçu général sur la structure du sol, nous revenons sur le niveau phosphaté, nous constaterons qu'il consiste en roches qui, manifestement, ont été modifiées profondément depuis leur dépôt. Le type le plus abondant de beaucoup se présente comme une substance dure et assez fragile, incomplètement attaquable aux acides, dans lesquels ses fragments conservent intégralement leur forme. La silice forme le ciment général de la masse; en certains points, elle s'est même concentrée de façon à constituer des rognons siliceux, d'ailleurs souvent mal délimités et se fondant d'ordinaire peu à peu dans la substance ambiante. Au microscope, on reconnaît d'habitude à la roche une structure presque oolithique, résultant de l'abondance d'ovoïdes plus ou moins gros, très réguliers et consistant surtout en phosphate de chaux. Avec eux, se présentent des rhomboédres tout pareils à ceux de l'argile siliceuse fenilletée et dont la profusion est vraiment bien singulière; enfin, des vestiges fossiles troués comme des spicules de Spongiaires, des Foraminifères à faciès tertiaire (*ortulina*, *triloculina*, *biloculina*, etc.), et parfois aussi des diatomées.

» Malgré la prodigieuse différence d'âge et malgré l'énorme distance kilométrique, on trouve des analogies entre cette roche sénégalaise et certains phosphates exploités maintenant si activement dans les couches dévoniennes du Tennessee. On doit croire que l'imprégnation phosphatique a dû se produire, des deux parts, dans des conditions uniformes. Or, pour ce qui est du Sénégal, je ne puis m'empêcher de rattacher l'abondance du phosphate de chaux, dans le sol stratifié, à la proximité d'un pointement de roche éruptive excessivement riche en apatite. Il s'agit d'un rocher de basalte, situé à Diskoul, c'est-à-dire séparé de Rufisque par une distance de 1200^m, et connu dans le pays sous le nom de *Saïssay*. En lame mince, au microscope, l'apatite s'y montre de toutes parts; l'acide chlorhydrique, où la poussière de la roche a séjourné un quart d'heure à chaud, précipite abondamment par le molybdate d'ammoniaque. Un spécimen m'a donné près de 20 pour 100 de phosphate de chaux. N'est-il pas légitime de voir, dans ce pointement, une source possible du phosphate contenu dans le sol? Et ne serait-ce pas un analogue exact des silicifications si fréquentes

des couches au voisinage des filons de quartz? La magnésie, si visible sous la forme de dolomie, pourrait, de son côté, dériver également des laboratoires profonds. »

M. CH.-V. ZENGER adresse un relevé des dépressions barométriques du mois de décembre 1897, comparées aux perturbations solaires et aux passages des essaims périodiques d'étoiles filantes.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 28 FÉVRIER 1898.

Journal de Mathématiques pures et appliquées. Cinquième série, publiée par M. CAMILLE JORDAN, avec la collaboration de MM. M. LÉVY, A. MANNHEIM, E. PICARD, H. POINCARÉ. Tome troisième. Année 1897, fascicule n° 4. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 vol. in-4°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. GASTON BONNIER, Membre de l'Institut, Professeur de Botanique à la Sorbonne. Tome dixième. Livraison du 15 février 1898. Paris, Paul Dupont, 1898; 1 fasc. in-8°.

Le Centenaire du Mètre. Les précurseurs du Système métrique et les mesures internationales, par JULES MICHEL, Ingénieur en chef, etc. Extrait du *Correspondant*. Paris, L. de Soye et fils, 1898; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. de Lapparent.)

Faune de la Normandie, par HENRI GADEAU DE KERVILLE. Fascicule IV. Paris, Baillièrre et fils, 1897; 1 vol. in-8°.

Physiologie du foie. Recherches expérimentales au moyen des circulations artificielles à travers le foie et le pancréas, par le D^r FRÉDÉRIC MARTY. Paris, J.-B. Baillièrre et fils; 1 vol. in-8°. (Renvoyé au concours Montyon, Physiologie.)

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique, 4^e série. Tome XXII. N° 1. Bruxelles, Hayez, 1898; 1 vol. in-8°.

Sur l'aire des polygones, Mémoires présentés à l'Académie royale des Sciences de Lisbonne, par ANTONIO CABREIRA. Lisbonne, 1897; 1 broch. in-8°.

The astrophysical Journal, an international Review of Spectroscopy and astronomical Physics. January, 1898. Chicago, William Wesley and son; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 21 février 1898.)

Note de M. *E. Grimaux*, Sur les dérivés de la cinchonine :

Page 575 et suiv., *au lieu de mézoquinène, lire partout méroquinène.*

Note de M. *Edm. Perrier*, Sur la place des Éponges dans la classification, etc. :

Page 582, ligne 3 en remontant, *au lieu de les animaux, lisez ces animaux.*

Même page, ligne 2 en remontant, *au lieu de sécrétion, lisez direction.*

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1^{er} janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : 20 fr. — Départements : 30 fr. — Union postale : 34 fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,

| | chez Messieurs : | | chez Messieurs : |
|-------------------------------|--|---------------------------|---|
| <i>Agen</i> | Ferran frères. | <i>Lorient</i> | { Baumal. M ^{re} Texier. |
| <i>Alger</i> | { Chaix. Jourdan. Ruff. | | { Bernoux et Cumin. Georg. |
| <i>Amiens</i> | Courtin-Hecquet. | <i>Lyon</i> | { Côte. Savy. Vitte. |
| <i>Angers</i> | { Germain et Grassin. Lachèse. | <i>Marseille</i> | Rnat. |
| <i>Bayonne</i> | Jérôme. | <i>Montpellier</i> | { Calas. Coulet. |
| <i>Besançon</i> | Jacquard. | <i>Moulins</i> | Martial Place. |
| <i>Bordeaux</i> | { Feret. Laurens. Muller (G.). | <i>Nancy</i> | { Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères. |
| <i>Bourges</i> | Renaud. | <i>Nantes</i> | { Loiseau. Veloppé. |
| <i>Brest</i> | { Derrien. F. Robert. J. Robert. Uzel frères. | <i>Nice</i> | { Barina. Visconti et C ^{ie} . |
| <i>Caen</i> | Jouan. | <i>Nîmes</i> | Thibaud. |
| <i>Chambéry</i> | Perrin. | <i>Orléans</i> | Luzeray. |
| <i>Cherbourg</i> | { Henry. Marguerie. | <i>Poitiers</i> | { Blanchier. Marche. |
| <i>Clermont-Ferrand</i> | { Ribiot. Ribou-Collay. | <i>Rennes</i> | Pihon et Hervé. |
| <i>Dijon</i> | { Lamarche. Ratel. Rey. | <i>Rochefort</i> | Girard (M ^{lle}). |
| <i>Douai</i> | { Lanverjat. Degez. | <i>Rouen</i> | { Langlois. Lestringant. |
| <i>Grenoble</i> | { Drevet. Gratier et C ^{ie} . | <i>St-Étienne</i> | Chevalier. |
| <i>La Rochelle</i> | Foucher. | <i>Toulon</i> | { Bastide. Rumébe. |
| <i>Le Havre</i> | { Bourdignon. Dombre. | <i>Toulouse</i> | { Gimet. Privat. |
| <i> Lille</i> | { Thorez. Quarré. | <i>Tours</i> | { Boisselier. Péricat. Suppligeon. |
| | | <i>Valenciennes</i> | { Giard. Lemaître. |

On souscrit, à l'Étranger,

| | chez Messieurs : | | chez Messieurs : |
|-----------------------------|--|----------------------------|---|
| <i>Amsterdam</i> | { Feikema Caarelsen et C ^{ie} . | <i>Londres</i> | { Dulau. Hachette et C ^{ie} . Nutt. |
| <i>Athènes</i> | Beck. | <i>Luxembourg</i> | V. Büek. |
| <i>Barcelone</i> | Verdaguer. | <i>Madrid</i> | { Libr. Gutenberg. Romó y Fussel. Gonzalés e hijos. F. Fè. |
| <i>Berlin</i> | { Asher et C ^{ie} . Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller. | <i>Milan</i> | { Bocca frères. Hœpli. |
| <i>Berne</i> | Schmid et Francke. | <i>Moscou</i> | Tastevin. |
| <i>Bologne</i> | Zauichelli. | <i>Naples</i> | { Prass. Marghieri di Gius. Pellerano. |
| <i>Bruzelles</i> | { Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et C ^{ie} . | <i>New-York</i> | { Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner |
| <i>Bucharest</i> | { Sotcheck et C ^{ie} . Müller (Carol). | <i>Odessa</i> | Rousseau. |
| <i>Budapest</i> | Kilian. | <i>Oxford</i> | Parker et C ^{ie} |
| <i>Cambridge</i> | Deighton, Bell et C ^{ie} . | <i>Palerme</i> | Clausen. |
| <i>Christiania</i> | Cammermeyer. | <i>Porto</i> | Magalhaès et Mouz. |
| <i>Constantinople</i> | Otto Keil. | <i>Prague</i> | Rivnac. |
| <i>Copenhague</i> | Höst et fils. | <i>Rio-Janeiro</i> | Garner. |
| <i>Florence</i> | Seeber. | <i>Rome</i> | { Bocca frères. Loescher et C ^{ie} . |
| <i>Gand</i> | Hoste. | <i>Rotterdam</i> | Kramers et fils. |
| <i>Gènes</i> | Reuf. | <i>Stockholm</i> | Samson et Wallin. |
| <i>Genève</i> | { Cherbuliez. Georg. Stapelmoehr. | <i>St Petersburg</i> | { Zinslerling. Wolff. |
| <i>La Haye</i> | Belinfante frères. | <i>Turin</i> | { Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Selher. |
| <i>Lausanne</i> | { Benda. Payot. Barth. Brückhaus. | <i>Varsovie</i> | Gebethner et Wolff. |
| <i>Leipzig</i> | { Lorentz. Max Rube. Twietmeyer. | <i>Verone</i> | Drucker. |
| <i>Liège</i> | { Desoer. Gnuse. | <i>Vienne</i> | { Frick. Gerold et C ^{ie} . |
| | | <i>Zürich</i> | Meyer et Zeller. |

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1^{er} 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix..... 15 fr.
Tomes 32 à 64. — (1^{er} Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix..... 15 fr.
Tomes 62 à 94. — (1^{er} Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix..... 15 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I: Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. DERBÈS et A.-J.-J. SOLIER. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. HANSEN. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. CLAUDE BERNARD. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856..... 15 fr.
Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. VAN BENEDEN. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur BRONN. In-4°, avec 27 planches; 1861... 15 fr.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 28 février 1898.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

| | Pages. | | Pages. |
|---|--------|--|--------|
| M. BERTHELOT. — Actions chimiques de l'éffluve électrique. Oxydes de carbone et azote. Systèmes gazeux..... | 609 | l'éffluve électrique. Alcools et dérivés éthers, en présence de l'azote..... | 616 |
| M. BERTHELOT. — Actions chimiques de | | M. H. POINCARÉ. — Les fonctions fuchsienues et l'équation $\Delta u = e^u$ | 627 |

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

| | | | |
|--|-----|--|-----|
| M. E. FONTANEAU. — Sur un cas particulier du mouvement des liquides..... | 630 | M. CHANTRON adresse un complément à sa théorie de l'aviation..... | 631 |
| M. O. JÉVIN adresse un Mémoire relatif à l'emploi de l'hydrogène pour le gonflement des aérostats..... | 631 | M. RAY adresse un Mémoire sur l'histoire de l'Alchimie indienne..... | 631 |

CORRESPONDANCE.

| | | | |
|--|-----|---|-----|
| M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. Jules Michel intitulée : « Le centenaire du mètre. Les précurseurs du Système métrique et les mesures internationales »..... | 631 | M. OESCHNER DE CONINCK. — Sur une oxyptomaïne..... | 651 |
| M. ERNST LINDELÖF. — Sur la transformation d'Euler et la détermination des points singuliers d'une fonction définie par son développement de Taylor..... | 632 | M. GABRIEL BERTRAND. — Action de la fleur du vin sur la sorbite..... | 653 |
| M. HENRI BOURGET. — Sur une extension de la méthode de quadrature de Gauss... .. | 634 | M. V. MARTINAND. — Sur la préparation des vins blancs à l'aide des raisins rouges.... | 656 |
| M. CH. DEVE. — Sur des lunettes autocollimatrices à longue portée et un vérificateur optique des lignes et surfaces de machines..... | 636 | MM. ANDRÉ BROCA et CHARLES RICHEL. — De l'influence des intermittences de repos et de travail sur la puissance moyenne du muscle..... | 656 |
| M. G.-M. STANOËVITCH. — Les lignes de forces et les surfaces équipotentielles dans la nature..... | 640 | M. JOANNES CHATIN. — Évolution et structure des éléments conjonctifs chez la Paludine..... | 659 |
| M. A. MOURLOT. — Sur les propriétés et la cristallisation du sulfure de baryum anhydre..... | 643 | M. PAUL MARCHAL. — La dissociation de l'œuf en un grand nombre d'individus distincts et le cycle évolutif chez <i>Encyrtus fascicollis</i> (Hyménoptère)..... | 662 |
| M. E. FINCK. — Action de l'oxyde de carbone (CO) sur le chlorure palladeux (PdCl ²)..... | 646 | M. FRED. WALLERANT. — Sur les anomalies optiques et le polymorphisme..... | 664 |
| M. MARCEL DELEPINE. — Sur l'hydrocinnamide..... | 648 | M. STANISLAS MEUNIER. — Contribution à la géologie du bas Sénégal..... | 666 |
| BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE..... | | M. CH.-V. ZENGER adresse un relevé des dépressions barométriques du mois de décembre 1897, comparées aux perturbations solaires et aux passages des essaims périodiques d'étoiles filantes..... | 669 |
| ERRATA..... | | | 670 |

1898

PREMIER SEMESTRE.

MAR 23 1898

3029

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

=====
TOME CXXVI.
=====

N° 10 (7 Mars 1898).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES
DES COMPTES RENDUS DES SEANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
Quai des Grands-Augustins, 55.

1898

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1^{er}. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5^h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 MARS 1898,

PRÉSIDENTE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Actions chimiques exercées par l'effluve électrique.*
— *Les aldéhydes et l'azote*; par M. BERTHELOT.

« L'action de l'effluve sur les carbures et sur l'hydrogène étant accompagnée, dans le cas des carbures et des alcools de la série grasse, c'est-à-dire forméniques et éthyléniques, par l'élimination d'une certaine dose d'hydrogène, précisément comme la formation des aldéhydes, il résulte de cette relation que la synthèse des composés azotés, dérivés des carbures et des alcools, est nécessairement connexe de celle des composés azotés qui dérivent des aldéhydes.

» De là l'intérêt présenté par l'étude de ce nouveau groupe de réactions. Mes recherches ont porté sur les aldéhydes primaires, éthylique, propylique, et sur l'acétone (aldéhyde isopropylique), type des aldéhydes secondaires; j'ai procédé à la comparaison des aldéhydes primaires, homologues

et isomères entre eux, à celle des aldéhydes primaires et secondaires, isomériques, ainsi qu'à celle des aldéhydes avec les alcools isomères. Je rattacherai à ces recherches certains dérivés éthers, tels que le méthylal diméthylque. Pour les corps précédents, les réactions ont pu être poussées jusqu'à leur limite, en raison de l'état gazeux, ou gazéifiable, des systèmes.

» Mais il m'a paru nécessaire de poursuivre l'étude comparative de la fixation de l'azote sur les composés aldéhydiques, jusque sur les corps fixes ou peu volatils. Quoique cette étude n'ait pu être amenée, comme dans les cas précédents, jusqu'à la limite des réactions, en raison de l'état physique des corps expérimentés, elle n'en fournit pas moins des résultats intéressants. A ce point de vue, je citerai d'abord mes essais sur les dérivés condensés des aldéhydes, tels que l'aldol, le paraldehyde, l'aldéhyde méthylique en dissolution, et le trioxyméthylène cristallisé; ainsi que sur le furfurol, le camphre (aldéhyde campholique), l'aldéhyde benzylique (essence d'amandes amères), et la benzoïne qui en dérive par condensation, l'aldéhyde cinnamique (essence de cannelle), l'aldéhyde salicylique à fonction complexe; enfin, le quinon, type des aldéhydes phénoliques.

» Je rappellerai d'ailleurs que les composés azotés, formés dans ces diverses réactions, de même que les composés azotés dérivés des carbures et des alcools, sont des composés peu ou point volatils, c'est-à-dire des molécules condensées et généralement polyazotées.

» Entrons dans les détails.

A. ALDÉHYDES DE LA SÉRIE GRASSE. — SYSTÈMES GAZEUX.

I. — ALDÉHYDE ÉTHYLIQUE : C^2H^4O .

» (1). $C^2H^4O + Az^2$, à volumes gazeux sensiblement égaux

($24^{cc} C^2H^4O + 22^{cc}, 8 Az^2$); seize heures.

| | | | |
|----------------------|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| Gaz initial. | $C^2H^4O = 100^{vol}$ | Gaz final. | $H^2 = 25,8$ |
| | | | $Az^2 = 59,6$ |
| | | Ni CO^2 , ni CO , ni CH^4 . | |
| | | | Az^2 absorbé = $35,4$ |

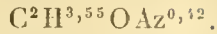
» Rapports des éléments condensés :

$C^2H^{3,5}O Az^{0,35}$.

» (2). $C^2H^4O + 1,5 Az^2$, c'est-à-dire excès d'azote; dix-sept heures.

| | | | |
|----------------------|-----------------------|--------------------|-------------------------|
| Gaz initial. | $C^2H^4O = 100^{vol}$ | Gaz final. | $H^2 = 22,6$ |
| | | | Az^2 absorbé = $41,8$ |

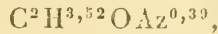
» Rapports des éléments condensés :



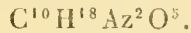
» La dose d'Az condensée est un peu plus forte.

» Il y a séparation d'hydrogène aux dépens de la molécule aldéhydique, sous deux formes : en partie à l'état libre, et en partie de façon à constituer, avec l'azote, les éléments de l'ammoniaque, dont dérive le composé amidé qui prend naissance. Les résidus ou radicaux constitutifs de ce composé sont, dès lors, moins hydrogénés que ceux de l'aldéhyde.

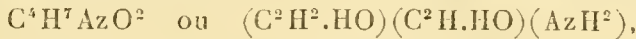
» Prenons la moyenne des deux résultats précédents :



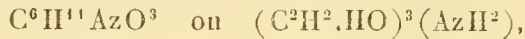
soit



» Cette formule peut être regardée comme la somme de celles de deux composés plus simples, dérivés, l'un de 2 molécules d'aldéhyde



hydrate de $C^2H.AzH^2$; l'autre de 3 molécules

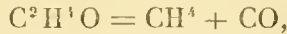


hydrate de $C^6H^3.AzH^2$.

» Le produit n'offre pas de réaction alcaline au tournesol.

» Traité par l'acide chlorhydrique, il fournit un sel soluble, très altérable.

» (3). C^2H^4O liquide, en excès notable, et azote (pour mémoire). En effet, c'est ici le lieu de rappeler l'expérience citée à la page 565 du présent Volume des *Comptes rendus*, dans laquelle figurent les produits de la décomposition initiale de l'aldéhyde, précédant l'absorption de l'azote, tels que



réaction pyrogénée susceptible de se développer sous l'influence de la chaleur seule, dans des conditions nettes (1), et divers autres composés inégalement condensés.

» Rappelons ici que l'éther glycolique, isomère de l'aldéhyde éthylique, pris sous le même poids, a absorbé 2 atomes d'azote, c'est-à-dire cinq fois autant que cet aldéhyde.

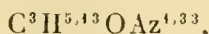
(1) *Ann. de Ch. et de Phys.*, 5^e série, t. VI, p. 472; 1875.

II. — ALDÉHYDE PROPYLIQUE PRIMAIRE : C^3H^6O .

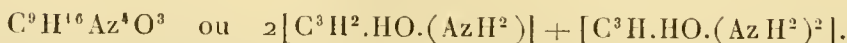
» (1). On a opéré avec un mélange d'azote et de vapeur d'aldéhyde propylique, c'est-à-dire avec un grand excès d'azote (4^{vol} environ pour 1^{vol} de C^3H^6O).

| | | | |
|------------------|-----------------|----------------------|--------------|
| Gaz initial..... | $C^3H^6O = 100$ | Gaz final..... | $H^2 = 43,6$ |
| | | CO^2 et CO | 4 environ |
| | | Az^2 absorbé..... | 66,7 |

» Rapports des éléments condensés :



soit



» Ces composés répondent aux dérivés de l'aldéhyde éthylique, mais avec une dose d'azote fixée presque triple pour une molécule.

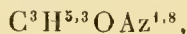
» Dans une autre expérience, faite avec l'aldéhyde propylique liquide, en présence d'un demi-atome d'azote seulement, tout l'azote a été absorbé : ce qui donne déjà un chiffre supérieur à l'aldéhyde éthylique.

III. — ACÉTONE OU ALDÉHYDE PROPYLIQUE SECONDAIRE : C^3H^6O .

» (1). On a opéré avec un mélange d'azote et de vapeur d'acétone, c'est-à-dire avec un grand excès d'azote (près de 5^{vol} d'azote pour 1^{vol} C^3H^6O):

| | | | |
|------------------|-----------------|---------------------|--------------|
| Gaz initial..... | $C^3H^6O = 100$ | Gaz final..... | $H^2 = 33,3$ |
| | | Az^2 absorbé..... | 89 |

» Rapports des éléments condensés :



rapports voisins de $(C^3H^6Az^2O)^n$ ou $[C^3H.HO(AzH^2)^2]^n$, avec perte de $\frac{H^2}{3}$, attribuable à quelque composé secondaire.

» On observe ici une dose d'azote absorbée encore supérieure, pour une molécule, à celle qu'absorbe, à poids égal, l'aldéhyde propylique primaire, et voisine de celle que doit absorber son isomère, l'éther propylglycolique (pseudoxyde de propylène); si l'on en juge d'après les analogies de l'éther du glycol.

» Au contraire, l'alcool allylique, quatrième isomère de fonction différente, représenté aussi par la formule C^3H^6O , absorbe seulement les deux

tiers d'un atome d'azote; soit la moitié de ce que prend l'aldéhyde propylique normal, et le tiers environ de ce que prend l'acétone, sous le même poids moléculaire.

» Ces relations méritent d'être notées; en tout cas, elles confirment les différences de constitution et de capacité de saturation existant entre ces isomères.

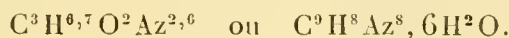
» Donnons, comme complément, les résultats obtenus sur un dernier dérivé de la même fonction, susceptible d'être étudié à l'état gazeux comme les précédents : c'est l'éther de l'aldéhyde méthylique.

IV. — MÉTHYLAL DIMÉTHYLIQUE: $C^3H^8O^2 = CH^2O + 2CH^3O - H^2O$.

» (1). *Méthylal diméthylique*, sous forme gazeuse, avec excès d'azote (vingt-quatre heures).

| | | | |
|----------------|-------------------|------------------------------|--------------|
| Gaz initial... | $C^3H^8O^2 = 100$ | Gaz final (azote déduit)... | $H^2 = 71,1$ |
| | $Az^2 = 300$ | | $CO^2 = 4,4$ |
| | | | $CO = 2,2$ |
| | | Az ² absorbé..... | 128,9 |

» Rapport des éléments condensés (en négligeant les petites quantités de CO^2 et CO) :



» Ces formules brutes se rapportent aussi bien à des dérivés hydroxylés qu'à des hydrates proprement dits.

» Observons que les rapports des trois premiers éléments sont voisins de l'unité; précisément comme dans les polyamines hydrogénées et hydroxylées, dérivées du type de $(CHAz)^n$, que j'ai obtenues avec les mélanges d'oxyde de carbone, d'hydrogène et d'azote, soumis à l'action de l'effluve (ce Volume, p. 611 et 615). On peut les représenter par un mélange en proportion inégale de deux composés de l'ordre : soit de l'hexaméthylène-tétramine (dérivée de l'aldéhyde méthylique), $C^6H^{12}Az^4$; soit de la glycosine, $C^6H^6Az^3$, et de la glyoxaline, $C^3H^4Az^2$, dérivées du glyoxal. Tel serait, pour préciser, le mélange suivant : $2C^3H^3Az^3 + C^3H^2Az^2$. On pourrait encore admettre certaines amines hydroxylées correspondantes. Dans tous les cas, l'un de ces corps répondrait aux deux molécules de l'alcool méthylique, l'autre à la molécule unique de l'aldéhyde méthylique génératrice.

» Les expériences qui suivent sont moins complètes que les précédentes, ayant été exécutées sur des composés dont la tension de vapeur est trop

faible pour permettre d'atteindre la limite. Elles n'en conservent pas moins une valeur comparative.

B. — DÉRIVÉS CONDENSÉS DES ALDÉHYDES DE LA SÉRIE GRASSE.

» I. *Aldol* : $C^4H^8O^2$. — Ce corps, employé en excès, a absorbé la totalité de l'azote mis en expérience. Les gaz dégagés étaient peu abondants; soit pour 100 d'azote absorbé : $H^2 = 10$; $CO = 2,5$; $CO^2 = 1,2$.

» On remarquera que la perte d'hydrogène est faible, et que tout l'oxygène demeure dans la matière condensée.

» II. *Paraldéhyde*, rectifié à point fixe : $C^6H^{13}O^3$. — $0^{sr},7$, c'est-à-dire un excès (dix-huit heures). Tout l'azote a été absorbé, quoique l'absorption ait été lente. Pour 100 d'azote absorbé, on a trouvé :

$$\text{Gaz dégagés... } H^2 = 37; \quad CH^4 = 11; \quad CO = 5; \quad CO^2 = 1$$

» III. *Trioxyméthylène* cristallisé : $C^3H^6O^3$; en poudre. — Quelques décigrammes. Az^2 absorbé : 4^{ce} seulement. L'absorption se fait mal. Gaz dégagés très peu abondants. Pour 100 d'azote absorbé, on a trouvé :

$$H^2 = 16; \quad CO = 23; \quad CO^2 = 31.$$

» IV. *Dissolution de* CH^2O , à 60 pour 100. — $0^{cc},7$ (dix-huit heures). Az^2 absorbé : $4^{ce},4$ seulement.

» Gaz dégagés, pour 100 d'azote absorbé :

$$H^2 = 98; \quad CO = 21; \quad CO^2 = 70.$$

C. — ALDÉHYDES APPARTENANT A DES SÉRIES MOINS HYDROGÉNÉES ET CYCLIQUES.

» I. *Camphre* (*aldéhyde campholique*) : $C^{10}H^{16}O$; cristallisé; quelques décigrammes : $13^{cc},1$ Az (dix-sept heures). — Absorption à peu près totale, effectuée assez rapidement. Formation d'un composé alcalin. Aucun gaz dégagé en proportion sensible : ce qui est remarquable par comparaison avec les aldéhydes de la série grasse.

» II. *Aldéhyde benzylique* (essence d'amandes amères) : C^7H^6O , liquide; $0^{sr},6$ environ. — Absorption assez lente de $11^{cc},1$ d'azote. Traces d'hydrogène dégagé (sans CO ni CO^2), représentant seulement 4 pour 100 du volume de l'azote absorbé. Le produit, chauffé avec de la chaux sodée, a dégagé une vapeur alcaline, exempte d'aniline.

» III. *Benzoïne* (aldéhyde benzylique condensé) : $C^{14}H^{12}O^2$ cristallisé. — Absorption de l'azote très faible (2^{cc} , 3). Aucun gaz dégagé.

» IV. *Aldéhyde cinnamique* pur : C^9H^8O liquide; 0^{gr} , 3 environ. — Azote absorbé faible (2^{cc} , 5). Gaz dégagés : $CO^2 = 0^{cc}$, 5; $CO = 0^{cc}$, 1; $H^2 = 0$, 1.

» V. *Aldéhyde salicylique* : $C^7H^6O^2$, liquide; 0^{gr} , 65. — Azote absorbé faible (2^{cc} , 8). Gaz dégagés : $CO = 1^{cc}$; ni CO^2 , ni H sensible.

» VI. *Furfurol* : $C^5H^4O^2$ pur, liquide; 0^{gr} , 8. — L'absorption de l'azote se fait bien au début, puis elle se ralentit. Après vingt-quatre heures, elle s'élevait à 10^{cc} , 7 seulement.

» Gaz dégagés : $CO = 0^{cc}$, 6; ni CO^2 , ni H^2 , ni carbures.

» VII. *Quinon* : $C^6H^4O^2$ cristallisé. — Quelques décigrammes (vingt-quatre heures), 8^{cc} , 8 Az absorbé. Gaz dégagés très faibles : $H^2 = 0^{cc}$, 5; $CO = 0^{cc}$, 1.

» En somme, ces divers aldéhydes ou congénères, appartenant aux séries cycliques, se distinguent des aldéhydes de la série grasse, parce qu'ils ne dégagent que peu ou point d'hydrogène. L'absorption de l'azote est notable avec l'aldéhyde camphorique, le furfurol et le quinon. Ce sont là, d'ailleurs, des indications préliminaires.

VIII. GLUCOSE ET DÉRIVÉS.

» (1). Le *glucose*, alcool-aldéhyde, $C^6H^{12}O^6 \cdot H^2O$, a été placé, à l'état pulvérulent, dans un tube à effluve, avec de l'azote. L'absorption est lente et pénible; sans doute à cause de l'absence de tension gazeuse de ce composé. Cependant, quelques décigrammes ont absorbé 3^{cc} , 4 d'azote, soit 0^{gr} , 004 environ; en dégageant : $H^2 = 1^{cc}$, 7; $CO = 0^{cc}$, 5; $CO^2 = 0^{cc}$, 9.

» (2). *Cellulose* (papier Berzélius). — On a enroulé, sur le tube intérieur de l'éprouvette à effluve, une bande pesant 0^{gr} , 3563, que l'on a légèrement humectée (huit heures). D'après le dosage de l'azote sur le produit, ce papier avait fixé 0^{gr} , 0068 d'azote.

» La fixation est lente et pénible. Si l'intervalle gazeux entre les diélectriques est plus notable, elle tombe à des chiffres excessivement faibles. Elle est accompagnée d'ailleurs par un commencement de décomposition de la matière. En effet, dans une expérience où le volume d'azote absorbé a été trouvé de 1^{cc} , 4, il s'est dégagé : $H^2 = 1^{cc}$, 4; $CO = 0^{cc}$, 2; $CO^2 = 1^{cc}$, 4.

» (3). *Matière humique*. — Obtenue par l'action de l'acide chlorhydrique concentré sur le sucre. L'azote fixé n'a pas dépassé quelques dix-millièmes.

» (4). *Même matière*, oxydée et devenue jaune sous l'influence de la lumière et de l'air, prolongée pendant plusieurs années : 0^{gr},6 de matière, vingt-quatre heures. Azote absorbé : 1^{cc},0. Le dosage direct effectué sur le produit (par la chaux sodée) a fourni 2 millièmes : ce qui concorde.

» Il résulte de ces expériences que la fixation de l'azote sur les hydrates de carbone et leurs dérivés condensés ne dépasserait pas certaines valeurs. Je rappellerai ici mes anciens essais (*Essai de Méc. chim.*, t. II, p. 385-395), où des fixations du même ordre de grandeur sur les hydrates de carbone ont été réalisées : soit sous l'influence de fortes tensions électriques ; soit sous l'influence de l'électricité atmosphérique normale ; soit enfin sous l'influence de faibles tensions électriques (quelques volts), prolongées pendant sept mois.

» En résumé, sous l'influence de l'effluve électrique :

» 1° Tous les aldéhydes étudiés ont fixé de l'azote, en formant des composés condensés, amides ou amines, de l'ordre des dérivés ammoniacaux des aldéhydes, et spécialement des glycosines, glyoxalines et polyamines peu hydrogénées.

» Cette fixation a lieu pareillement pour les aldéhydes primaires, pour les aldéhydes secondaires ou acétones, pour le quinon, aldéhyde dérivé des phénols, pour le camphre et pour le furfurol, aldéhydes d'un caractère spécial.

» Elle porte généralement sur une forte dose d'azote, à l'exception peut-être des aldéhydes cinnamique et salicylique, dont la réaction est plus lente et, en apparence du moins, plus faible.

» Les éthers aldéhydiques (méthylal diméthylque) fixent pareillement l'azote, sans doute par les résidus de leurs deux composants à la fois.

» Les polymères aldéhydiques, de fonctions diverses, fixent également l'azote : lentement et faiblement à la vérité, pour les polymères proprement dit, tels que le paraldéhyde et le trioxyméthylène ; d'une façon plus rapide et plus efficace pour l'aldol ; mais non pour la benzoïne, dont la constitution est pareille. Avec le glucose et ses dérivés cellulosiques, la fixation d'azote est également faible, en raison de la condensation de la molécule.

» 2° La fixation de l'azote sur les aldéhydes ne provoque que des pertes d'hydrogène bien moins marquées qu'avec les carbures et les alcools correspondants. Par exemple, avec les aldéhydes éthyliques : un demi-atome environ ; avec l'aldéhyde propylique primaire et secondaire : moins d'un atome ; fort peu avec les polymères (aldol, paraldéhyde, etc.). Les aldéhydes des séries benzénique et campholique ne dégagent pas d'hydro-

gène, ou des traces seulement. Avec les éthers aldéhydiques, la dose d'hydrogène dégagé s'accroît, sans doute en raison de l'existence des résidus alcooliques dans la molécule.

» Cette tendance à l'élimination de l'hydrogène dans les aldéhydes, moins prononcée que dans les carbures et les alcools, s'explique si l'on observe que ces principes dérivent déjà des alcools par perte d'hydrogène, et qu'ils se rapprochent par là des carbures acétyléniques, C^nH^{2n-2} , et des carbures benzéniques, lesquels n'éliminent pas d'hydrogène en proportion sensible, sous l'influence de l'effluve. La relation à cet égard est d'autant plus directe que la déshydratation des aldéhydes de la série grasse engendre précisément les carbures C^nH^{2n-2} ; l'acétone produisant l'allylène, par exemple.

» Si j'insiste sur ces relations, c'est parce qu'elles caractérisent la fixation électrique de l'azote sur les diverses fonctions organiques.

» 3° Les relations qui existent entre les composés isomères, au point de vue de la fixation électrique de l'azote, ont été signalées à mesure. Les aldéhydes fournissent, à cet égard, des termes de comparaison intéressants, tant pour les composés de même fonction que pour les composés de fonction différente.

» Pour la même fonction, on peut citer les deux aldéhydes propyliques, primaire et secondaire. Ils fixent des doses d'azote voisines, un peu plus fortes cependant pour l'aldéhyde secondaire : mais cette différence peut tenir à quelque formation secondaire.

» Quant à l'influence de la polymérisation, elle ne peut être spécifiée au point de vue actuel, les limites n'ayant pas été atteintes. Cependant la tendance à fixer l'azote est certainement amoindrie.

» La comparaison entre les aldéhydes et les composés isomères de fonction différente peut être précisée davantage.

» *Aldéhydes isomères avec les alcools.* — Soient, par exemple, les aldéhydes propyliques et l'alcool allylique. La fixation de l'azote sur les aldéhydes est plus que double de celle qui a lieu sur l'alcool isomère : l'aptitude des aldéhydes à former une molécule saturée, par fixation d'hydrogène ou autrement, est ici manifeste.

» *Aldéhydes isomères avec les éthers des alcools diatomiques.* — Tel est le cas de l'aldéhyde éthylique et de l'éther glycolique. Ici, au contraire, il y a prépondérance pour l'éther. Une molécule de ce corps fixe 2 atomes d'azote, tandis que l'aldéhyde n'en fixe qu'un tiers d'atome. Cette aptitude

est liée à la tendance bien connue de l'éther glycolique à fixer presque immédiatement une molécule, soit d'eau, soit d'acide, etc.

» *Aldéhydes isomères avec des acides.* — On pourrait citer l'aldéhyde salicylique, isomère avec l'acide benzoïque, $C^7H^6O^2$. En fait, ce dernier paraît fixer l'azote plus vite. Mais l'expérience est incomplète, les limites n'ayant pas été atteintes.

» 4° Examinons maintenant les rapports spéciaux entre l'azote fixé et la formule des aldéhydes fixateurs.

» Une molécule d'aldéhyde éthylique fixe un peu moins d'un atome d'azote; tandis qu'une molécule d'aldéhyde propylique primaire et une molécule d'aldéhyde propylique secondaire en fixent trois fois autant.

» Cette moindre aptitude fixatrice d'azote, observée dans l'aldéhyde éthylique, comparée à son homologue supérieur, doit être rapprochée de l'inégalité analogue constatée entre le formène et les carbures éthyléniques ou propyliques, aussi bien qu'entre l'alcool méthylique et les alcools homologues supérieurs. Elle tendrait à établir que l'aldéhyde éthylique se comporte à cet égard comme un dérivé forménique : peut-être parce qu'il se dédouble d'abord, au moins en partie, en formène et oxyde de carbone, avant d'absorber l'azote, ainsi que je l'ai montré précédemment (ce Volume, p. 565).

» Avec le dérivé alcoolique du méthylal, la fixation de l'azote tend, au contraire, à avoir lieu à atomes égaux par rapport au carbone, c'est-à-dire à dose plus forte que pour la somme des composants isolés, et à la façon de l'éther glycolique.

» On voit par là combien les problèmes relatifs aux actions électriques de l'effluve se multiplient, à mesure que l'on aborde des composés susceptibles de transformations plus délicates et plus nombreuses.

» Une autre remarque très importante ressort de la comparaison des aldéhydes avec leurs polymères et dérivés condensés : c'est que, dans cet ordre de composés, la dose d'azote fixée sur une molécule diminue à mesure que cette molécule est plus condensée. C'est à cause de cette règle que les hydrates de carbone fixent sous un même poids des proportions d'azote si faibles et qui diminuent encore dans leurs dérivés humiques. Il en est de même, en général, des composés à molécule très élevée. Aussi pour opérer les fixations électriques d'azote, doit-on s'adresser de préférence aux corps qui dérivent des séries les plus simples. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Actions chimiques de l'effluve. Acides organiques et azote*; par M. BERTHELOT.

« Les réactions de l'effluve électrique sur les acides organiques méritent une attention particulière : d'abord en raison de la présence de l'oxygène en dose considérable, dans la constitution des acides, et de la tendance de cet élément à être éliminé sous forme d'acide carbonique, d'oxyde de carbone; et plus spécialement en raison de la fonction de ces principes, qui tend à déterminer, aux dépens de l'azote libre, la formation des composés dérivés de l'ammoniaque et sels amides.

» Il est facile de constater ces formations par le procédé suivant : après réaction, on traite le contenu des éprouvettes par une petite quantité d'eau froide, on filtre la liqueur et l'on verse le produit dans un vase à fond plat; on prend quelques grains de chaux sodée, constatée exempte de toute trace d'azote par des dosages rigoureux; on les projette dans la liqueur, en évitant toute élévation sensible de température. Cela fait, on place sur le vase une petite plaque de verre ou de bois, au centre de laquelle on a fixé et tenu suspendue une petite bande de papier de tournesol rouge, préalablement humectée. Pour peu que la liqueur contienne des sels ammoniacaux, la bande bleuit en quelques minutes. Si la liqueur est riche en ammoniaque, il est facile d'en sentir l'odeur. Avec certains composés amidés, il faut quelques heures; tandis que les amides plus stables et les alcalamides ne développent ni odeur ni réaction sur le tournesol. Mais, en évaporant une portion de la liqueur initiale à sec, avec précaution, puis en calcinant le résidu tantôt seul, tantôt avec addition de chaux sodée, on développe par décomposition des alcalis pyrogénés et de l'ammoniaque. La même calcination doit être essayée sur les matières insolubles dans l'eau, susceptibles de demeurer à la surface des tubes et éprouvettes soumis à l'action de l'effluve, et les produits pyrogénés doivent être soumis à divers essais, appropriés à la nature des alcalis pyrogénés que l'on se propose de rechercher. Ces essais sont délicats, en raison de la petite quantité de matière sur laquelle on opère.

» Voici quels sont les acides sur lesquels j'ai expérimenté :

» 1° *Acides volatils*, tels que les acides formique, acétique, propionique, pesés dans de petites ampoules et mis en présence de l'azote. Ce sont les seuls systèmes dont les réactions sur l'azote aient pu être poussées jusqu'à leur limite.

» 2° J'ai également examiné la limite de réaction de l'azote sur quelques éthers volatils, dérivés des acides précédents : éthers méthylformique, éthylformique, méthylacétique.

» Les résultats ainsi obtenus ne portant que sur un nombre trop limité

d'acides, j'ai dû examiner la fixation de l'azote sur les principales classes d'acides organiques, à la vérité d'une façon essentiellement qualitative, l'état physique de ces acides, pour la plupart cristallisés, ne permettant pas d'atteindre les limites.

A. — ACIDES MONOBASIQUES.

I. — ACIDE ACÉTIQUE : $C^2H^4O^2$.

» (1). $C^2H^4O^2$ pur = $0^{gr}, 0466$; $Az^2 = 20^{cc}, 15$. — Vingt-quatre heures.

Gaz final
(mêmes h et t , d'où le poids est facile à déduire) $\left\{ \begin{array}{l} CO^2 = 2^{cc}, 9; \quad CO = 1, 2; \quad H = 1, 0; \\ Az^2 \text{ absorbé} = 12^{cc}, 35. \end{array} \right.$

» Le produit condensé, traité par l'eau, fournit une dissolution effervescente à froid et contenant une dose notable d'azotite d'ammoniaque.

» Rapport des éléments condensés :

$$C^2H^4O^2 + Az^{1,4} - \frac{H}{12} - \frac{CO^2}{12} - \frac{CO}{20}.$$

» (2). $C^2H^4O^2 = 0^{gr}, 0549$; $Az = 14^{cc}, 1$.

Gaz final $CO^2 = 2^{cc}, 3; \quad CO = 1, 2; \quad H^2 = 0, 2.$

» Rapport des éléments condensés :

$$C^2H^4O^2 + Az^{1,3} - \frac{H}{30} - \frac{CO^2}{12} - \frac{CO}{24}.$$

» La moyenne de ces deux déterminations répondrait sensiblement à

$$n [C^2O(AzH^2)]^2 + 2n (\frac{1}{6}AzO^2 \cdot AzH^4 + \frac{2}{3}H^2O).$$

» Le rapport atomique entre le carbone et l'azote (en mettant à part l'azotite d'ammoniaque) est sensiblement le même que pour l'alcool éthylique, générateur de l'acide acétique. Ce rapport répondrait à un dérivé amidé ou aminé, formé par substitution dans une molécule $(C^2HO)^2$. C'est-à-dire que le dérivé serait engendré par déshydratation au moyen de l'ammoniaque et d'un générateur oxygéné $(C^4H^2O^1)^n$, congénère du glyoxal. Il se rattacherait en outre à l'hydrate du sous-oxyde de carbone C^4O^3 , formé sous l'influence de l'effluve au moyen de l'oxyde de carbone. Tous ces composés, de même origine, se trouvent ainsi mis en relation.

II. ACIDE PROPIONIQUE : $C^3H^6O^2$.

$$C^3H^6O^2 \text{ pur} = 0^{\text{gr}}, 0545. \quad \text{Az} = 19^{\text{cc}}, 8.$$

$$\text{Gaz final} \dots\dots\dots CO^2 = 0,4; \quad CO = 0,3; \quad H^2 = 2,0.$$

Réduit aux mêmes h et t .

$$\text{Az}^2 \text{ absorbé} \dots\dots\dots 14^{\text{cc}}, 6$$

calculé en poids d'après h et t .

» Rapport des éléments :

$$C^3H^6O^2 + \text{Az}^{1,7} = \frac{H}{5}.$$

» Le produit est sensiblement neutre. Traité par l'eau, il fournit une liqueur effervescente, renfermant de l'azotite d'ammoniaque. Il répondrait à la formule

$$n [C^3H^2O(AzH^2)]^2 + 2n (\frac{1}{3}AzO^2.AzH^4 + \frac{1}{3}H^2O),$$

c'est-à-dire à un composé amidé, homologue du dérivé acétique.

» Le rapport atomique du carbone et de l'azote (indépendamment de l'azotite d'ammoniaque) est le même que pour les dérivés des deux alcools propyliques. Il répondrait à un dérivé amidé par substitution d'une molécule $(C^3H^3O)^2$, homologue de $(C^2HO)^2$, qui engendre le dérivé acétique. Ce corps lui-même serait engendré par déshydratation au moyen de l'ammoniaque et d'un générateur oxygéné $(C^6H^6O^4)$, homologue du précédent $(C^4H^2O^4)$. Toutes ces relations sont régulières.

III. ACIDE FORMIQUE : CH^2O^2 .

» (1). CH^2O^2 pur = $0^{\text{gr}}, 0451$; Az = $18^{\text{cc}}, 5$. — Vingt-quatre heures.

$$\text{Gaz final (mêmes } h \text{ et } t) \dots\dots CO^2 = 9^{\text{cc}}, 4; \quad CO = 3^{\text{cc}}, 2; \quad H^2 = 1^{\text{cc}}, 1$$

$$\text{Az}^2 \text{ absorbé} \dots\dots\dots 1^{\text{cc}}, 75$$

» Rapports des éléments condensés :

$$C^{0,46} H^{1,90} O^{1,04} \text{Az}^{0,16}.$$

» Soit $CH^{4,1} O^{2,35} \text{Az}^{0,35}$ ou $CO^{0,3} \text{Az}^{0,35} + 2, 05 H^2 O$, c'est-à-dire

$$C^6 H^4 O^4 (AzH^2)^2 + 2 H^2 O.$$

» Ce produit est bien plus pauvre en azote que les dérivés acétique et propionique, sans doute à cause du peu de stabilité de la molécule formique. En outre, il est remarquable que les réactions ne soient pas ici les mêmes que celles du système équivalent : $\text{CO}^2 + \text{H}^2 + \text{Az}^2$. Ceci indique que la réaction électrique a porté, tout d'abord, sur la molécule formique elle-même. C'est ce que confirme l'expérience suivante, arrêtée après quelque temps :

» (2). $\text{CH}^2\text{O}^2 = 0^{\text{gr}}, 65$; $\text{Az} = 11^{\text{cc}}, 5$.

| | |
|------------------|--|
| Gaz dégagés..... | $\text{CO}^2 = 4^{\text{cc}}, 9$; $\text{CO} = 10^{\text{cc}}, 3$; $\text{H}^2 = 5^{\text{cc}}, 1$ |
| Az absorbé..... | nul |

» Ainsi, l'absorption de l'azote s'accomplit plus lentement que la décomposition propre de l'acide formique. Aux débuts, deux réactions simples se développent simultanément, je veux dire : 1^o la décomposition propre de l'acide formique en oxyde de carbone et eau



décomposition prédominante à ce moment, et qui est également le premier terme de la décomposition pyrogénée de l'acide formique, opérée à la température la plus basse possible, d'après mes anciennes expériences;

» 2^o La décomposition de l'acide formique en acide carbonique et hydrogène



décomposition que la chaleur produit à une température plus haute (1).

» Puis, l'action de l'effluve se poursuivant, l'hydrogène demeure fixé sur les corps condensés consécutivement engendrés; de préférence à l'oxygène, dont la moitié environ se trouve dégagée à la fin, sous forme gazeuse, unie à la moitié du carbone de l'acide formique initial; tandis que presque tout l'hydrogène reste dans le produit fixe; en grande partie, sans doute, à l'état d'eau. En raison de cette fixation, l'hydrogène des produits condensés a perdu la faculté d'exercer des actions ultérieures sur les gaz: ce qui explique pourquoi les produits finaux ne sont pas ici les mêmes que dans le cas où l'on fait agir l'effluve sur un mélange équivalent d'acide carbonique et d'hydrogène. Ces différences tiennent à la vitesse inégale des réactions et à l'hétérogénéité des systèmes.

(1) Cf. *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 58.

» Sans entrer plus avant dans cette discussion, nous nous bornerons à observer que, dans la série des acides $C^nH^{2n}O^2$, comme dans beaucoup d'autres, le premier terme se comporte d'une façon différente du suivant.

» Voici maintenant des expériences faites sur les éthers des acides précédents.

» IV. *Éther méthylformique* : $C^2H^4O^2$ ou $CH^3.CHO^2$. — Éther méthylformique gazeux et 2 volumes d'azote; vingt-quatre heures :

| | | | |
|------------------|-------------------|-----------------|----------------------|
| Gaz initial..... | $C^2H^4O^2 = 100$ | Gaz final..... | $H^2 = 1,5$ |
| | $Az^2 = 196$ | (Azote déduit). | $CO^2 = 18,5$ |
| | | | $CO = 10,8$ |
| | | | Az^2 absorbé = 152 |

» Les deux tiers du carbone de l'acide formique combiné sont ici dégagés sous forme d'acide carbonique et d'oxyde de carbone, le surplus ayant été réduit par l'hydrogène : phénomène analogue à ceux que présente l'acide formique libre. Cela tend à ramener la dernière réaction à celle de l'hydrogène sur les oxydes de carbone.

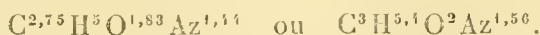
» L'absorption de l'azote se décompose ainsi en plusieurs actions distinctes : l'une relative à la combinaison de cet élément avec le résidu méthylique, l'autre à sa combinaison partielle avec les résidus formiques. Le résultat total répond, on le voit, à l'absorption de 3 atomes d'azote par une molécule d'éther, dans les conditions de l'expérience.

» En tout cas, ces résultats diffèrent extrêmement de ceux observés avec l'acide acétique isomère.

» V. *Éther méthylacétique* : $C^3H^6O^2$ ou $CH^3.C^2H^3O^2$. — 1 volume d'éther gazeux + 4,5 volumes d'azote : vingt-quatre heures. 100 volumes d'éther gazeux ont fourni :

| | |
|---------------------|------|
| H^2 | 48,8 |
| CO | 16,3 |
| CO^2 | 9,3 |
| Az^2 absorbé..... | 72,1 |

» Rapports des éléments condensés :



» Pour 1 atome d'hydrogène éliminé, il y a $\frac{1}{4}$ d'atome de carbone et $\frac{1}{5}$ d'atome d'oxygène séparés : relations voisines de $\frac{1}{4} CH^1O$ détruit pour son propre compte.

» La fixation d'azote se retrouve ici, avec la proportion considérable

observée pour l'acide acétique et pour l'alcool méthylique. Mais il paraît superflu de discuter de plus près cette réaction, où doivent concourir deux ordres de dérivés, ré pondant : les uns à l'alcool, qui absorbe seul $\frac{1}{2}$ atome d'azote ; les autres à l'acide générateur, qui absorbe 1 atome d'azote pour son propre compte.

» Il est remarquable que les rapports des éléments condensés soient presque les mêmes que pour l'acide propionique ($C^3H^5,8O^2Az^{1,7}$), isomère avec l'éther méthylacétique. Toutefois c'est là une coïncidence accidentelle ; car l'acide propionique ne perd que des traces de gaz par l'action de l'effluve, tandis que l'éther isomère dégage des volumes considérables d'hydrogène, d'acide carbonique et d'oxyde de carbone : il y a identité approchée entre la composition des gaz dégagés et celle du résidu.

» La dose d'azote absorbé est également considérable, mais tout autrement distribuée ; attendu qu'elle se porte sur les résidus méthylique et acétique, dans le cas de l'éther méthylacétique ; tandis que, dans le cas de l'acide propionique, elle s'unit à la fois aux éléments de cet acide et à ceux de l'eau qui en dérive.

» Arrivons aux acides peu ou point volatils, presque tous solides, sur lesquels j'ai étudié l'absorption de l'azote. J'exposerai brièvement les résultats obtenus.

B. — ACIDES MONOBASIQUES A FONCTION SIMPLE.

» I. *Acide crotonique* : $C^4H^6O^2$ cristallisé. Quelques décigrammes (vingt-quatre heures). Az = 15^{cc} , 2. — Tout l'azote a été absorbé. Il s'est dégagé seulement $H^2 = 0^{cc}$, 4 ; CO = 0^{cc} , 1.

» Réaction analogue qualitativement à celle des acides acétique et propionique.

» II. *Acide benzoïque* : $C^7H^6O^2$ cristallisé. Quelques décigrammes (vingt-quatre heures). Az = 13^{cc} , 7. — 4^{cc} , 6 Az, soit 0^{gr} , 06 environ, ont été absorbés. Aucun gaz dégagé.

C. — ACIDES BIBASIQUES A FONCTION SIMPLE.

» III. *Acide succinique* : $C^4H^6O^4$ cristallisé. Quelques décigrammes (vingt-quatre heures). — 10^{cc} , 6 azote absorbé ; soit 0^{gr} , 013 environ.

» Gaz dégagé : $H^2 = 8^{cc}$, 8 ; ni CO^2 , ni CO.

» Cet acide offre quelque tendance à perdre de l'hydrogène.

» IV. *Acide maléique* : $C^4H^4O^4$ cristallisé, dur et compact. Az = $12^{cc}, 9$ (vingt-quatre heures). — Az absorbé = $3^{cc}, 9$. Gaz dégagés : $H^2 = 0,5$; $CO^2 = 1,0$; $CO = 7,3$.

» V. *Acide fumarique* : $C^4H^4O^4$ (vingt-quatre heures). — Absorption d'azote *nulle*. $H^2 = 0,7$; ni CO^2 , ni CO .

» Les deux acides isomères $C^4H^4O^4$ offrent, à l'égard de l'effluve, une différence marquée, l'acide fumarique étant à peu près inaltérable dans les conditions de ces essais.

» L'inactivité de l'acide fumarique semble liée à sa constitution physique, c'est-à-dire à sa cohésion toute spéciale, qui paraît résulter d'une véritable condensation polymérique. A ce titre, il ne doit guère absorber d'azote. On sait qu'il est le type de toute une série d'acides dits *fumaroïdes*. Au contraire, l'acide maléique absorbe l'azote, lentement à la vérité; mais il fournit une dose notable d'oxyde de carbone; ceci le rapproche de l'acide formique. Ni l'un ni l'autre ne dégagent d'hydrogène notable.

» VI. *Acide phtalique* (ortho) : $C^8H^6O^4$. — Gaz dégagés : $H^2 = 0^{cc}, 3$; $CO = 0^{cc}, 3$; $CO^2 = 0^{cc}, 2$.

» Pas d'azote absorbé; dégagement de gaz presque insensible.

» VII. *Acide camphorique* : $C^{10}H^{16}O^4$. — Az² = $18^{cc}, 35$ (vingt-quatre heures). — Pas de gaz dégagé. Azote absorbé = $6^{cc}, 85$.

» Ceci accuse la différence de constitution avec l'acide de la série benzénique qui précède.

D. — ACIDES ALCOOLS.

» VIII. *Acide glycollique cristallisé* : $C^2H^3O^3$. Quelques décigrammes. Az² = $16^{cc}, 75$ (vingt-quatre heures). — Gaz dégagés : $H^2 = 0^{cc}, 7$; $CO^2 = 6^{cc}, 8$; $CO = 3^{cc}, 3$. Azote absorbé = $5^{cc}, 25$.

» La fraction décomposée répond à $2CO^2 + CO + \frac{11^2}{5}$; d'où il résulte que le composé produit est plus riche en hydrogène que l'acide glycollique, ce dernier n'ayant pour ainsi dire pas perdu cet élément. Pour CO^2 dégagé, il s'est fixé $\frac{3}{4}Az^2$.

» IX. *Acide lactique* liquide : $C^3H^6O^3$. — Az² = $20^{cc}O$.

Gaz dégagés..... $H^2 = 2,3$; $CO = 1,2$; $CO^2 = 2,1$,
Az² fixé..... $8^{cc}, 6$; soit $0^{gr}, 011$ environ.

» L'acide lactique n'a perdu que de petites quantités d'hydrogène, comme l'acide glycollique. L'azote fixé est notable; d'autant que la limite n'était pas atteinte.

» X. *Acide malique* (bibasique; alcool) : $C^4H^6O^5$ (un peu humide).
Az = 16^{cc}, 6.

Gaz dégagés..... $H^2 = 1,5$; $CO = 0,4$,
Az³ fixé..... 7^{cc}, 5 ou 0^{cc}, 009 environ.

» La fixation d'azote a été comparable à celle de l'acide succinique. Les gaz dégagés, insignifiants.

» XI. *Acide tartrique* (bibasique; dialcool) : $C^4H^6O^6$; pulvérisé.
Az² = 18^{cc}, 7.

Gaz dégagés..... $H^2 = 6,3$; $CO = 0,4$; $CO^2 = 1,6$,
Az² absorbé..... 5^{cc}, 4.

» Observations analogues, sauf un peu plus d'hydrogène dégagé.

» XII. *Acides oxybenzoïques* : $C^7H^6O^3$.

| | Ortho (salicylique). | Para. | Méta. |
|------------------------------|----------------------|---|-------------------------|
| Gaz dégagé..... | nul | $H^2 = 2^{cc}, 5$; $CO = 0,3$; $CO^2 = 2^{cc}, 2$ | $H^2 = 0,2$. Pas de CO |
| Az ² absorbé..... | 2 ^{cc} , 9 | $H^2 = 2^{cc}, 5$ | $H^2 = 0^{cc}, 5$ |

» Les gaz dégagés sont insignifiants; l'azote absorbé faible, surtout avec l'acide méta.

E. — ACIDES A FONCTION COMPLEXE.

» XIII. *Acide pyruvique* : $C^3H^4O^3$ sirupeux. — Az = 12^{cc}, 2.

Gaz dégagés..... $H^2 = 2^{cc}, 0$; $CO^2 = 1^{cc}, 9$; $CO = 10^{cc}, 8$
Az² absorbé..... 7^{cc}, 9; soit 0^{cc}, 010 environ

» Cette absorption est notable.

» On doit remarquer le dégagement notable d'oxyde de carbone, lequel rapproche l'acide pyruvique : d'une part, de l'acide formique; d'autre part, de l'acide malique et de l'acétone.

» XIV. *Acide lévulique* : $C^5H^8O^3$ cristallisé. — Az² = 20^{cc}, 1.

Gaz dégagés..... $H = 0^{cc}, 4$; $CO = 1^{cc}, 7$; $CO^2 = 1^{cc}, 35$
Az² absorbé..... 16^{cc}, 5

» Cet acide absorbe assez énergiquement l'azote, à la façon de l'acide propionique. Les gaz dégagés, insignifiants.

» XV. *Acide déhydracétique* : $C^3H^8O^4$ cristallisé. — Az² = 19^{cc}, 8.

Gaz dégagés..... $CO = 0^{cc}, 2$; ni CO^2 ni H^2
Az² absorbé..... 5^{cc}, 6

» XVI. *Acide (ou éther) éthylacétoacétique* : $C^6H^{10}O^3 = C^4H^5(C^2H^5O^3)$, liquide. — Az = 14^{cc},9; vingt-quatre heures.

» Il se dégage au début des gaz, qui se résorbent ensuite.

| | |
|------------------------------|--------------------------------------|
| Gaz dégagé à la fin | H ² = 2 ^{cc} , 3 |
| Az ² absorbé..... | 9 ^{cc} , 6 |

» L'absorption de l'azote est notable.

» J'ajouterai ici les résultats de quelques essais exécutés sur un mélange d'éthers à formule élevée, dérivés de la glycérine et des acides gras (je veux dire sur l'huile d'olive), que j'ai soumis à l'action de l'effluve, en présence de l'azote; expérience intéressante en raison de l'existence des corps gras chez les êtres vivants.

» *Huile d'olive*. — 1^{sr},0 environ et azote; vingt-quatre heures. Gaz dégagés :

| | |
|-----------------------|---|
| CO ² | 0 ^{cc} , 1 |
| H ² | 1 ^{cc} , 1 |
| Az fixé..... | 0 ^{cc} , 4; soit 0 ^{sr} ,0005 |

» D'après dosage direct sur l'huile recueillie au moyen de l'éther : 0^{sr},0006. Sur le tube intérieur de l'éprouvette à effluves, il s'est formé une matière blanche, gélatineuse, insoluble dans l'éther et dans l'alcool. Son poids s'élevait à 0^{sr},025 environ. Elle contenait une proportion d'azote sensible; mais le poids de la matière condensée était trop faible pour permettre un dosage. La formation de ce produit singulier de polymérisation électrique mérite d'être notée.

» On remarquera que la molécule de trioléine (mêlée de tripalmitine, etc.), contenue dans l'huile d'olive, ne fixe l'azote qu'en dose extrêmement faible. Ceci s'accorde avec les observations précédentes, d'après lesquelles le poids de l'azote fixé, en centièmes, diminue, se trouvant en raison inverse de la grandeur de la molécule du corps sur lequel l'azote est condensé.

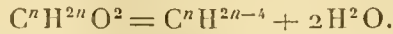
» En résumé :

» 1^o Les acides organiques en général fixent de l'azote, de même que les alcools, les aldéhydes et les carbures d'hydrogène.

» 2^o Dans le cas des acides, cette fixation s'effectue avec des pertes d'hydrogène nulles, ou relativement très petites; la présence de l'oxygène tendant à maintenir ces éléments fixés soit dans la molécule, soit à l'état d'eau. Cette tendance était déjà plus manifeste dans les aldéhydes que dans les alcools. Elle devient caractéristique pour les acides.

» Au point de vue de la séparation de l'hydrogène libre, les acides orga-

niques pourraient donc être envisagés, pour la plupart, comme représentés par l'addition des éléments de l'eau, tant avec des carbures pauvres en hydrogène qu'avec le carbone lui-même



» Cette représentation n'exprime en aucune façon une constitution proprement dite, mais simplement des limites d'équilibre, entre les systèmes d'éléments soumis aux réactions de l'effluve.

» 3° Une molécule d'acide a fixé un atome et demi environ d'azote, dans le cas des acides acétique et propionique; la limite relative aux acides à molécules plus élevées n'ayant pas été déterminée.

» Mais cette fixation s'est trouvée partagée en deux réactions distinctes, un seul atome d'azote paraissant fixé réellement sur le composé carboné, tandis que le surplus est uni à l'eau formée simultanément, pour constituer de l'azotite d'ammoniaque.

» L'acide formique, premier terme de la série des acides organiques, se comporte différemment; attendu que ce composé peu stable éprouve d'abord, sous l'influence de l'effluve, une décomposition propre, la fixation de l'azote ayant lieu plus lentement et comme par une action secondaire.

» Les divers acides monobasiques et bibasiques, à fonction simple et à fonction complexe, fixent également l'azote; mais avec des vitesses inégales, dépendantes à la fois de leur constitution et de leur état physique. L'acide fumarique seul n'a donné lieu à aucune absorption sensible, dans l'espace de temps consacré à l'expérience.

» 4° En général l'oxygène demeure en totalité, ou sensiblement, fixé dans les composés solides ou liquides (parfois à l'état d'eau); c'est-à-dire qu'il ne se produit que des quantités nulles, ou presque nulles, d'oxyde de carbone et d'acide carbonique. Cependant les acides formique, maléique, et pyruvique font exception, en dégageant des doses notables d'oxyde de carbone; de même l'acide glycollique dégage de l'acide carbonique. Ces produits répondent à des constitutions spéciales, faciles d'ailleurs à définir pour le cas de l'acide formique.

» 5° Les éthers formiques contrastent avec l'acide formique, par l'absorption d'une dose plus considérable d'azote; ils dégagent également de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone. Ces résultats s'expliquent par l'existence de deux ordres de réactions simultanées, portant sur les deux générateurs de ces éthers.

» De même l'éther méthylacétique, dont il convient de rapprocher les

réactions des transformations propres de l'alcool et de l'acide générateur.

» 6° Soit maintenant la comparaison des corps isomères. On remarquera la grande différence entre les acides maléique et fumarique, $C^4H^4O^4$, comme stabilité et comme aptitude à fixer l'azote. Je ne sais si les formules actuellement en honneur rendent bien compte de ces différences.

» Les trois acides oxybenzoïques se comportent aussi d'une façon sensiblement différente.

» L'aldéhyde salicylique et l'acide benzoïque se comportent également autrement.

» Il est plus facile de rendre compte des différences qui existent entre les réactions des isomères de fonctions différentes, tels que l'éther méthylformique comparé à l'acide acétique, et les éthers éthylformique et méthylacétique comparés à l'acide propionique. En effet, ces différences résultent, ainsi qu'il a été dit, de l'existence de deux groupes de réactions, exercées presque indépendamment sur les deux générateurs des éthers composés.

» Dans la suite des expériences présentées jusqu'ici, j'ai passé en revue les principaux groupes de composés oxygénés et leur aptitude à se combiner avec l'azote sous l'influence de l'effluve électrique. Je vais maintenant examiner les réactions de ce même azote sur les composés azotés eux-mêmes, réactions qui établissent la qualité de polyamines et polyamides des dérivés électriques et par là achèvent de caractériser ce mode nouveau de combinaison et de synthèse. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Observations relatives à l'action chimique de l'effluve sur les diélectriques liquides*; par M. BERTHELOT.

« En poursuivant mes recherches relatives à l'action de l'effluve électrique sur les systèmes mixtes, formés de gaz et de liquides, j'ai été conduit à faire quelques essais sur l'action du même agent, intervenant en présence de systèmes complètement liquides. Je me suis occupé des composés organiques, lesquels à l'état pur sont de mauvais conducteurs de l'électricité, et interviennent dès lors comme diélectriques, dont la résistance est comparable à celle du verre lui-même. J'ai eu soin d'ailleurs d'opérer avec des tensions insuffisantes pour produire au sein du liquide même des étincelles; l'action de celles-ci donnant lieu aux complications attribuables à un développement de hautes températures. J'ai employé le système ordi-

naire de mes tubes concentriques, l'électricité étant amenée à l'aide de conducteurs liquides (acide sulfurique étendu) sur les parois de verre opposées, qui limitent, de part et d'autre, l'espace annulaire ou je me proposais de produire un phénomène chimique. J'avais soin de disposer les conducteurs, de façon que la décharge ne pût traverser le mercure situé à la partie inférieure des appareils. Dans ces conditions, la dose d'électricité qui traverse réellement le liquide influencé est très faible. Pour produire des effets plus prononcés, il faudrait sans doute s'arranger pour obtenir un débit plus considérable à travers le diélectrique, sans trop accroître la tension; j'y reviendrai. Mais il me paraît utile de signaler dès à présent mes premiers essais, à cause des conséquences qui en résultent pour l'interprétation des réactions chimiques produites sous l'influence de l'effluve; ces réactions se développant surtout dans le cours des mouvements rapides et étendus, provoqués dans les systèmes gazeux, par l'effet des décharges qui ont lieu entre les molécules de semblables systèmes.

» Je me bornerai à citer les résultats observés avec l'alcool absolu, l'essence de térébenthine et l'huile d'olive. Ces liquides remplissaient la totalité de l'espace annulaire, sans la moindre bulle de gaz, du moins à l'origine. La clôture inférieure était constituée par le mercure de la cuve.

» 1. *Térébenthine*. — J'ai opéré avec l'essence, desséchée avec soin par son contact avec la potasse, et rectifiée à température fixe quelques instants avant l'expérience; afin de prévenir tout commencement d'altération sous l'influence de l'air. L'action de l'effluve a été mise en œuvre dans les conditions ordinaires de mes autres essais et prolongée vingt-quatre heures. Les tubes sont lumineux dans l'obscurité. Il ne s'est développé aucun gaz, l'élévation de température du liquide étant faible dans ces conditions. A la fin le liquide n'était pas coloré. Il a été extrait de l'appareil et rectifié aussitôt, dans une cornue de petites dimensions, en évitant autant que possible l'action de l'air. L'essence était en majeure partie inaltérée. Cependant, j'ai isolé 3 centièmes de ditérébenthène, c'est-à-dire d'un polymère.

» Comme contrôle, j'ai cru utile de rectifier la même quantité du même échantillon de térébenthène (déjà purifié comme plus haut), dans le même appareil et dans des conditions de poids, de temps, de chauffage aussi semblables que possible. Malgré ces précautions, il s'est formé un centième environ de ditérébenthène, par l'action de la chaleur seule. Cette proportion étant beaucoup plus faible que celle observée sur le produit qui avait subi l'action de l'effluve, il est permis d'en conclure que la

polymérisation du carbure, si nette en présence de l'azote ou de l'hydrogène gazeux, se produit même sur le carbure liquide et pur, sous l'influence prolongée de l'effluve.

» 2. *Huile d'olive*. — Cette huile, soumise à l'action prolongée de l'effluve électrique dans les mêmes conditions, éprouve également une altération, faible à la vérité, et qui se manifeste par la formation d'une couche de matière noirâtre, sur la paroi du tube de verre intérieur. Cette matière est insoluble dans l'éther, dans l'huile et dans tous les dissolvants; elle résulte évidemment d'une condensation polymérique. Une matière analogue, blanche et gélatineuse, se développe lorsque l'on fait réagir l'huile d'olive et l'azote dans les tubes à effluve, ainsi que je l'ai dit ailleurs.

» 3. *Alcool absolu*. — L'alcool, soumis aux mêmes épreuves, ne donne lieu à aucun phénomène spécial pendant les premières heures. Cependant, à la longue, il s'y développe des gaz. En opérant sur 10^{cc} d'alcool liquide, j'ai obtenu, après vingt-quatre heures d'effluve, 34^{cc} de gaz. D'après analyse et après élimination de la vapeur d'alcool, ce gaz a été trouvé formé de la façon suivante :

| | |
|----------------|--|
| Hydrogène..... | H ² = 30 ^{cc} ,1 |
| Ethane..... | C ² H ⁶ = 3 ^{cc} ,9 |

» Le liquide a été l'objet d'un examen spécial. Il réduisait l'azotate d'argent ammoniacal (aldéhyde et corps congénères). On l'a distillé; les premières gouttes contiennent en effet de l'aldéhyde. Le thermomètre est resté stationnaire presque tout le temps, au point d'ébullition de l'alcool; mais à la fin, il est resté une goutte huileuse, jaunâtre, constituée en grande partie par l'huile de vin. C'était sans doute, comme d'ordinaire, un carbure moins hydrogéné qu'il ne conviendrait à la formule CⁿH²ⁿ.

» La proportion en était trop faible pour permettre une étude spéciale. Ce carbure était précipité par l'eau dans le résidu de la distillation, et la portion aqueuse soluble dans l'eau exerçait quelque action réductrice, faible d'ailleurs, sur l'azotate d'argent ammoniacal: il s'agit probablement d'un dérivé polymère de l'aldéhyde, que l'on observait simultanément. L'aldéhyde et l'huile de vin sont en effet des composés moins riches en hydrogène que l'alcool primitif, et complémentaires du dégagement d'hydrogène libre et d'éthane, signalé plus haut.

» D'après le volume des gaz recueillis, un centième environ de l'alcool mis en expérience avait été décomposé.

» Ces résultats montrent que l'effluve agit sur les liquides organiques, comme sur les gaz, en produisant des polymérisations et des séparations d'hydrogène. Mais l'action est bien plus lente et plus pénible, en raison du défaut de conductibilité générale et de mobilité particulière des liquides mis en présence. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du sulfate de chaux sur quelques sels haloïdes alcalins.* Note de M. A. DITTE.

« D'après les anciennes lois de Berthollet, l'addition d'un sulfate alcalin à une dissolution de chlorure de calcium doit donner lieu à la formation d'un précipité de sulfate de chaux peu soluble et d'un chlorure alcalin; c'est en effet ce qui se produit dans des liqueurs concentrées; mais si l'on envisage les quantités de chaleur mises en jeu dans la réaction, effectuée avec des liqueurs très étendues, on s'aperçoit que celle-ci est faiblement endothermique [$-0^{\text{Cal}},9$] et, quand il en est ainsi, c'est le sulfate de chaux qui doit décomposer le chlorure de potassium.

» Pour reconnaître qu'il en est bien ainsi, examinons tout d'abord l'action que le sulfate de potasse et le chlorure de calcium exercent l'un sur l'autre en présence d'une certaine quantité de chlorure de potassium. Si la proportion de chlorure calcique reste au-dessous d'une certaine limite, on n'observe rien, même au bout de plusieurs jours, mais au delà de cette limite, on voit se déposer des aiguilles minces, fines, brillantes, dont le nombre augmente à mesure qu'on ajoute davantage de chlorure de calcium. Elles sont constituées par un sel double $\text{SO}^3\text{CaO}, \text{SO}^3\text{K}^2\text{O}, 4\text{H}^2\text{O}$ que j'ai décrit autrefois (*Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 86) comme se produisant quand on met du sulfate de chaux en contact avec une solution de sulfate de potasse mélangée d'acide sulfurique. On comprend que la chaleur de formation de ce sel joue un rôle considérable dans une réaction presque thermiquement indifférente, dont le signe thermique peut se trouver changé par l'intervention d'une quantité même très faible de chaleur. Le sulfate double donne très facilement des solutions sursaturées de sorte qu'on doit agiter fréquemment les liqueurs et attendre parfois plusieurs jours avant que le dépôt d'aiguilles soit complet et que la liqueur ait atteint sa composition définitive.

» Si, tenant compte de cette particularité, l'on détermine la compo-

sition de la liqueur, une fois l'équilibre atteint, avant chaque addition nouvelle de chlorure de calcium, on constate que plus il y a de chaux dissoute, moins il reste d'acide sulfurique, et inversement. Voici, comme exemple, les résultats obtenus à 24° avec une solution renfermant 120^{gr} de chlorure de potassium par litre d'eau :

| Acide sulfurique total. | Chaux. | Chlorure de potassium initial. |
|----------------------------|-------------------|--------------------------------------|
| 24,6. | 0,3 ^{gr} | 120 |
| 6,4. | 1,8 | » |
| 5,5. | 2,3 | » |
| 4,4. | 2,7 | » |
| 3,6. | 3,6 | » |
| 2,9. | 5,1 | » |
| 2,5. | 7,3 | » |
| 0,0. | 105,3 | » |

» Ainsi, quand on met du sulfate de potasse et du chlorure de calcium dans une dissolution de chlorure de potassium, il se forme du chlorure de potassium et du sulfate de chaux ; le sulfate double $\text{SO}^4 \text{Ca}, \text{SO}^4 \text{K}^2, 4\text{H}^2\text{O}$ se produit et, entre lui et les autres sels, il s'établit à 24° un équilibre défini par les nombres précédents quand on part d'une solution à 120^{gr} par litre de chlorure de potassium. Les proportions d'acide sulfurique et de chaux, qui se trouvent dans une liqueur en équilibre, varient en sens inverse l'une de l'autre, si bien qu'une solution très riche en chlorure calcique ne renferme plus d'acide sulfurique, tandis qu'une liqueur très chargée de sulfate de potasse ne contient plus que très peu de chaux.

» Ceci établi, mettons du gypse en excès avec des solutions de chlorure de potassium de plus en plus concentrées ; l'analyse des liqueurs en équilibre permet de constater que les proportions d'acide sulfurique et de chaux que l'on y trouve augmentent avec la teneur en chlorure alcalin et, comme elles correspondent à la composition du sulfate de chaux, on pourrait penser que ce sel se dissout simplement dans le chlorure de potassium, et d'autant mieux que celui-ci est plus concentré ; mais bientôt les choses se modifient, la chaux continuant d'augmenter, la quantité d'acide sulfurique passe par un maximum à partir duquel elle diminue ; les nombres suivants se rapportent à 1^{lit} de liqueur à 21° :

| Chlorure de potassium. | Acide sulfurique. | Chaux | |
|---------------------------|----------------------|--------------------|--|
| | | totale trouvée. | correspondant à du sulfate de chaux. |
| 0 ^{gr} | 1,5 | 1,0 | 1,0 |
| 4 | 1,7 | 1,2 | 1,2 |
| 12 | 2,2 | 1,5 | 1,5 |
| 20 | 2,6 | 1,8 | 1,8 |
| 24 | 2,7 | 1,9 | 1,9 |
| 40 | 3,4 | 2,5 | 2,4 |
| 60 | 3,8 | 2,7 | 2,6 |
| 80 | 4,2 | 3,0 | 2,9 |
| 120 | 4,4 | 3,5 | 3,0 |
| 160 | 3,4 | 5,5 | 2,4 |
| 200 | 2,1 | 10,5 | 1,4 |
| 360 | 1,0 | 10,6 | 0,7 |

» Si l'on porte le chlorure de potassium en abscisses, en prenant comme ordonnées soit l'acide sulfurique, soit la chaux, on obtient des courbes très régulières; celle de la chaux tourne d'abord sa concavité vers l'axe horizontal, puis elle s'infléchit et tourne sa convexité vers le même axe en même temps que ses ordonnées croissent plus rapidement. Celle de l'acide sulfurique passe par un maximum, quand celle de la chaux s'infléchit; les points d'inflexion et de maximum, qui se correspondent, marquent la limite à laquelle les proportions d'acide sulfurique et de chaux que contient la liqueur ne sont plus celles qui constituent le sulfate de chaux; celui-ci a donc certainement fait autre chose que se dissoudre; il a décomposé du chlorure de potassium, et un équilibre particulier s'est établi entre les deux sulfates et les deux chlorures qui se trouvent en présence.

» Du reste on n'observe rien de particulier quand on agite du gypse en poudre avec des solutions relativement étendues de chlorure de potassium, tandis que dans celles qui, après réaction, contiennent plus de chaux que la quantité correspondant au sulfate, on voit, au bout de quelques heures, le dépôt de gypse rassemblé au fond du vase s'agglomérer et se consolider; puis bientôt sur lui et sur les parois apparaissent des aiguilles fines, brillantes, très légères, qui occupent une partie de la liqueur et sont constituées précisément par le sulfate double $\text{SO}^4\text{Ca}, \text{SO}^4\text{K}^2, 4\text{H}^2\text{O}$, qui est peu soluble dans les solutions, surtout concentrées, de chlorure de potassium. Nous avons dit quelle importance a, dans la réaction, la chaleur de formation de ce sel double.

» Ainsi donc, en général, le sulfate de potasse ne précipite pas totalement le chlorure de calcium, et le sulfate de chaux peut décomposer le chlorure de potassium en faisant du chlorure calcique et du sulfate alcalin. Lors donc qu'on introduit du sulfate de chaux dans une solution de chlorure de potassium, celui-ci est décomposé en partie et un équilibre s'établit, dans lequel la concentration du chlorure alcalin et la formation du sulfate double de potasse et de chaux qui, entre certaines limites, peut se dissoudre, jouent un rôle considérable. Si le sulfate de chaux est en excès, l'action ne s'arrêtera et la liqueur n'acquerra une composition définitive que lorsque l'équilibre correspondant à la température de l'expérience se sera établi entre les divers composés que renferme la liqueur. Nous allons constater que des faits analogues se produisent avec d'autres sels que le chlorure de potassium.

» *Sulfate de chaux et bromure de potassium.* — La décomposition du bromure de calcium par le sulfate de potasse dissous, en présence d'une quantité d'eau suffisante pour dissoudre tout le sulfate de chaux théoriquement formé, donnerait lieu à une absorption d'environ $0^{\text{cat}},9$; on peut donc s'attendre à voir se produire, dans des conditions peu différentes, les deux réactions inverses l'une de l'autre. Et, en effet, si nous faisons agir du gypse en poudre sur des dissolutions renfermant des quantités croissantes de bromure de potassium, nous observons des faits tout semblables à ce qui se passe avec le chlorure de potassium; l'analyse des liqueurs en équilibre montre encore que, dès que les proportions de chaux et d'acide sulfurique dissoutes cessent de correspondre à la composition du sulfate de chaux, on voit apparaître, contre les parois des vases, les aiguilles transparentes du sulfate double SO^4Ca , SO^4K^2 , $4\text{H}^2\text{O}$. Si, pour représenter graphiquement le phénomène, on porte en abscisses les poids de bromure de potassium introduits dans la liqueur, et en ordonnées ceux d'acide sulfurique ou de chaux qu'on y trouve, on obtient deux courbes semblables à celles du chlorure de potassium. Celle de la chaux s'élève, doucement d'abord, en tournant sa concavité vers l'axe horizontal, puis elle s'infléchit et se relève rapidement ensuite en tournant sa convexité vers cet axe; la courbe représentative de l'acide sulfurique monte lentement, jusqu'à un maximum à partir duquel elle descend beaucoup plus vite; le maximum de l'une, l'inflexion de l'autre sont sur une ordonnée représentant des quantités de chaux et d'acide qui se trouvent unies dans le sulfate calcique; ils marquent la limite à partir de laquelle

la liqueur renferme autre chose que du sulfate de chaux à l'état de dissolution.

» Le sulfate de potasse ne précipite donc pas totalement le bromure de calcium pas plus que le chlorure, et le sulfate de chaux est susceptible de décomposer le bromure de potassium ; une dissolution de ce dernier sel mise en présence dans un excès de gypse, donnera donc lieu à des réactions diverses, suivant son degré de concentration, et d'une façon générale il s'établira, pour chaque concentration du bromure alcalin, et à chaque température, un équilibre particulier entre les bromures, les sulfates et le sulfate double qui se trouvent en présence dans la liqueur. Ici encore le sulfate double, suivant qu'il peut ou ne peut pas exister dans les dissolutions, intervient par sa chaleur de formation qui peut renverser le signe thermique de la réaction et joue, par suite, un rôle d'une importance considérable.

» *Sulfate de chaux et iodure de potassium.* — La réaction que donne le sulfate de potasse sur l'iodure de calcium ne met, elle aussi, en jeu qu'une très faible quantité de chaleur, variable avec les quantités d'eau en présence desquelles elle s'effectue, et l'on pourra observer soit la décomposition du sulfate calcique par l'iodure de potassium, soit l'action inverse; c'est en effet ce qui a lieu et, lorsqu'on fait agir du gypse en excès sur une solution plus ou moins concentrée d'iodure de potassium, les choses se passent tout comme avec le bromure et l'iodure, grâce à la formation, dans ce cas encore, des aiguilles du sulfate double de potasse et de chaux.

» En définitive le sulfate de potasse, en agissant sur les dissolutions de chlorure, bromure, iodure calcique, ne donne pas lieu à des décompositions complètes. Conformément aux indications fournies par les données thermiques les réactions, qui ne donnent lieu qu'à de faibles variations de chaleur, peuvent dans des conditions déterminées se produire ensemble et se limiter réciproquement; le sulfate double de chaux et de potasse, qui se produit dans ces circonstances, intervient dans la détermination de la réaction et dans l'établissement de l'équilibre; la composition de chaque liqueur définit l'équilibre qui s'est établi entre les divers sels capables de réagir.

» *Sulfate de chaux et d'ammonium.* — La décomposition du sulfate d'ammoniaque par le chlorure de calcium est endothermique dans les liqueurs très étendues, elle absorbe $-1^{\text{Cal}}, 1$. Il n'en est pas de même avec des solutions concentrées. Nous aurons donc deux réactions inverses

possibles comme dans les cas précédents et des phénomènes du même genre. Si, en effet, l'on met du gypse en excès au contact de solutions plus ou moins concentrées de chlorure d'ammonium on trouve, à la température de 24° par exemple :

| Chlorure d'ammonium. | Acide sulfurique. | Chaux | |
|-------------------------|----------------------|----------|--|
| | | trouvée. | correspondant au sulfate de chaux. |
| 0 ^{gr} | 1,5 | 1,0 | 1,0 |
| 20..... | 3,1 | 2,2 | 2,2 |
| 40..... | 4,1 | 2,8 | 2,9 |
| 60..... | 4,7 | 3,3 | 3,3 |
| 80..... | 5,0 | 3,6 | 3,5 |
| 120..... | 5,2 | 3,7 | 3,6 |
| 200..... | 5,4 | 4,0 | 3,8 |
| 280..... | 5,4 | 4,2 | 3,8 |
| 333..... | 4,9 | 4,4 | 3,4 |

» Si, avec ces nombres, qui se rapportent à 1^{lit} de liqueur, on construit des courbes comme on l'a fait pour les sels de potassium, elles affectent des formes peu différentes et conduisent aux mêmes remarques; l'équilibre s'établit dans chaque liqueur, à une température déterminée, entre les deux sulfates et les deux chlorures qui s'y trouvent. Il n'y a pas à tenir compte ici de la formation d'un sulfate double d'ammonium et de calcium; j'ai montré, en effet (*Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 86), qu'un tel sel ne peut exister que dans des solutions très concentrées de sulfate d'ammonium, il ne peut donc pas se produire dans nos liqueurs.

» *Sulfate de chaux et chlorure de sodium.* — La chaleur mise en jeu dans l'action du sulfate de soude sur le chlorure de calcium est positive ou négative suivant la quantité d'eau qui sert de dissolvant; les choses se passeront donc comme dans le cas du chlorure de potassium. C'est ce que j'ai constaté en effet en étudiant les liqueurs qui se produisent quand on fait réagir des solutions de sel marin sur du gypse en excès; les phénomènes sont tout semblables à ceux qui ont été précédemment décrits, les courbes qui les figurent graphiquement sont analogues et les équilibres s'établissent de la même façon; il n'y a pas à faire intervenir de sulfate double de chaux et de soude, qui ne se produit pas dans ces circonstances.

» Il est à remarquer que les solutions salines concentrées ne déshydratent pas le sulfate de chaux hydraté, à froid; d'autre part, le plâtre fait prise avec ces solutions, plus vite que dans l'eau pure avec le chlorure de

potassium, peut-être en raison de la formation du sulfate double de potassium et de calcium, bien plus lentement avec une dissolution saturée de sel marin. »

BOTANIQUE. — *Du nombre et de la symétrie des faisceaux libéroligneux du pétiole dans la mesure de la perfection des espèces végétales; par M. A. CHATIN.*

« Avec les Monochlamidées, objet de la présente étude, se complète le cycle de mes recherches dans les Dicotylédones sur les faisceaux libéroligneux du pétiole.

» Parmi les faits acquis il en est un d'un intérêt spécial, venant étendre les rapports par lesquels la nervation pennée du limbe se rattache au type unitaire du pétiole.

» Après avoir montré cette nervation commandée par le type unitaire du pétiole, j'avais signalé qu'elle coexiste souvent avec des pétioles plurifasciculaires.

» Or, je montre aujourd'hui que ces écarts se rattachent généralement à la conjonction des faisceaux dans la nervure dorsale de la feuille, laquelle deviendrait à son tour unitaire : simple retard de conjonction, le plus souvent en rapport avec la grande multiplicité des faisceaux.

DICOTYLÉDONES MONOCHLAMIDÉES.

PÉTIOLE A UN SEUL FAISCEAU.

- » *Bétulinées.* — *Alnus glutinosa*, *Betula alba*.
- » *Buxinées.* — *Buxus balearica*, *B. sempervirens* ⁽¹⁾, *Pachysandra procumbens* et *P. terminalis*.
- » *Celtidées.* — *Celtis australis*.
- » *Daphnacées.* — *Daphne alpina* ⁽¹⁾, *D. Laureola* et *D. Mezereum* ⁽¹⁾.
- » *Eléagnées.* — *Eleagnus augustifolia* et *E. argentea*, *Hippophaë rhamnoides*.
- » *Laurinées.* — *Cinnamomum officinale* ⁽¹⁾, *Laurus Camphora* et *L. nobilis*.
- » *Monimiées.* — *Citrosma ovalifolia*.
- » *Olacinées.* — *Villaresia Congonha* ⁽¹⁾.
- » *Quercinées.* — *Quercus Ilex* ⁽¹⁾, *Q. imbricaria* ⁽²⁾, *Q. suber* ⁽²⁾.
- » *Salicinées.* — *Salix babylonica* et *S. Capræa* ⁽²⁾.
- » *Ulmacées.* — *Planera crenata*, *Ulmus campestris*.

(1) Trois faisceaux à la base. Chez le *Villaresia*, les deux latéraux, très petits, ne rallient que dans le limbe.

(2) Faisceaux à réunion tardive au haut du pétiole.

TROIS FAISCEAUX.

- » *Amarantacées*. — *Achyranthes argentea*, *Bosea Yervamora*.
- » *Aristolochiées*. — *Aristolochia Pistoria*, *Asarum canadense* et *A. europæum*.
- » *Balsamifluées*. — *Liquidambar styraciflua*.
- » *Chénopodées*. — *Blitum capitatum*.
- » *Euphorbiacées*. — *Euphorbia splendens* (1) et *E. achenoides*, *Poinsetia pulcherrima* (2).
- » *Loranthacées*. — *Loranthus macrosolen*, *Viscum tuberculatum*.
- » *Polygonées*. — *Polygonum hydropiper*.
- » *Protéacées*. — *Grevillea angulata*.
- » *Santalacées*. — *Thesium humifusum*.

CINQ FAISCEAUX.

- » *Aristolochiées*. — *Aristolochia Clematitis* et *A. Siphon*, *Nepenthes distillatoria*.
- » *Chénopodées*. — *Chenopodium album*, *C. ambrosioides* (1) et *C. Bonus Henricus*, *Salsola Soda*.
- » *Euphorbiacées*. — *Croton hortensis* (1), *E. Characias*, *E. dulcis* et *E. Esula*, *Mercurialis annua*.
- » *Loranthacées*. — *Buckleia distichophylla*, *Viscum album*.
- » *Polygonées*. — *Fagopyrum esculentum*.
- » *Quercinées*. — *Fagus silvatica* (d), *Corylus Avellana*.
- » *Santalacées*. — *Mida Cunninghamii*, *Osyris alba*, *Pyrolaria pubera*, *Santalum album*.
- » *Urticées*. — *Boehmeria macrophylla* (3), *Cannabis indica*, *Dorstenia ceratodentes* (3) et *D. maculata* (2), *Parietaria officinalis*.

SEPT FAISCEAUX.

- » *AMARANTACÉES*. — *Irisine latior*.
- » *Chénopodées*. — *Boussingaultia baselloides*.
- » *Cytinées*. — *Cytinus Hypocistus*.

(1) Conjonction des faisceaux dans la nervure dorsale du limbe.

(d) Parfois six faisceaux. Irrégularités assez fréquentes de nombre et de forme dans les Quercinées.

Conjonction des faisceaux dans le pétiole.

(2) Pas de conjonction : feuilles *palmatinerves*.

(3) Conjonction dans la nervure dorsale, feuilles *penninerves*.

- » *Euphorbiacées*. — *Dalechampia spathulata* et *D. hibiscoides*, *Euphorbia Characias*, *Jatropha Manihot* ⁽¹⁾, *Sarcococea pruniformis* ⁽²⁾.
- » *Nyctaginées*. — *Nyctago Jalapa*.
- » *Pipéracées*. — *Chloranthus inconspicuus*, *Piper angulatum* et *P. nigrum*.
- » *Polygonées*. — *Polygonum Persicaria*, *Rumex Acetosa* et *R. scutatus*.
- » *Salicinées*. — *Populus nivea* ⁽¹⁾.
- » *Urticées*. — *Broussonetia papyrifera*.

NEUF A ONZE FAISCEAUX.

- » *Aristolochiées*. — *Aristolochia sempervirens*.
- » *Chénopodées*. — *Beta trigyna*, *Spinacia inermis*.
- » *Euphorbiacées*. — *Acalypha hispida* (*a*) et *A. parvula* (*a*), *Aleurites gabonensis* (*a*), *Phyllanthus Emblica* et *P. mimosæfolia* ⁽³⁾.
- » *Loranthacées*. — *Nuytsia floribunda*.
- » *Pipéracées*. — *Pepeomia alata*, *Piper iucanum* et *P. macrophyllum*.
- » *Polygonées*. — *Coccoloba uvifera*, *Polygonum Bistorta* et *B. cuspidatum*.
- » *Quercinées*. — *Castanea vulgaris* ⁽²⁾, *Quercus Mirbeckii* ⁽²⁾.
- » *Saururées*. — *Houttuynia cordata*, *Saururus cernuus*.
- » *Urticées*. — *Bœhmeria argentea* ⁽²⁾ et *B. nivea* ⁽²⁾, *Ficus elastica* ⁽²⁾, *Humulus lupulus*.

NOMBREUX FAISCEAUX.

- » *Amarantacées*. — *Amarantus caudatus*.
- » *Balanophorées*. — *Helosis guyanensis* (*e*), *Lophophytum brasiliense* (*e*).
- » *Chénopodées*. — *Beta vulgaris*.
- » *Euphorbiacées*. — *Croton pungens*, *Hura crepitans*, *Jatropha multifida* (*a*), *Ricinus communis* (*a*).
- » *Juglandées*. — *Juglans regia*.
- » *Papayacées*. — *Carica Papaya* (*a*).
- » *Platanées*. — *Platanus orientalis* (*a*).
- » *Polygonées*. — *Polygonum orientale* et *P. petiolatum* (*b*), *Rheum palmatum* (*a*) et *R. officinale* (*a*), *Rumex hydrolapathum* (*b*) et *R. pectinatum* (*b*).
- » *Urticées*. — *Ficus Carica* (*a*).

(1) Nervation palmée, pas de conjonction.

(2) Conjonction des faisceaux dans la nervure dorsale.

(a) Feuilles palmatinerves.

(3) Conjonction des faisceaux dans la nervure médiane.

(e) De larges écailles tiennent lieu de feuilles.

(b) Très grandes feuilles pennées.

» Des observations faites sur les Monochlamidées, observations développant celles qui ont porté sur les autres classes de Dicotylédones et y ajoutant, ressortent des aperçus se classant sous les titres suivants :

- » 1. Plantes à pétioles n'ayant qu'un faisceau.
- » 2. Feuilles composées à un seul faisceau dans le pétiole et les pétiolules.
- » 3. Feuilles composées à pétiole plurifasculaire, mais à pétiolules unitaires.
- » 4. Feuilles à pétiole plurifasculaire, mais à nervure dorsale du limbe unitaire.
- » 5. Les pétioles unitaires sont plus spécialement propres aux espèces ligneuses.
- » 6. Des nervures dorsales unitaires se rencontrent dans les espèces herbacées, comme dans les espèces ligneuses.
- » 7. En général, les faisceaux pétiolaires ne se conjuguent en un seul dans aucun des cas suivants : écailles et feuilles engainantes, plantes volubiles, plantes parasites, (les colorées surtout) feuilles très grandes, feuilles palmatinerves.
- » 8. Le nombre des faisceaux dans ses rapports avec les affinités botaniques.
- » Reprenons ces points de vue.
- » Les espèces à pétiole unitaire sont en nombre moindre dans les Monochlamidées que dans les autres classes, parmi lesquelles les Corollyflores tiennent toujours le premier rang.
- » C'est surtout chez les vraies Chlamidées (Daphnacées, Laurinées, Eléagnées, Celtidées, Ulmées) plutôt que dans les Achlamidées (Amentacées) que la conjonction des faisceaux a lieu dès la base de la feuille.

» Entre Laurinées et Daphnacées est d'ailleurs cette différence que dans celles-ci les faisceaux sont plus généralement encore séparés vers l'extrême base.

» Quant aux Achlamidées, c'est souvent vers le haut du pétiole, ou même seulement dans la nervure dorsale, que se conjuguent les faisceaux.

» Lorsque, dans les feuilles composées, le pétiole commun présente le type unitaire, c'est fait acquis pour les pétiolules des folioles (*Albizia*, *Cassia*, *Gleditschia*, *Muraya*, *Phyllanthus mimosae-folius*).

» Pourront encore avoir les faisceaux conjugués en un seul les pétiolules de feuilles composées dont les pétioles sont encore plurifasculaires (*Fragaria Geum*, *Rubus*, *Sambucus*). C'est qu'il y a ici un retard de conjonction analogue au cas suivant.

» La conjonction des faisceaux qui donne des pétiolules unitaires, alors que les pétioles communs sont encore plurifasculaires, peut s'attarder encore, de sorte que la conjonction ne s'opérera que dans la nervure médiane du limbe.

» Ce fait, dernier terme de la conjugaison des faisceaux, que j'avais d'abord simplement entrevu, à la suite d'observations de pétioles, n'offrant

la réunion des faisceaux que vers leur sommet, au voisinage du limbe, est, ce qui n'est pas sans importance au point de vue de la généralisation de l'unité du faisceau dans les feuilles pennées, chose maintenant acquise. C'est même là le point capital mis en lumière par la présente étude. Il est ressorti clairement de mes observations sur l'Ortie blanche (*Bæhmeria nivea*), le *Chenopodium ambrosioides* et le *Ficus elastica*, Urticées; sur les *Croton hortensis* et *Euphorbia splendens*, Euphorbiacées; sur divers *Chenopodium* (*ambrosioides*... , etc.), toutes plantes à nervation pennée.

» C'est ainsi que cette nervation pennée, que j'avais signalée comme commandée (et elle l'est toujours) par le pétiole unitaire, la disjonction faisant suite voulue à la conjonction, est encore commandée, en général, par la nervure dorsale unitaire, la nervation pennée sans conjonction préalable du faisceau du pétiole regardée d'abord comme un écart, rentrant ainsi dans la règle « que disjonction est conséquence générale de » conjonction ».

» L'exception que j'avais signalée en disant : à pétiole unitaire correspond toujours une nervation pennée, mais il est des nervations pennées avec pétiole plurifasculaire s'atténue beaucoup. La seule différence est que la conjonction des faisceaux est plus retardée dans un cas que dans l'autre.

» Des observations plus haut rapportées, et sous toutes réserves d'observations ultérieures, qui ne seraient sans doute que des exceptions, il ressort que, dans les Monochlamidées, les pétioles unitaires ne se trouvent que chez les espèces ligneuses (Laurinées, Daphnacées, Monimiées, Éléagnées, *Ficus elastica*, *Buxus*, Bétulinées, Ulmacées, etc.).

» Quelques Monochlamidées herbacées (*Bæhmeria nivea* et *B. macrophylla*, *Chenopodium ambrosioides*) se rapprochent, dans une certaine mesure, par la jonction des faisceaux dans la nervure dorsale; une Urticée ligneuse, mais à faisceaux du pétiole très nombreux, le *Ficus elastica*, n'unit ses faisceaux, comme ses congénères herbacés, que dans la nervure dorsale.

» Un rapport qui se présente de lui-même, c'est que des Monochlamidées ligneuses, comme certaines Dialypétales périgynes (Légumineuses, Polygalées, Rosacées) ont des pétioles unitaires, à l'exclusion des espèces herbacées.

» Ici donc encore, les faits anatomiques sont favorables à la classification de Tournefort.

» Dans beaucoup de Monochlamidées à nombre de faisceaux, on

peut dire, indéfini, il n'y a jamais réunion des faisceaux, pas plus dans la nervure dorsale que dans le pétiole.

» Cette pluralité, toujours maintenue, des faisceaux, plus commune ici que chez les autres classes de Dicotylédones, comme par un acheminement aux Monocotylédones est en rapport :

» Soit avec l'engainance des écailles ou feuilles : *Brugmansia*, *Lophophytum*, Orobanchées, Polygonées ;

» Soit avec la grande dimension de celles-ci : *Beta*, *Polygonum orientale* et *P. Petiolatum*, *Rheum* et *Ricinus* divers ;

» Soit avec l'enroulement même des tiges : *Boussingaultia*, *Humulus*.

» Les rapports, déjà signalés, entre la nervation des feuilles et le nombre des faisceaux du pétiole se confirment dans les Monochlamidées quant aux feuilles palmatinerves et parallélinerves ; ils se complètent pour les feuilles penninerves, où la disjonction pennée est commandée, non plus seulement par le pétiole à un faisceau, mais aussi par la nervure dorsale rendue à son tour unitaire par la conjonction des faisceaux montant du pétiole.

» Au nombre des feuilles à nervation pennée et à faisceaux ne se conjuguant ni dans le pétiole ni dans le limbe, comptent les belles et longues feuilles de *Clavyja*.

» Des affinités entre divers groupes de plantes sont affirmées ou infirmées par la considération du nombre de faisceaux pétiolaires.

» Le rapprochement, parfois opéré, des Laurinées et des Daphnacées sous un titre commun est en plein accord avec leur pétiole unitaire, caractère que partage la petite famille, très voisine, des Eléagnées.

» A noter que le *Cussetha* dans les Laurinées, le *Passerina* dans les Daphnées, espèces herbacées plurifasciculaires, ne sont pas plus dissidentes dans leurs familles que les Rosacées et Légumineuses herbacées ne le sont par rapport aux espèces ligneuses de leurs groupes respectifs.

» Au contraire, les Euphorbiacées et les Malvacées, rapprochées par quelques botanistes en raison de leurs fruits à coques, etc., diffèrent beaucoup par les faisceaux, entraînant toujours dans celles-ci la nervation palmée, laquelle n'est qu'une exception (*Acalypha*, *Ricinus*, *Jatropha Manihot*) dans les premières.

» Notons encore qu'une importante famille de Monochlamidées à pétioles engainants toujours multifasciculaires, les Polygonées, correspond, par ce signe d'abaissement, aux Renonculacées parmi les Dialypétales hypogynes, et aux Ombellifères chez les Dialypétales périgynes ; rien de

pareil, il est superflu de le dire, ne se présente dans la classe plus élevée des Corolliflores.

» Le rapport existant entre la multiplicité des faisceaux du pétiole et la grande dimension des feuilles a été constaté plus fréquemment chez les Monochlamidées que dans les autres classes de Dicotylédones. En effet, ce rapport, général pour les *Rheum*, *Ricinus*, *Beta* et *Phytolacca*, se retrouve chez les *Polygonum* (*P. orientale*, *P. petiolatum*) et les *Rumex* (*R. Hydro-lapathum* et *R. pectinatum*), derniers genres où, faits qui montrent bien la réalité des rapports entre le grand nombre des faisceaux et la grande dimension des feuilles, les faisceaux ne sont plus que de trois à sept chez les *Polygonum Hydropiper* et *Fagopyrum*, les *Rumex Acetosella* et *R. scutatus*, toutes espèces à petites feuilles. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les résultats donnés par un sismographe avertisseur* (Kilian et Paulin), installé à Grenoble. Note de M. MICHEL LÉVY.

« Samedi matin, je recevais de M. Kilian, professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Grenoble, un télégramme m'indiquant que la veille, 4 mars, à 9^h 17^m 55^s du soir (temps moyen de Paris), le sismographe avertisseur Kilian et Paulin avait donné le signal d'alarme et mis en marche le chronomètre annexé à l'appareil. Les vérifications nécessaires furent faites immédiatement et l'heure de la secousse déterminée à une seconde près. Un sismographe Angot montrait d'ailleurs la trace très nette d'ondulations dirigées nord-sud.

» M. Kilian me demandait de signaler cette observation à l'Académie, si elle coïncidait avec un tremblement de terre, observé dans une région lointaine.

» Or les journaux du soir du 5 mars ont relaté un tremblement de terre, survenu dans la vallée du Pô, dans la nuit du 4 au 5 mars; les dépêches, très succinctes, semblent situer la secousse sur la rive droite de ce fleuve entre Plaisance et Reggio; son contre-coup a été observé au sud-est jusqu'à Ischia, au sud-ouest jusqu'à Chiavari, à l'est jusqu'à Padoue. On voit qu'à l'ouest l'ondulation sismique s'est propagée nettement jusqu'à Grenoble.

» Plusieurs fois déjà, la station sismique de Grenoble a fidèlement enregistré des tremblements de terre lointains, notamment ceux du 12 juin 1897

et de Laibach. Il serait à désirer que des stations aussi efficacement outillées fussent installées dans plusieurs centres scientifiques en France. »

PHYSIQUE. — *Sur le pouvoir absorbant du noir de fumée pour la chaleur rayonnante.* Note de MM. CROVA et COMPAN.

« La mesure du pouvoir absorbant du noir de fumée pour un flux d'énergie radiante est une donnée fondamentale indispensable aux déterminations actinométriques; on admet généralement qu'il est égal à l'unité; en réalité, il varie dans des limites assez restreintes avec la nature du noir et son mode d'application.

» L'un de nous ⁽¹⁾ a montré que la partie non absorbée du flux incident est en partie diffusée, en partie spéculairement réfléchi par la surface noircie, sous des incidences très obliques; il a indiqué le moyen d'obtenir une absorption plus complète, par un dépôt électrolytique de noir de platine que l'on enfume légèrement.

» De la Provostaye et Desains ⁽²⁾ ont trouvé que le noir de fumée ne réfléchit pas plus de $\frac{1}{1500}$ de la chaleur incidente. Christianssen ⁽³⁾ donne 0,911 pour la valeur du pouvoir absorbant du noir de fumée. M. Kniet Angström ⁽⁴⁾ a montré que tous les noirs n'absorbent pas également; dans les meilleures conditions, il a trouvé 0,976 pour la valeur du pouvoir absorbant. M. Chwolson ⁽⁵⁾ a trouvé que la correction de M. Angström, 2,4 pour 100, s'élève à 2,6 pour 100 pour la boule sphérique d'un thermomètre, en raison de la perte sous les incidences rasantes; il préconise l'emploi d'une laque noire, à la place de noir de fumée. M. Langley ⁽⁶⁾ trouve le même coefficient 2,6 pour la perte par réflexion sur la boule noircie d'un thermomètre, mais en admettant que sous l'incidence normale le pouvoir absorbant est égal à l'unité.

» Nous avons d'abord cherché à nous rendre compte de la constitution d'une couche de noir de fumée déposée sur une glace.

(1) A. CROVA, *Comptes rendus*, t. LXXI, p. 1205; 1875. — *Annales de Chimie et de Physique*, 5^e série, t. XI, p. 443.

(2) *Comptes rendus*, t. XXVI, p. 212.

(3) *Wiedemann's Annalen*, t. XIX, p. 277.

(4) *Wiedemann's Annalen*, t. XXVI, p. 276.

(5) *Die Gegenwärtige Zustand der Aktinometrie*, p. 15.

(6) *Researches on solar heat*, etc., p. 108.

» Au microscope, elle apparaît sous la forme de granules ovoïdes de 1^{μ} à $0^{\mu},5$ de diamètre, les plus petits sensiblement sphériques; les flammes de plus haute température (gaz de l'éclairage) nous ont donné une abondance relative de granules de $0^{\mu},5$; la couche, transparente quand elle est mince, exerce une absorption sélective sur les courtes longueurs d'onde, les plus longues étant transmises.

» Si la couche est un peu plus épaisse, sa mise au point est difficile; mais son aspect change complètement si on la lave à l'alcool absolu pour enlever les produits pyrogénés; elle apparaît alors sous l'aspect d'un tissu réticulaire très délié. L'alcool paraît agir, pendant la dessiccation, par la pression capillaire des ménisques infiniment petits, qui produisent un effet analogue à celui d'une compression.

» Si l'on dépose successivement des couches de noir en lavant à l'alcool chacune d'elles, les éléments transparents du tissu diminuent au point de disparaître; la couche de noir est très adhérente, la pression capillaire des ménisques pendant la dessiccation coinçant les granules de la couche dans les interstices de la couche précédente.

» Incidemment, nous avons observé les anneaux d'interférence de diamètre croissant avec l'obliquité, observés par M. Stark ⁽¹⁾; ils sont très beaux quand on examine au soleil des taches légères de noir de fumée, déposées par le sommet d'une flamme sur métal des miroirs; le lavage à l'alcool en diminue l'éclat.

» Le noir de platine, préparé par la réduction par le zinc et l'acide chlorhydrique du chloroplatinate d'ammonium, est composé de granules de dimensions supérieures à celles du noir de fumée, mais de formes très irrégulières.

» Nous nous sommes bornés, pour une première étude, à chercher l'absorption exercée sur un flux calorifique émanant d'une source à 100° .

» Le pouvoir absorbant égal à l'unité ne peut être théoriquement obtenu qu'en recevant le flux sur un orifice pratiqué dans une enceinte noircie intérieurement, dont la surface est négligeable en présence de celle de l'enceinte; le rapport $\frac{A}{E}$ des pouvoirs absorbant et émissif étant constant, nous prendrons pour unité de pouvoir émissif celui d'un orifice pratiqué dans une enceinte noircie chauffée à 100° . La recherche du pouvoir absorbant se réduit ainsi à celle du pouvoir émissif.

» Une étuve en cuivre rouge, remplie d'eau portée à 100° , contient une sphère creuse en cuivre mince de 70^{mm} de diamètre, noircie intérieurement, et se vissant intérieurement sur l'une des parois, sur laquelle elle débouche par un orifice de 22^{mm} de diamètre. Le flux qui émane d'une surface égale de la paroi de l'étuve adjacente à l'orifice et noircie est comparé à celui qui émane de l'orifice lui-même. Ces flux sont reçus sur une pile thermo-électrique, reliée à un galvanomètre à cadre mobile; la pile est mise à l'abri de tout rayonnement étranger par des systèmes d'écrans métalliques très minces, parallèles entre eux et percés de trous de 15^{mm} de diamètre, en face de la

(1) *Wiedemann's Annalen*, Neue Folge, Band 62, Heft 2, p. 353 et 358; 1897.

pile; celle-ci et les systèmes d'écrans qui l'entourent sont portés sur un chariot que l'on peut déplacer devant l'étuve fixe, afin de recevoir le flux de l'orifice ou celui de la face noireie.

» On mesure d'abord la déviation due à l'orifice, puis celle qui est due à la face noireie, et de nouveau celle qui est due à l'orifice. Les trois observations se font en régime constant, à intervalles de temps égaux et en renversant le courant à chaque observation.

» La concordance de la première et de la troisième lecture est une preuve de la constance du flux; soient d sa valeur et d' celle qui correspond à la face enfumée, $\frac{d-d'}{d}$ représente la perte d'absorption pour 100.

» Des études préalables nous avaient assuré de l'uniformité du champ du galvanomètre et de la proportionnalité des déviations aux intensités. Pour la surface du cuivre de l'étuve, cette perte a varié de 0,522 à 0,650; pour cette même surface recouverte d'une couche de noir de bongie, de 0,068 à 0,1250.

» Nous avons ensuite recouvert cette même face de plusieurs couches de noir, lavées à l'alcool et appliquées dans des directions rectangulaires. Pour une couche lavée à l'alcool, le coefficient de perte a été 0,317; pour un nombre de couches variant de 1 à 10, après lavage de chaque couche, la perte a régulièrement diminué jusqu'à 0,0203. Une couche de plus non lavée augmente la perte, qui reprend sa valeur primitive 0,203 après le lavage.

» Pour la laque enfumée de M. Chwolson, la perte a été 0,0230.

» Le noir de platine, recouvert de six légères couches de noir successivement lavées, a donné des pertes diminuant de 0,057 à 0,020.

» De ce qui précède, on peut conclure :

» 1° Qu'une couche de noir, appliquée par la méthode ordinaire, peut donner des pertes d'absorption atteignant 0,1;

» 2° Que des couches légères, lavées successivement à l'alcool, donnent un enduit assez résistant et une absorption de plus en plus complète; la perte d'absorption ne peut s'abaisser au-dessous de 0,02; si les couches ne sont pas lavées, l'absorption est moins complète lorsque le nombre de couches augmente; si, au contraire, elles sont lavées, on ne gagne plus au delà de dix couches, le lavage à l'alcool entraînant le noir, qui reste en suspension dans le liquide;

» 3° Le noir de platine, enfumé et lavé à l'alcool, permet d'arriver à la même limite avec un nombre moindre de couches; quand les poussières atmosphériques, en adhérant au noir, ont diminué son pouvoir absorbant, il suffit de frotter légèrement la couche avec une peau de daim, et de la recouvrir ensuite de quelques couches légères de noir lavées successivement à l'alcool, pour retrouver le même pouvoir absorbant maximum.

» Le noir, appliqué sur une épaisseur de dix couches lavées, donne la

même absorption maxima, mais la couche est moins solide, et, en cas d'altération, il faut la renouveler complètement.

» Il est difficile d'évaluer la masse de cette couche, en raison de l'hygroscopicité bien connue du noir de fumée; nous citerons seulement le résultat suivant : préparée à dix couches lavées et séchées successivement, elle contient 0^{mgr}, 291 de noir par centimètre carré. »

RAPPORTS.

Rapport sur un Mémoire de M. Gonnessiat, intitulé : « Recherches sur la loi des variations de latitude ».

(Renvoi à la Section d'Astronomie; M. Radau, rapporteur.)

« La question de la variabilité des latitudes a tenu une certaine place dans les préoccupations des astronomes depuis la publication des recherches de Peters, qui remontent à 1844, et qui reposent sur des observations faites au cercle vertical de Poulkovo; elles furent plus tard reprises par M. Nyrèn; mais c'est surtout depuis dix ans que, grâce à l'intervention de l'Association géodésique internationale, les études relatives à cette question se sont multipliées. On a vu des observatoires se concerter pour entreprendre des séries de déterminations simultanées de la latitude par la méthode de Talcott. Divers astronomes se sont attachés à discuter, de ce point de vue nouveau, les matériaux d'observation, de date plus ou moins ancienne, entassés par leurs devanciers. On n'a point négligé, non plus, d'examiner les conditions théoriques du problème. Mais il faut avouer que l'on commence à peine à en entrevoir la solution, et que les astronomes sont loin de s'accorder sur l'interprétation des résultats que fournissent les mesures. Il reste évidemment beaucoup à faire.

» Dans ces conditions, nous devons savoir gré à M. Gonnessiat des efforts qu'il a faits pour élucider cette difficile question. Dans un Mémoire qui a été présenté, l'année dernière, au jugement de l'Académie, il a, d'une part, soumis à une discussion approfondie les mesures de distances zénithales, faites pendant douze ans au cercle méridien de l'observatoire de Lyon, sous la direction de M. Ch. André, et dont la précision ne laisse rien à désirer : ces observations l'ont conduit à des résultats curieux et inattendus. Il a, d'autre part, vérifié ses formules empiriques en les appliquant à l'ensemble des données qui peuvent être empruntées aux obser-

vations étrangères. Des Tableaux graphiques montrent l'accord très satisfaisant du calcul avec l'observation.

» Les mesures effectuées à Lyon, de mars 1885 à novembre 1896, ont porté sur les étoiles fondamentales situées aux abords du pôle; elles ont servi à déterminer, en même temps que la latitude, un système de déclinaisons absolues. Il faut dire toutefois que, jusqu'au commencement de l'année 1893, il s'agit seulement de mesures qui font partie des matériaux recueillis dans le service courant, sans attention spéciale; ce n'est qu'à partir de 1893 qu'ayant constaté l'utilité de ces observations on résolut de prendre pour objet presque exclusif la détermination de la latitude. On a, dès lors, pendant quatre ans, multiplié les pointés à chaque passage, changé fréquemment l'origine de la graduation, et associé chaque fois à la visée directe la visée par réflexion.

» La discussion de ces matériaux, d'où les erreurs systématiques ont été éliminées avec soin, semble prouver que le cercle méridien, en même temps qu'il fournit les positions absolues, si nécessaires aux besoins de l'Astronomie de précision, peut déceler les variations de latitude avec, peut-être, autant de sûreté que la méthode différentielle de Talcott. Si le cercle méridien comporte, en effet, des sources d'erreur plus nombreuses (erreurs de graduation, flexion, réfraction, etc.), il ne faut pas oublier que l'emploi de la lunette zénithale a aussi ses inconvénients, parmi lesquels les plus graves sont le choix trop limité des étoiles et la nécessité du rattachement des groupes, qui entraîne tant de divergences inexplicables. On peut encore dire que les observateurs au cercle méridien qui se livrent à des déterminations fondamentales se résoudreont difficilement à emprunter les variations de latitude, dont ils ont besoin pour leurs réductions, aux mesures faites par la méthode de Talcott, et préféreront les déduire de leurs propres mesures. Il est donc à prévoir que l'exemple donné par l'observatoire de Lyon sera suivi.

» Les recherches de M. Gonnessiat, en ce qui concerne la latitude, avaient pour objet de vérifier et de compléter la loi établie par M. Chandler, d'après laquelle les variations de latitude sont composées de deux oscillations, dont l'une a une période de quatorze mois, l'autre une période annuelle : la phase de ces oscillations dépend de la longitude du lieu d'observation; elles impliquent une révolution du pôle terrestre, s'accomplissant de l'ouest à l'est. Les calculs de l'auteur confirment la réalité de ces deux termes, auxquels il assigne des coefficients à peu près égaux ($0''$, 14 et $0''$, 155); mais il ajoute à la formule de Chandler deux termes nouveaux

à périodes plus longues : le premier aurait une période de $1^{\text{a}}, 8$, avec un coefficient de $0'', 04$; le second une période de $9^{\text{a}}, 3$, avec un coefficient de $0'', 10$, et cette dernière oscillation, au contraire des autres, se propagerait de l'est à l'ouest.

» L'auteur fait remarquer que cette période est celle d'une demi-révolution des nœuds de l'orbite lunaire, et que l'argument du terme dont la période est de $1^{\text{a}}, 8$ vérifie une relation de commensurabilité avec les deux arguments de Chandler. Ce sont là des coïncidences curieuses qui méritaient d'être signalées, bien que la théorie n'indique pas l'existence de termes de cette nature; il se peut d'ailleurs que la discussion de matériaux plus complets et plus homogènes conduise plus tard à modifier les nombres en question, car la petitesse des coefficients, qui sont ici de l'ordre des erreurs d'observation, rend nécessairement la détermination des périodes très précaire. Quoi qu'il en soit, l'inspection des Tableaux graphiques, qui montrent la courbe calculée des variations de latitude au-dessous de la chaîne des écarts observés tant à Lyon que dans un grand nombre de stations étrangères, fait ressortir l'accord réalisé par la formule de M. Gonnessiat. Il y a là, assurément, une tentative de représentation empirique des écarts qui est digne d'attention.

» Si nous ajoutons que ce travail renferme la détermination d'une série de déclinaisons absolues d'une haute précision, puis encore l'évaluation de deux parallaxes stellaires et une nouvelle détermination de la constante de l'aberration, on comprendra que le Mémoire qui a été soumis à l'Académie contient des résultats importants, et nous pensons qu'il y a lieu d'en demander l'insertion au *Recueil des Savants étrangers*. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE. — *Sur l' « Histoire celeste du xvii^e siècle » de Pingré.* Note de M. G. BIGOURDAN, présentée par M. Bertrand.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

« En 1756, Pingré annonça le projet de réunir et de discuter les observations astronomiques faites de 1601 à 1700 (1).

(1) *Projet d'une Histoire d'Astronomie du xvii^e siècle*, 1756 (8 p. in-4°); suivi

» Un pareil recueil lui paraît, dit-il, « d'une extrême importance ». Obligé de se borner, il a choisi le xvii^e siècle comme l'époque « la plus intéressante pour l'Astronomie », et comme celle dans laquelle il croit pouvoir réussir le mieux. Déjà il connaît les Ouvrages imprimés à consulter, et il doit avoir communication des riches manuscrits des Cassini, de Delisle, etc.

» Mûri pendant trente ans, ce projet fut exécuté de 1786 à 1790. A cette dernière époque le manuscrit, présenté à l'Académie, fut l'objet d'un Rapport très favorable de Le Monnier et de Lalande (9 février 1791) : à la suite de ce Rapport, l'Assemblée Nationale accorda 3000 livres pour la publication de l'Ouvrage (24 février 1791). L'impression avança assez lentement ; puis la mort de Pingré (1^{er} mai 1796) la fit suspendre, alors qu'elle n'était avancée qu'aux deux tiers de l'Ouvrage entier.

» A partir de cette époque, on perd de vue non seulement le manuscrit, mais aussi les feuilles déjà tirées et qui paraissent avoir été détruites. Aussi craignait-on que tout fût définitivement perdu, quand diverses circonstances ont fait retrouver d'abord un exemplaire complet des feuilles tirées (l'exemplaire même de Jérôme Lalande), puis la partie restée manuscrite.

» L'Ouvrage a pour titre : *Annales célestes du xvii^e siècle*. Voici ce qu'il donne, année par année, suivant l'ordre chronologique :

» *Soleil*. — Observations d'éclipses. — Autres observations : passages méridiens, hauteurs méridiennes, diamètres, taches. — Déterminations d'équinoxes.

» *Lune*. — Observations d'éclipses. — Autres observations : passages méridiens, hauteurs méridiennes, distances à des planètes ou à des étoiles, occultations, mesures de diamètres.

» *Planètes*. — Observations de conjonctions, d'oppositions ; passages méridiens, hauteurs méridiennes, distances aux étoiles ou à d'autres planètes, passages sur le Soleil.

» *Étoiles*. — Observations de l'éclat des étoiles nouvelles, des étoiles variables.

» *Satellites*. — Observations d'éclipses des satellites de Jupiter (à partir de 1653).

» *Comètes*. — Pingré se borne généralement à renvoyer à sa *Cométographie*.

» *Faits (relatifs à l'Astronomie)*. — Mention rapide des découvertes importantes de l'année, des publications d'Ouvrages ayant exercé une grande influence. Mort d'astronomes célèbres, avec de courtes Notices sur leurs travaux.

» La partie qui n'a jamais été imprimée forme un manuscrit d'environ

d'un Rapport approuvé de Cassini de Thury et de Le Monnier, Commissaires nommés par l'Académie des Sciences pour l'examen de ce projet.

200 pages, appartenant à l'Observatoire de Paris. Quant à l'exemplaire de la partie imprimée (364 pages in-4°), il est entre les mains d'un savant bibliophile, M. V. Advielle, qui se propose de le joindre aux nombreux manuscrits donnés par lui à la bibliothèque de la ville d'Arras.

» L'Ouvrage étant aujourd'hui reconstitué en entier, à l'état d'exemplaire unique, on doit se demander s'il n'y aurait pas lieu de l'imprimer. Voici quelques raisons qui paraissent de nature à montrer l'utilité de cette publication :

» 1° L'autorité de l'auteur dans ce genre de travaux. Non seulement il a réuni les observations, mais il les a souvent calculées; cela est aujourd'hui d'autant plus important que nous ne sommes pas familiarisés avec les méthodes d'observation du xvii^e siècle.

» 2° L'avantage de trouver classées, suivant l'ordre chronologique, des observations empruntées, les unes à de nombreux manuscrits dans lesquels on a beaucoup de peine à se reconnaître, les autres à un grand nombre d'Ouvrages, brochures, journaux, simples feuilles volantes même, qu'il serait impossible de rassembler maintenant. Pingré apporte d'ailleurs des corrections aux sources qu'il a consultées.

» 3° L'Ouvrage de Pingré contient les observations généralement inédites de Bouillau, de Seidreau (dont l'original est peut-être perdu), de Chazelles, etc. Jusqu'à 1700 il complète, pour les observations de La Hire, l'*Histoire céleste* publiée par Le Monnier; pour Cassini I, il compléterait les *Mémoires de l'Académie*, etc.

» 4° Les éclipses de Soleil et les occultations d'étoiles observées au xvii^e siècle sont encore de la plus haute importance pour l'étude du mouvement de la Lune, comme le montrent les travaux de M. Newcomb (1). Aussi ce savant s'est-il livré, pour réunir ces observations, à de longues recherches que l'Ouvrage de Pingré aurait bien facilitées. Pour la période considérée, ces observations sont d'ailleurs plus nombreuses dans Pingré que dans le Mémoire cité de M. Newcomb. »

(1) *Researches on the Motion of the Moon*; Washington Observations, 1875, App. II.

CORRESPONDANCE.

M. le **PRÉSIDENT** présente à l'Académie une Note imprimée du *P. Krüger* (*Nieuw Archief voor Wiskunde, Tweede Reeks, Derde Deel*) « Sur l'ellipsoïde de Jacobi ».

« L'auteur a récemment repris l'étude de cette question dans sa thèse de docteur à l'Université de Leyde, en lui appliquant les méthodes les plus récentes de la théorie des fonctions elliptiques. Il confirme et développe d'une façon remarquable les résultats obtenus, dès 1849, par feu Ed. Roche, Correspondant de l'Institut, professeur à la Faculté de Montpellier (*Mémoires de l'Académie des Sciences et Lettres de cette ville*), et, dans la bibliographie très complète qu'il donne de ce problème, il fait ressortir une fois de plus combien il est regrettable de voir, faute d'une publicité suffisante, plusieurs savants consumer d'inutiles efforts pour aboutir plus ou moins exactement à des conclusions déjà acquises. C'est ainsi que la distance minimum $2,44 R \sqrt[3]{\frac{\delta}{\rho}}$ d'un satellite de densité ρ à sa planète de densité δ et de rayon R , obtenue par Ed. Roche il y a près de cinquante ans, a été donnée comme nouvelle par M. Schwarzschild, dans la thèse (Munich, 1896) où il applique aux figures ellipsoïdales d'équilibre les méthodes indiquées par M. Poincaré pour généraliser le problème. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination du groupe de rationalité des équations différentielles linéaires du quatrième ordre.* Note de M. F.

MAROTTE, présentée par M. Émile Picard.

« On sait que M. Picard a défini, pour toute équation différentielle linéaire homogène, un groupe de transformations linéaires homogènes, qui jouit de propriétés analogues à celles du groupe de Galois d'une équation algébrique. Dans sa thèse, M. Vessiot a montré que ce groupe, que nous nommerons *groupe de rationalité* de l'équation linéaire, joue un rôle essentiel dans le problème d'intégration.

» La détermination effective du groupe de rationalité constitue donc un progrès important dans l'étude d'une équation linéaire. Je me propose d'in-

diquer un procédé très simple pour faire cette détermination dans le cas des équations du deuxième, du troisième et du quatrième ordre; j'exposerai seulement ici les résultats concernant les équations du quatrième ordre, ce qui donnera en même temps une énumération complète des cas de réduction que présentent ces équations.

» La méthode employée est d'ailleurs susceptible de s'étendre aux équations d'ordre supérieur.

» 1. Il existe un très grand nombre de groupes linéaires homogènes à quatre variables, mais nous allons les ranger dans un petit nombre de catégories que nous caractériserons simplement.

» Soit un groupe continu g dont les équations sont

$$Y_i = a_i y_1 + b_i y_2 + c_i y_3 + d_i y_4 \quad (i = 1, 2, 3, 4),$$

et supposons que y_1, y_2, y_3, y_4 soient les coordonnées homogènes d'un point de l'espace à trois dimensions. Les substitutions du groupe g effectuent sur les points de l'espace des transformations projectives formant un groupe continu γ .

» M. Lie a montré que les hypothèses suivantes sont seules à envisager : A, γ est le groupe projectif général de l'espace à trois dimensions; sinon il laisse invariable l'une au moins des figures suivantes : B, un plan; C, une droite; D, un point; E, une surface du second degré non dégénérée; F, un complexe linéaire; G, une cubique gauche.

» Nous partagerons les groupes continus linéaires homogènes à quatre variables en sept catégories A, B, C, D, E, F, G, suivant la figure géométrique que le groupe projectif correspondant γ laisse invariable. Un même groupe peut d'ailleurs appartenir à plusieurs catégories différentes.

» Nous allons caractériser les groupes de chaque catégorie par un invariant différentiel spécial.

» A. Les seuls groupes continus de cette catégorie sont les groupes linéaires homogènes général et spécial. Ils sont caractérisés par ce fait qu'ils n'admettent aucun des invariants différentiels appartenant aux catégories suivantes.

» Pour les autres catégories, les invariants caractéristiques sont respectivement les dérivées logarithmiques des fonctions suivantes :

| | |
|----|----------------------------|
| B. | $u = y_1,$ |
| C. | $v = y_1 y_2' - y_2 y_1',$ |

$$D. \quad \omega = \begin{vmatrix} y_1 & y_2 & y_3 \\ y'_1 & y'_2 & y'_3 \\ y''_1 & y''_2 & y''_3 \end{vmatrix},$$

$$E. \quad \theta = y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 + y_4^2,$$

$$F. \quad \omega = y_1 y'_1 - y_2 y'_2 + 3(y_3 y'_2 - y_2 y'_3),$$

$$G. \quad \omega \quad \text{et} \quad \sigma = (y_1 y_3 - y_2 y_3)^2 - 4(y_2^2 - y_1 y_3)(y_3^2 - y_2 y_4).$$

» 2. Le groupe de rationalité d'une équation linéaire du quatrième ordre ou tout au moins son plus grand sous-groupe continu appartient à l'une des sept catégories que nous venons d'énumérer. *Les équations du quatrième ordre se partagent donc en sept catégories suivant la nature de leur groupe de rationalité.*

» Pour décider à quelle catégorie appartient une équation linéaire donnée, il faut rechercher si les invariants donnés plus haut sont rationnels ou algébriques quand on remplace y_1, y_2, y_3, y_4 par un système fondamental d'intégrales de l'équation donnée.

» Mais les quantités $u, v, \omega, \theta, \omega, \sigma$ vérifient des équations linéaires à coefficients rationnels qu'il est aisé de former et l'on sait reconnaître si ces équations ont des intégrales dont la dérivée logarithmique est rationnelle ou algébrique (voir PAINLEVÉ, *Comptes rendus*, 1887-1888).

» On peut donc toujours, par un nombre fini d'opérations, reconnaître à quelle catégorie appartient une équation linéaire donnée. Le problème de la détermination du groupe de rationalité est donc circonscrit et l'on en poursuivra la résolution par des procédés analogues.

» Faisons encore remarquer que les catégories que nous avons obtenues embrassent tous les cas de réduction des équations linéaires du quatrième ordre.

» 3. J'ai montré (*Comptes rendus*, novembre 1896) qu'à tout point singulier d'une équation linéaire était attaché un groupe de transformations linéaires dont les invariants sont méromorphes au voisinage du point singulier.

» Les groupes de méromorphie des équations du quatrième ordre appartiennent à l'une des catégories établies plus haut; il y a donc sept catégories de points singuliers.

» Pour décider à quelle catégorie appartient une singularité, il faut rechercher si les invariants caractéristiques que nous avons donnés sont méromorphes ou algébriques dans le domaine de la singularité. Nous avons

donc à reconnaître si les équations linéaires que vérifient les facteurs $u, v, w, \theta, \omega, \sigma$ ont des intégrales dont la dérivée logarithmique est méromorphe on algébrique autour d'un point singulier.

» Les méthodes de M. H. von Koch (*Acta mathematica*, t. XVIII) permettent de résoudre ce problème. On est ainsi conduit aux résultats suivants :

» On peut former, par des opérations arithmétiques, des fonctions transcendentes entières des coefficients de l'équation donnée, qui, égalées à zéro, expriment les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'un point singulier soit d'une catégorie déterminée.

» On peut aussi trouver des relations algébriques entre les coefficients de l'équation différentielle, qui, égalées à zéro, donnent des conditions suffisantes, mais non nécessaires, pour qu'un point singulier soit d'une catégorie déterminée.

» On peut enfin trouver des fonctions algébriques des coefficients de l'équation différentielle qui permettent d'affirmer qu'un point singulier n'est pas d'une catégorie déterminée, dans le cas où leur valeur est supérieure à un nombre donné ε . »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les congruences conjuguées aux réseaux C.* Note de M. C. GUICHARD, présentée par M. Darboux.

« Soit M un point qui décrit un réseau C, K une congruence conjuguée au réseau C, μ un point de K qui décrit un réseau. Les plans tangents en M et en μ se coupent suivant une droite RS qui décrit une congruence harmonique aux réseaux M et μ . La congruence RS, étant harmonique à un réseau C, sera O, 2O ou 3O ; par conséquent le réseau μ sera C, 2C ou 3C, donc :

» Les réseaux conjugués à une congruence K sont C, 2C ou 3C.

» Il reste à montrer comment se répartissent ces divers réseaux. Pour cela, considérons un déterminant orthogonal à cinq lignes. (Voir mon Mémoire qui doit paraître très prochainement dans les *Annales de l'École normale*.)

$$\Delta = \begin{vmatrix} x_1 & x_2 & \dots & x_5 \\ y_1 & y_2 & \dots & y_5 \\ z_1 & z_2 & \dots & z_5 \\ \xi_1 & \xi_2 & \dots & \xi_5 \\ \eta_1 & \eta_2 & \dots & \eta_5 \end{vmatrix},$$

où les éléments satisfont aux relations

$$(1) \left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial x_i}{\partial u} = a\zeta_i, \quad \frac{\partial y_i}{\partial u} = e\zeta_i, \quad \frac{\partial z_i}{\partial u} = g\zeta_i \\ \frac{\partial x_i}{\partial v} = b\tau_i, \quad \frac{\partial y_i}{\partial v} = f\tau_i, \quad \frac{\partial z_i}{\partial v} = k\tau_i \\ \frac{\partial \zeta_i}{\partial u} = -ax_i - ey_i - gz_i - m\zeta_i, \quad \frac{\partial \zeta_i}{\partial v} = n\tau_i \\ \frac{\partial \tau_i}{\partial u} = m\zeta_i, \quad \frac{\partial \tau_i}{\partial v} = -bx_i - fy_i - kz_i - n\zeta_i \end{array} \right\} \quad i = 1, 2, \dots, 5,$$

avec les conditions de compatibilité

$$(2) \left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial a}{\partial v} = bm, \quad \frac{\partial e}{\partial v} = fm, \quad \frac{\partial g}{\partial v} = km, \\ \frac{\partial b}{\partial u} = an, \quad \frac{\partial f}{\partial u} = en, \quad \frac{\partial k}{\partial u} = gn, \\ \frac{\partial m}{\partial v} + \frac{\partial n}{\partial u} + ab + ef + gk = 0. \end{array} \right.$$

» Déterminons ensuite un point M(X_1, \dots, X_5) de l'espace à cinq dimensions qui décrit un réseau O correspondant au déterminant Δ . On aura

$$(3) \quad \frac{\partial X_i}{\partial u} = h\zeta_i, \quad \frac{\partial X_i}{\partial v} = l\tau_i \quad (i = 1, 2, \dots, 5),$$

avec les conditions

$$(4) \quad \frac{\partial h}{\partial v} = lm, \quad \frac{\partial l}{\partial u} = hn.$$

» Si nous prenons, dans l'espace à cinq dimensions, un point

$$N'(Y_1, \dots, Y_5)$$

dont les coordonnées sont

$$(5) \quad Y_i = X_i + x_i Z_1 + y_i Z_2 + z_i Z_3,$$

on aura, en différentiant,

$$\begin{aligned} \frac{\partial Y_i}{\partial u} &= x_i \frac{\partial Z_1}{\partial u} + y_i \frac{\partial Z_2}{\partial u} + z_i \frac{\partial Z_3}{\partial u} + \zeta_i (h + aZ_1 + eZ_2 + gZ_3), \\ \frac{\partial Y_i}{\partial v} &= x_i \frac{\partial Z_1}{\partial v} + y_i \frac{\partial Z_2}{\partial v} + z_i \frac{\partial Z_3}{\partial v} + \tau_i (l + bZ_1 + fZ_2 + kZ_3). \end{aligned}$$

Si, donc, on établit entre Z_1, Z_2, Z_3 les relations

$$(6) \quad \left\{ \begin{array}{l} h + aZ_1 + eZ_2 + gZ_3 = 0, \\ l + bZ_1 + fZ_2 + kZ_3 = 0, \end{array} \right.$$

on aura

$$(7) \quad \begin{cases} \frac{\partial Y_i}{\partial u} = x_i \frac{\partial Z_1}{\partial u} + y_i \frac{\partial Z_2}{\partial u} + z_i \frac{\partial Z_3}{\partial u}, \\ \frac{\partial Y_i}{\partial v} = x_i \frac{\partial Z_1}{\partial v} + y_i \frac{\partial Z_2}{\partial v} + z_i \frac{\partial Z_3}{\partial v}. \end{cases}$$

et, par suite,

$$(8) \quad dY_1^2 + dY_2^2 + dY_3^2 + dY_4^2 + dY_5^2 = dZ_1^2 + dZ_2^2 + dZ_3^2.$$

» Appelons N le point de l'espace à trois dimensions qui a pour coordonnées Z_1, Z_2, Z_3 . Si u et v sont fixes, le point N décrit une droite D dont les équations sont les équations (6). Cette droite D décrit donc une congruence (D) dont les deux plans focaux sont représentés par les équations (6) à cause des conditions (8) et (4). Au point N on fait correspondre dans l'espace à cinq dimensions le point N', à la droite D une droite D', à la congruence (D) une congruence (D'). Les points correspondants N et N' décrivent des surfaces applicables. D'ailleurs, de toutes les formules qui précèdent on déduit

$$(9) \quad \frac{\partial^2 Y_i}{\partial u \partial v} = x_i \frac{\partial^2 Z_1}{\partial u \partial v} + y_i \frac{\partial^2 Z_2}{\partial u \partial v} + z_i \frac{\partial^2 Z_3}{\partial u \partial v}.$$

Donc les réseaux conjugués se correspondent sur les congruences (D) et (D'). Ces congruences (D) et (D') seront appelées des *congruences applicables*. Coupons la congruence D' par le plan

$$Y_4 + \sqrt{-1} Y_5 = \text{const.}$$

» Le point d'intersection N' décrira un réseau; on aura ici

$$dY_1^2 + dY_2^2 + dY_3^2 = dZ_1^2 + dZ_2^2 + dZ_3^2.$$

Donc le point correspondant N décrit un réseau C. La congruence (D) est donc une congruence K. Je démontrerai, dans la deuxième partie de mon Mémoire, qu'inversement toute congruence K est applicable sur une congruence K' de l'espace à cinq dimensions. Ce qui précède met immédiatement en évidence les résultats suivants :

» Les réseaux C d'une congruence K correspondent aux points d'intersection de K' avec les plans

$$p_1 Y_1 + p_2 Y_2 + \dots + p_5 Y_5 = \text{const.}, \quad p_1^2 + p_2^2 + \dots + p_5^2 = 0.$$

» Les réseaux 2 C correspondent aux points d'intersection de K' avec

le plan

$$p_1 Y_1 + \dots + p_5 Y_5 = \text{const.}, \quad p_1^2 + p_2^2 + \dots + p_5^2 \geq 0.$$

» *Les autres réseaux sont des réseaux 3C en général.*

» Dans une prochaine Note, je chercherai dans quel cas une congruence K est en même temps une congruence O; en outre, j'étudierai les congruences K qui sont de plusieurs manières applicables sur des congruences K'. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les invariants des équations linéaires aux dérivées partielles à deux variables indépendantes.* Note de M. **J. LE ROUX**, présentée par M. Darboux.

« De même que les équations du second ordre, les équations d'ordre supérieur admettent, dans certains cas, des intégrales particulières, s'exprimant à l'aide d'une fonction arbitraire d'une variable caractéristique, et des dérivées de cette fonction en nombre limité.

» Ces intégrales peuvent être déterminées par une suite de transformations analogues à celle de Laplace. Mais, tandis que, pour les équations du second ordre, la transformée est également du second ordre, dans les équations d'ordre supérieur l'ordre augmente en général à chaque transformation.

» Par exemple, si l'on part d'une équation d'ordre n pour laquelle la variable x est caractéristique simple, on en déduira une équation d'ordre $n + n - 2$ admettant x comme variable caractéristique d'ordre $n - 1$. Parmi les multiples transformations auxquelles on pourrait assujettir celle-ci, il y en a une qui est plus particulièrement liée à l'équation primitive et qui conduit à une seconde transformée d'ordre $n + 2(n - 2)$, admettant x comme caractéristique multiple d'ordre $1 + 2(n - 2)$.

» En général, l'ordre de l'équation transformée et l'ordre de multiplicité de la caractéristique x augmentent de $n - 2$ à chaque opération; mais, dans certains cas particuliers, l'augmentation peut être moindre; il peut même arriver que l'équation proposée et les transformées soient indéfiniment du même ordre. Les principales propriétés de l'équation relativement à la transformation considérée se reflètent dans une suite d'invariants analogues à ceux qui ont été introduits par M. Darboux pour le second ordre.

» Considérons une équation d'ordre n admettant x comme variable caractéristique simple

$$(1) \quad D(z) = \sum \frac{n!}{i!k!(n-i-k)!} A_{ik} \frac{\partial^{i+k} z}{\partial x^i \partial y^k} = 0.$$

On a $A_{n,0} = 0$ et $A_{n-1,1} \neq 0$. Nous supposons ce dernier coefficient égal à l'unité.

» Le multiplicateur différentiel de $\frac{\partial^{n-1} z}{\partial x^{n-1}}$ est égal à

$$n \left(\frac{\partial}{\partial y} + A_{n-1,0} \right).$$

Nous sommes conduits à généraliser la transformation de Laplace en posant

$$(2) \quad \frac{\partial z}{\partial y} + A_{n-1,0} z = z_1.$$

» Effectuons d'abord la transformation suivante :

$$(3) \quad z e^{\int A_{n-1,0} dy} = u.$$

Nous obtiendrons une nouvelle équation pour laquelle la transformation de Laplace sera définie par

$$\frac{\partial u}{\partial y} = u_1 = z_1 e^{\int A_{n-1,0} dy}.$$

» Dans l'équation en u , les termes qui contiennent un symbole de dérivation par rapport à y s'expriment immédiatement à l'aide de u_1 et de ses dérivées. Il ne restera d'irréductible que les termes qui contiennent u , ou ses dérivées par rapport à x . En les faisant passer dans le second membre, nous pourrons donc écrire l'équation sous la forme

$$(4) \quad \Delta(u_1) = \lambda_0 \frac{\partial^{n-2} u}{\partial x^{n-2}} + \frac{n-2}{1} \lambda_1 \frac{\partial^{n-3} u}{\partial x^{n-3}} + \dots + \lambda_{n-2} u,$$

$\Delta(u_1)$ étant une expression différentielle contenant les dérivées de u_1 jusqu'à l'ordre $n-1$ et dans laquelle le coefficient de $\frac{\partial^{n-1} u_1}{\partial x^{n-1}}$ est égal à n . Je suppose $\lambda_0 \neq 0$ laissant de côté les cas où la chaîne des λ serait raccourcie

ou *rompue*. Formons les expressions

$$(5) \quad \begin{aligned} h_0 &= \lambda_0, \\ h_p &= \begin{vmatrix} \lambda_0 & \lambda_1 & \dots & \lambda_p \\ \frac{\partial \lambda_0}{\partial y} & \frac{\partial \lambda_1}{\partial y} & \dots & \frac{\partial \lambda_p}{\partial y} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\partial^p \lambda_0}{\partial y^p} & \frac{\partial^p \lambda_1}{\partial y^p} & \dots & \frac{\partial^p \lambda_p}{\partial y^p} \end{vmatrix} \end{aligned} \quad (p = 0, 1, 2, \dots, n - 2).$$

» Elles jouissent de la propriété suivante :

» Quand on effectue un changement de fonction et de variables indépendantes

$$z = k z', \quad x = \varphi(x'), \quad y = \psi(x', y'),$$

qui conserve à la fois la forme linéaire de l'équation et les caractéristiques $x = \text{const.}$, le déterminant h_p se reproduit multiplié par la puissance $\frac{(p+1)(p+2)}{2}$ ième du déterminant fonctionnel $\frac{\partial x}{\partial x'} \cdot \frac{\partial y}{\partial y'}$.

» L'équation en u_1 sera, en général, comme nous l'avons déjà dit, d'ordre $n + (n - 2)$. On la transformera, en posant

$$u_2 = \lambda_0 \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{u_1}{\lambda_0} \right),$$

et l'on trouvera une nouvelle suite de $n - 1$ invariants. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un problème de Riemann*. Note de
M. LUDWIG SCHLESINGER, présentée par M. Poincaré.

« Dans son Mémoire posthume *Zwei allgemeine Sätze über lineäre Differentialgleichungen*, Riemann pose un problème que l'on peut énoncer de la manière suivante :

» Étant donnés, dans le plan de la variable x , les $\sigma + 1$ points $a_1, \dots, a_\sigma, a_{\sigma+1}$, traçons des coupures l_1, \dots, l_σ joignant les points a_1, \dots, a_σ au point $a_{\sigma+1}$; on demande n fonctions y_1, y_2, \dots, y_n de x , qui se comportent régulièrement pour toutes les valeurs de x , excepté les points a_k , qui subissent les substitutions linéaires données arbitrairement $A_1, A_2, \dots, A_\sigma$, quand x franchit les coupures $l_1, l_2, \dots, l_\sigma$ et qui, aux points a_k , ne deviennent pas infinis d'un ordre infiniment grand.

» Si je ne me trompe, on n'a pas encore remarqué que la résolution du problème mentionné (dont Riemann ne démontre même pas la possibilité) puisse être donnée à l'aide des mêmes principes qui ont permis à M. Poincaré d'intégrer chaque équation différentielle linéaire par les fonctions ζ fuchsienues, au moins dans le cas où toutes les racines des équations fondamentales relatives aux substitutions données A_1, \dots, A_σ et à la substitution $A_{\sigma+1} = A_1^{-1} \dots A_\sigma^{-1}$ ont pour module l'unité. C'est ce que nous allons démontrer.

» Si, pour l'une des substitutions A_k , les racines de l'équation fondamentale correspondante sont des racines de l'unité, et si, de plus, la forme canonique de A_k ne contient que des termes diagonaux, nous désignons par g_k le nombre entier le plus petit, pour lequel toutes ces racines satisfont à l'équation $\omega^{g_k} = 1$. Si, pour une substitution A_k , ces deux conditions ne sont pas satisfaites à la fois, le nombre correspondant g_k sera pris infini. Les A_k , pour lesquels le nombre g_k est fini, vont satisfaire à l'équation $A_k^{g_k} = 1$. Avec les points $a_1, a_2, \dots, a_{\sigma+1}$ et les nombres $g_1, g_2, \dots, g_{\sigma+1}$, on peut former une équation

$$(1) \quad \frac{d^2 u}{dx^2} = g(x)u$$

normale (voir POINCARÉ, *Acta Mathem.*, t. IV, p. 223) admettant les points a_k comme points singuliers, et les valeurs réciproques des g_k comme différences des racines des équations déterminantes correspondantes. Si le type déterminé par (1) est un type fuchsien, il résulte du théorème fondamental de M. Poincaré que ce type contient toujours une équation fuchsienne. Sans avoir recours au théorème de M. Poincaré dans toute sa généralité, par exemple en s'appuyant seulement au cas spécial de ce théorème que j'ai démontré, par une voie différente de celle de M. Poincaré, au Tome 105 du *Journal de Crelle*, on peut dire (voir le § 11 du Mémoire cité de M. Poincaré) qu'il est possible de trouver une équation fuchsienne

$$(2) \quad \frac{d^2 u}{dx^2} = \bar{g}(x)u,$$

appartenant à un type subordonné au type (1) et admettant comme points singuliers, outre les points donnés a_k , encore certains points non donnés. Soit t le groupe des substitutions homogènes et unimodulaires, qu'un système fondamental u_1, u_2 de (2) subit, si x décrit tous les chemins fermés possibles, il est évident que le groupe θ formé des substitutions $A_1, \dots, A_{\sigma+1}$

comme substitutions fondamentales sera isomorphe au groupe t . Si le groupe fuchsien projectif, correspondant au groupe t , appartient à la deuxième ou à la sixième famille, les substitutions de θ correspondant aux substitutions paraboliques de ce groupe fuchsien seront telles, que les racines de leurs équations fondamentales ont pour modules l'unité.

» Le même subsiste pour le groupe $\bar{\theta}$ unimodulaire et isomorphe à θ . Désignons donc par s_v les substitutions de t et par S_v les substitutions correspondantes du groupe $\bar{\theta}$, les séries

$$Z_k(u_1, u_2) = \sum_{v=0}^{\infty} S_v^{-1} \varphi_k(s_v u_1, s_v u_2) \quad (k = 1, 2, \dots, n),$$

les $\varphi_k(u_1, u_2)$ étant n fonctions rationnelles et homogènes du degré $(-2m)$ de u_1, u_2 , seront absolument convergentes (voir POINCARÉ, *Acta Mathem.*, t. V, p. 231, 257 et suiv.) à l'intérieur du cercle fondamental, pourvu que le nombre entier positif m soit suffisamment grand. Les fonctions Z_k de x ont, pour seuls points de ramification, les a_k , et elle subissent la substitution \bar{A}_k du groupe $\bar{\theta}$ correspondant à la substitution A_k de θ si x franchit la coupure l_k ; elles ont, de plus, encore des points singuliers b_1, \dots, b_p différents des a_k , mais ce ne sont que de simples pôles. En multipliant donc les Z_k par une expression de la forme

$$(x - a_1)^{\lambda_1} \dots (x - a_n)^{\lambda_n} (x - b_1)^{e_1} \dots (x - b_p)^{e_p},$$

on pourra passer à un système de fonctions y_1, \dots, y_n satisfaisant au problème de Riemann. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur certaines intégrales premières des équations de la Dynamique à deux variables; application à un cas particulier du problème des trois corps.* Note de MM. **J. PERCHOT** et **W. EBERT**, présentée par M. Poincaré.

« Nous considérons les deux équations

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = X(x, y), \quad \frac{d^2 y}{dt^2} = Y(x, y)$$

et nous supposons que X et Y sont des fonctions homogènes de degré -2 , en x et y . En posant

$$\varepsilon = \frac{y}{x},$$

nous avons

$$(1) \quad \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{1}{x^2} \varphi(\varepsilon), \quad \frac{d^2y}{dt^2} = \frac{1}{x^2} \psi(\varepsilon).$$

» Soit Φ une intégrale première ne contenant pas le temps et développable, dans un certain domaine, suivant les puissances décroissantes des vitesses $x' = \frac{dx}{dt}$ et $y' = \frac{dy}{dt}$. Désignons par $\Phi_0, \Phi_1, \Phi_2, \dots$ les différents groupes homogènes en x', y' qui composent Φ ; Φ_0 étant l'ensemble des termes de plus haut degré, p . On a

$$\text{const.} = \Phi = \Phi_0 + \Phi_1 + \Phi_2 + \dots = \sum \Phi_i,$$

d'où l'identité

$$(2) \quad 0 = \sum_i \left(\frac{d\Phi_i}{dx} x' + \frac{d\Phi_i}{dy} y' + \frac{d\Phi_i}{dx'} X + \frac{d\Phi_i}{dy'} Y \right).$$

» Les termes de Φ qui sont de degré m en x', y' introduisent dans cette identité des termes de degrés $m-1$ et $m+1$ par rapport à ces mêmes quantités; les premiers proviennent des dérivées par rapport aux vitesses, et les seconds des dérivées par rapport aux coordonnées. Il en résulte que Φ_i est du degré $p-2$ en x', y' et, en général, que Φ_i est du degré $p-2i$.

» La transformation

$$\begin{aligned} x &= \lambda x_1, & y &= \lambda y_1, & t &= \lambda^{\frac{3}{2}} t_1, \\ x' &= \frac{x'_1}{\sqrt{\lambda}}, & y' &= \frac{y'_1}{\sqrt{\lambda}} \end{aligned}$$

ne modifie pas les équations (1); elle introduit donc dans tous les termes de l'intégrale Φ , supposée indécomposable, une même puissance de λ .

» Les Φ_i sont homogènes par rapport aux vitesses et leurs degrés décroissent de deux unités; ils doivent donc être encore homogènes par rapport aux coordonnées et leurs degrés, en x, y , doivent décroître d'une unité.

» En désignant par p et q les degrés de Φ_0 par rapport aux vitesses et aux coordonnées, par \mathfrak{S} le rapport $\frac{y'}{x'}$, nous avons

$$\begin{aligned} \Phi_0 &= x'^p x^q F_0(\varepsilon, \mathfrak{S}), \\ \Phi_i &= x'^{p-2i} x^{q-i} F_i(\varepsilon, \mathfrak{S}); \end{aligned}$$

les F_i représentent des fonctions quelconques de ε et \mathfrak{S} .

» Nous posons

$$F_i(\varepsilon, \mathfrak{Z}) = (\mathfrak{Z} - \varepsilon)^{q-i} G_i(\varepsilon, \mathfrak{Z}).$$

L'intégrale Φ devient ainsi

$$\text{const.} = x'^p x'^q (\mathfrak{Z} - \varepsilon)^q G_0(\varepsilon, \mathfrak{Z}) + x'^{p-2} x'^{q-1} (\mathfrak{Z} - \varepsilon)^{q-1} G_1(\varepsilon, \mathfrak{Z}) + \dots$$

» Les termes de degré $p + 1$ en x', y' , dans l'identité (2), proviennent uniquement des dérivées de Φ_0 par rapport aux coordonnées; il en résulte que

$$\frac{dG_0}{d\varepsilon} = 0.$$

G_0 ne contenant que \mathfrak{Z} , l'ensemble des termes du plus haut degré, par rapport aux vitesses, dans l'intégrale considérée, est de la forme

$$x'^{p-q} (xy' - yx')^q G\left(\frac{y'}{x'}\right).$$

» En égalant à zéro les termes de l'identité (2), qui sont du degré $p - 1$ en x', y' , on trouve

$$0 = p G_0(\mathfrak{Z}) \varphi(\varepsilon) + [\psi(\varepsilon) - \mathfrak{Z} \varphi(\varepsilon)] \left[\frac{dG_0(\mathfrak{Z})}{d\mathfrak{Z}} + \frac{q G_0}{\mathfrak{Z} - \varepsilon} \right] + \frac{dG_1}{d\varepsilon}.$$

Cette équation permet de déduire G_1 de G_0 par une quadrature.

» On a, de même, entre G_i et G_{i+1} , la relation

$$0 = (p - 2i) \varphi(\varepsilon) \cdot G_i(\mathfrak{Z}, \varepsilon) + [\psi(\varepsilon) - \mathfrak{Z} \varphi(\varepsilon)] \left[\frac{dG_i(\mathfrak{Z}, \varepsilon)}{d\mathfrak{Z}} + \frac{(q-i) G_i(\mathfrak{Z}, \varepsilon)}{\mathfrak{Z} - \varepsilon} \right] + \frac{dG_{i+1}(\mathfrak{Z}, \varepsilon)}{d\varepsilon}.$$

» Connaissant le premier terme d'une intégrale de la forme considérée, on peut donc, par des quadratures successives, déterminer tous les autres. En supposant que Φ_0 soit un polynome en x', y' , on serait déjà conduit, en général, pour Φ_1 , à une expression transcendante.

» Le problème des trois corps, dans le cas où les points se déplacent sur une droite fixe, conduit à un système de deux équations de la forme considérée. Nous nous proposons de donner, pour ces équations, la forme de Φ_1 .

» Soient m_1, m_2, m_3 les masses des trois corps A, B, C.

» En posant

$$AB = x, \quad AC = y,$$

les équations du problème sont

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d^2 x}{dt^2} = -\frac{m_1 + m_2}{x^2} - \frac{m_3}{y^2} + \frac{m_3}{(y-x)^2}, \\ \frac{d^2 y}{dt^2} = -\frac{m_2}{x^2} - \frac{m_1 + m_3}{y^2} - \frac{m_2}{(y-x)^2}; \end{array} \right.$$

et, par suite, avec les mêmes notations que plus haut,

$$\varphi(\varepsilon) = -(m_1 + m_2) - \frac{m_3}{\varepsilon^2} + \frac{m_3}{(\varepsilon - 1)^2},$$

$$\psi(\varepsilon) = -m_2 - \frac{m_1 + m_3}{\varepsilon^2} - \frac{m_2}{(\varepsilon - 1)^2}.$$

» En désignant par $C_1(\zeta)$ une fonction indéterminée de ζ , on trouve, après avoir effectué les quadratures,

$$\begin{aligned} G_1(\zeta, \varepsilon) = & C_1(\zeta) + \left[\zeta \frac{dG_0(\zeta)}{d\zeta} - p G_0(\zeta) \right] \left[\frac{-m_3}{\varepsilon(\varepsilon - 1)} - (m_1 + m_2)\varepsilon \right] \\ & - \frac{dG_0(\zeta)}{d\zeta} \left[\frac{m_2\varepsilon + (m_1 + m_3)(\varepsilon - 1)}{(\varepsilon - 1)} - m_2\varepsilon \right] \\ & - q G_0(\zeta) \left\{ \frac{m_2 + m_3\zeta}{(\zeta - 1)(\varepsilon - 1)} + \frac{m_1 + m_3 - m_3\zeta}{\zeta\varepsilon} - \frac{m_2 + \zeta m_3}{(\zeta - 1)^2} \log\left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right) \right. \\ & \left. + [m_2 - \zeta(m_1 + m_2)] \log \varepsilon + \left[\frac{m_2 + \zeta m_3}{(\zeta - 1)^2} + \frac{m_1 + m_3 - \zeta m_3}{\zeta^2} \right. \right. \\ & \left. \left. + m_2 - \zeta(m_1 + m_2) \right] \log\left(1 - \frac{\zeta}{\varepsilon}\right) \right\}. \end{aligned}$$

» Il existe donc dans $G_1(\zeta, \varepsilon)$ et, par suite, dans Φ_1 des transcendentes, qui contiennent les coordonnées et les vitesses, et l'une d'elles n'est développable, dans aucun domaine, suivant les puissances de ces quantités. Si q était nul, ces transcendentes n'existeraient pas dans G_1 , mais elles seraient dans $G_2(\zeta, \varepsilon)$.

» On conçoit ainsi, dans un cas particulier du problème des trois corps, certaines causes de la non-existence des intégrales uniformes ou algébriques, par rapport aux vitesses ou aux coordonnées. »

OPTIQUE. — *Recherches de précision sur la dispersion infra-rouge du quartz.*
Note de M. E. CARVALLO, présentée par M. A. Cornu.

« La partie calorifique des spectres lumineux a fait l'objet de nombreux travaux, surtout en Allemagne, dans ces dernières années; mais les auteurs, préoccupés surtout d'obtenir des résultats, n'ont pas fait progresser les méthodes de recherche au point de vue de la précision. C'est Mouton qui a donné les premiers résultats précis (1) : il utilise comme repères les franges d'un spectre cannelé de Fizeau et Foucault, obtenu en interposant une lame de quartz entre un polariseur et un analyseur. La lame est

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 967, 1078, 1189; 1879.

taillée parallèlement à l'axe optique du cristal et sa section principale est à 45° de celles du polariseur et de l'analyseur, qui sont, ou parallèles, ou perpendiculaires entre elles.

» On fait trois déterminations expérimentales, savoir :

» 1° Épaisseur de la lame de quartz (e);

» 2° Indices ordinaire (n) et extraordinaire (n') de chaque repère, à l'aide d'un prisme de quartz (et d'un appareil thermoscopique dans la partie infra-rouge);

» 3° Une simple numération des franges fait connaître la différence de phase φ établie entre les deux rayons par la lame de quartz.

» Ces données permettent de calculer les longueurs d'onde des repères par la formule

$$\lambda = \frac{(n' - n)e}{\varphi}.$$

» Dès lors la même lame de quartz permet d'étudier la dispersion fournie par un prisme quelconque. C'est ainsi que j'ai étudié, notamment, le spath d'Islande (1).

» Dans mes premières recherches, je me suis contenté de prendre pour base les résultats de Mouton sur la biréfringence infra-rouge du quartz; mais, une suite de perfectionnements (2) m'ayant permis de pousser la précision plus loin et de donner pour les indices de réfraction cinq chiffres décimaux au lieu de quatre, il devenait nécessaire de revenir sur le travail de Mouton.

» Les mesures ont été faites au laboratoire d'Enseignement de M. Bouty, à la Sorbonne, avec le grand goniomètre construit par M. Gautier, à l'aide d'un bolomètre et d'un galvanomètre exécutés par mes soins au laboratoire. Les résultats sont consignés dans les colonnes λ , n , n' des Tableaux I et II. Pour les représenter, j'ai dû modifier légèrement les deux formules de dispersion que j'ai calculées antérieurement (3); mais ces modifications n'atteignent que très légèrement la partie rouge du spectre visible et nullement les autres parties du spectre visible ou ultra-violet.

» La formule de dispersion est celle-ci :

$$\frac{1}{n^2} = dl^{-4} + bl^{-2} + a + cl^2 + c'l',$$

(1) Thèse (*Annales de l'École Normale. Supplément* pour 1890).

(2) *Spectres calorifiques (Annales de Chimie et de Physique, 7^e série, t. IV; 1895)*.

(3) Thèse (*Annales de l'École Normale. Supplément* pour 1890).

avec

| | Rayon ordinaire (n). | Rayon extraordinaire (n'). |
|------------|--------------------------|--------------------------------|
| d | $-0,000000164$ | d $-0,0000001253$ |
| b | $-0,0008222$ | b $-0,0008256$ |
| a | $+0,424306$ | a $+0,419466$ |
| c | $+0,004755$ | c $+0,004945$ |
| c' | $+0,000080$ | c' $+0,000080$ |

» Les deux colonnes O — C qui font suite aux colonnes n et n' , dans les Tableaux I et II, font connaître les différences n obs. — n calc., puis n' obs. — n' calc. La colonne $n' - n$ représente la biréfringence observée du quartz. La colonne O — C qui lui fait suite donne les différences entre les valeurs observées de $n' - n$ et les valeurs calculées en extrapolant la formule établie par M. Macé de Lépinay (¹) au moyen de ses observations sur le spectre visible et ultra-violet. La concordance remarquable entre mes observations et la formule de M. Macé est une garantie des résultats obtenus d'une façon tout à fait indépendante par ce savant et par moi-même; garantie d'autant plus précieuse que nous nous écartons notablement des résultats de Mouton qui m'avaient inspiré jusqu'ici une confiance exagérée.

TABLEAU I. — Première lame : $e = 1^{\text{mm}}, 1016$.

| 47. | λ . | n . | O — C. | n' . | O — C. | $n' - n$. | O — C. |
|-----|-------------|-----------|--------|-----------|--------|------------|--------|
| 67 | $0,59855$ | » | » | $1,55298$ | 0 | » | » |
| 65 | 61567 | » | » | $1,55231$ | -1 | » | » |
| 63 | 63368 | » | » | $1,55167$ | 0 | » | » |
| 61 | 65286 | » | » | $1,55103$ | 0 | » | » |
| 59 | 6731 | $1,54139$ | +1 | $1,55041$ | 0 | $0,00902$ | +1 |
| 57 | 6950 | $1,54078$ | 0 | $1,54978$ | 0 | 900 | +1 |
| 55 | 7185 | $1,54017$ | -1 | $1,54915$ | 0 | 898 | +1 |
| 53 | 7435 | $1,53956$ | -1 | $1,54852$ | -1 | 896 | +2 |
| 51 | 7711 | $1,53895$ | -1 | $1,54789$ | 0 | 894 | +1 |
| 49 | 8007 | $1,53834$ | -1 | $1,54725$ | -1 | 891 | 0 |
| 47 | 8325 | $1,53773$ | 0 | $1,54661$ | -1 | 888 | 0 |
| 45 | 8671 | $1,53712$ | 0 | $1,54598$ | 0 | 886 | 0 |
| 43 | 9047 | $1,53649$ | +1 | $1,54532$ | 0 | 883 | 0 |
| 41 | 9460 | $1,53583$ | 0 | $1,54464$ | 0 | 881 | +1 |
| 39 | 9914 | $1,53514$ | 0 | $1,54392$ | 0 | 878 | 0 |
| 37 | $1,0417$ | $1,53442$ | 0 | $1,54317$ | 0 | 875 | 0 |

(²) Sur la double réfraction du quartz (Annales de la Faculté des Sciences de Marseille, t. 1, p. 1; 1891).

| 4φ. | λ. μ. | n. | O - C. | n'. | O - C. | n' - n. | O - C. |
|-----|----------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| 35 | 1,0973 | 1,53366 | +1 | 1,54238 | +1 | 872 | 0 |
| 33 | 1,1592 | 1,53283 | 0 | 1,54152 | 0 | 869 | +1 |
| 31 | 1,2288 | 1,53192 | +1 | 1,54057 | 0 | 865 | 0 |
| 29 | 1,3070 | 1,53090 | 0 | 1,53951 | 0 | 861 | +1 |
| 27 | 1,3958 | 1,52977 | +3 | 1,53832 | +2 | 855 | 0 |
| 25 | 1,4972 | 1,52842 | +3 | 1,53692 | +2 | 850 | 0 |
| 23 | 1,6146 | 1,52679 | +1 | 1,53524 | +2 | 845 | +2 |
| 21 | 1,7487 | 1,52485 | 0 | 1,53319 | -2 | 834 | -1 |

TABLEAU II. — Deuxième lame : $e = 1^{\text{mm}}, 9568$.

| 4φ. | λ. μ. | n. | O - C. | n'. | O - C. | n' - n. | O - C. |
|-----|----------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| 51 | 1,3195 | 1,53076 | +2 | » | » | » | » |
| 49 | 1,3685 | 1,53011 | +2 | 1,53869 | +2 | 0,00858 | +1 |
| 47 | 1,4219 | 1,52942 | +3 | 1,53796 | +2 | 854 | 0 |
| 45 | 1,4792 | 1,52865 | +2 | 1,53716 | +1 | 851 | 2 |
| 43 | 1,5414 | 1,52781 | +2 | 1,53630 | +2 | 849 | +2 |
| 41 | 1,6087 | 1,52687 | 0 | 1,53529 | -1 | 842 | +1 |
| 39 | 1,6815 | 1,52583 | -1 | 1,53422 | -1 | 839 | +1 |
| 37 | 1,7614 | 1,52468 | +1 | 1,53301 | 0 | 833 | 0 |
| 35 | 1,8487 | 1,52335 | 0 | 1,53163 | -1 | 828 | +1 |
| 33 | 1,9457 | 1,52184 | +2 | 1,53004 | -1 | 820 | 0 |
| 31 | 2,0531 | 1,52005 | 0 | 1,52823 | +4 | 818 | +5 |
| 29 | 2,1719 | 1,51799 | 0 | 1,52609 | +4 | 810 | +5 |

ÉLECTRICITÉ. — *Influence du fer doux sur le carré moyen de la différence de potentiel aux extrémités d'une bobine parcourue par un courant de haute fréquence.* Note de M. H. PELLAT, présentée par M. Lippmann.

« Un courant oscillatoire de haute fréquence est obtenu dans une bobine B par le procédé ordinaire, en joignant les extrémités du fil aux armatures extérieures de deux petites bouteilles de Leyde, dont les armatures intérieures communiquent avec les pôles d'une bobine de Ruhmkorff. Les boutons de ces bouteilles sont assez voisins pour que l'étincelle éclate entre eux à chaque oscillation du trembleur.

» La fréquence du courant oscillatoire, obtenue d'après la connaissance des capacités et du coefficient de self-induction de B, étant 300 000, si l'on introduit dans l'axe de la bobine B une seconde bobine B' à une couche de fil fin, on obtient entre les extrémités du fil de cette bobine des étin-

celles de 6^{mm} à 7^{mm} : c'est la disposition de Tesla. Si l'on met ensuite la bobine B' à l'extérieur de la bobine B, de façon que les axes coïncident, la force électromotrice d'induction devient trop faible pour qu'une étincelle éclate entre les extrémités du fil de B'. Or, en mettant à l'intérieur des deux bobines un faisceau de fils de fer doux (de 0^{mm},25 de diamètre, recouvert de coton pour isoler les brins), assez long pour occuper toute la longueur de l'ensemble des deux bobines, l'étincelle ne se produit pas davantage.

» Cette expérience négative pourrait faire croire que le fer ne s'aimante pas dans un champ magnétique alterné de haute fréquence, puisque dans la bobine B' la variation du flux d'induction est sensiblement nulle. Voici pourtant une autre expérience qui montre que le fer s'aimante dans ces conditions et que son aimantation peut avoir une influence considérable sur certains phénomènes.

» La bobine B' étant supprimée, les extrémités du fil de la bobine B toujours réunies aux armatures extérieures des bouteilles de Leyde, sont mises en relation avec les deux plateaux d'un électromètre-balance très sensible (1); le déplacement du plateau mobile est observé au moyen d'un microscope à réticule.

» Dès que l'appareil est en activité, le plateau mobile se déplace sous l'influence d'une force électrique proportionnelle au carré moyen U de la différence de potentiel entre les extrémités du fil de la bobine B

$$\left(U = \int_0^1 v^2 dt \right).$$

» Or j'ai constaté que l'introduction dans la bobine B d'un faisceau de fils de fer doux, à brins isolés, identique ou analogue à celui employé ci-dessus, diminue considérablement la valeur de U.

» Cet effet n'est pas dû aux courants de Foucault dans le fer, car un faisceau semblable en fils de cuivre, introduit dans la bobine, ne produit aucune diminution de U. Bien plus, des masses compactes de laiton ne donnent lieu qu'à une diminution insignifiante de U.

» L'expérience a fourni le même résultat avec trois bobines différentes

(1) Cet appareil n'était autre que l'appareil que j'ai décrit (*Comptes rendus*, t. CXX, p. 773; 1895) pour la mesure des pouvoirs inducteurs spécifiques, dont le plateau fixe inférieur avait été enlevé.

ayant respectivement pour coefficient de self-induction

$$4,604 \times 10^9, \quad 0,01244 \times 10^9 \quad \text{et} \quad 0,000635 \times 10^9,$$

qui, associées aux deux petites bouteilles de Leyde de capacité $1,00 \times 10^{-18}$ et $0,82 \times 10^{-18}$, donnaient respectivement, par seconde, les nombres de périodes 3500, 67300 et 298000.

» Dans le cas de 298000 périodes, la valeur de U , quoique très petite, correspondait à un déplacement du plateau dont on pouvait apprécier la $\frac{1}{50}$ partie; le faisceau de fer doux réduisait la valeur de U dans le rapport de 3 à 1.

» L'introduction du fer donne lieu à un changement très net pour le bruit des étincelles qui éclatent entre les boutons des bouteilles de Leyde.

» Quelques expériences ont été faites en immobilisant le trembleur de la bobine de Ruhmkorff et en lançant dans le primaire de celle-ci le courant d'un alternateur : les résultats ont été les mêmes.

» Ces expériences montrent que la présence d'une quantité de fer, même petite, dans l'axe d'une bobine, ne permet plus de se servir de la formule classique

$$(1) \quad \frac{d(Li)}{dt} + Ri + V = 0 \quad \left(\text{avec } i = C \frac{dV}{dt} \right),$$

pour obtenir l'intensité i du courant oscillant en considérant le coefficient de self-induction L comme une constante.

» Cette formule conduit, en effet, pour la valeur du carré moyen de la différence de potentiel U , dans le cas de L constant, à l'expression $U = n \frac{V_0^2 L}{2R}$, dans laquelle n représente le nombre des interruptions du trembleur par seconde, V_0 la différence de potentiel entre les boutons des bouteilles de Leyde au moment où l'étincelle va éclater et R la résistance de la bobine B . Or, L , considéré comme une constante, augmente par la présence du fer dans la bobine, ce qui devrait, d'après la formule ci-dessus, augmenter U , tandis que l'expérience indique une diminution considérable.

» Ce phénomène doit être attribué à l'hystérésis dont la relation (1) ne tient plus compte si l'on considère L comme constant : le flux d'induction dû au fer est en retard de phase sur celui dû au courant seul, et une partie de l'énergie de ce courant est transformée en énergie calorifique dans le fer doux. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la température des lampes à incandescence.*

Note de M. P. JANET, présentée par M. Mascart.

« J'ai indiqué autrefois (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 690) une méthode purement électrique de mesure de la température des lampes à incandescence et, plus généralement, d'un corps rayonnant quelconque. Cette méthode consiste à étudier : 1° la variation de la résistance de la lampe en fonction de la différence de potentiel aux bornes; 2° la variation, en fonction du temps, de la résistance d'une lampe qui se refroidit. On en déduit aisément la courbe des watts rayonnés en fonction du temps, et, par suite, le nombre total de joules ou de petites calories abandonnées par la lampe. On pèse alors le filament et, de la formule de M. Violle

$$Q = 0,355t + 0,00006t^2,$$

on déduit la température t (en admettant que le filament est formé de carbone pur).

» Cette méthode a été appliquée, sur mes conseils, par MM. Gindre et Fréauff-Ozenne, alors élèves à l'École supérieure d'Électricité (1); la première partie des mesures se fait au moyen d'un ampèremètre et d'un voltmètre et ne présente aucune difficulté; la seconde est plus délicate; voici comment elle a été exécutée :

- » Un interrupteur spécial permet d'effectuer les opérations suivantes :
- » 1° Au temps zéro, le courant de la lampe est rompu;
- » 2° Immédiatement après, la lampe est intercalée dans un circuit auxiliaire comprenant un accumulateur et une boîte de résistances;
- » 3° Au temps t , un contact instantané met en communication les deux bornes de la lampe avec les armatures d'un condensateur;
- » 4° Ce condensateur est déchargé dans un balistique.
- » Ces diverses opérations sont exécutées par une glissière qui se meut parallèlement à elle-même entre deux rainures; les intervalles de temps se mesurent au moyen d'un diapason inscrivant ses vibrations sur un papier enroulé; il est évident, en effet, qu'à ces hautes températures le refroidissement est très rapide et qu'il est nécessaire de pouvoir mesurer avec précision des fractions de seconde. Un calcul facile permet de trouver alors la résistance de la lampe à un instant quelconque.

» Les expériences ont porté sur quatre lampes A, B, C, D de 65 volts et 10 bougies.

(1) Les expériences ont été faites au Laboratoire central d'Électricité.

Je désignerai par t la température, par R_0 la résistance de la lampe à la température ordinaire, par R_t sa résistance à t° , par p la masse du filament exprimée en milligrammes, par E la tension aux bornes. Voici les résultats obtenus :

| Lampes. | E . | p . | R_0 . | $\frac{R_t}{R_0}$. | t . |
|---------|-------|-------|---------|---------------------|-------|
| A..... | 65 | 6,3 | 175 | 0,53 | 1720 |
| B..... | 65 | 5,35 | 170 | 0,54 | 1610 |
| C..... | 65 | 5,2 | 170 | 0,52 | 1630 |
| D..... | 65 | 4,8 | 170 | 0,53 | 1620 |

» On voit que les résultats relatifs aux lampes B, C, D concordent très sensiblement; la lampe A, pour une raison quelconque, donne une température un peu plus élevée.

» Quoi qu'il en soit, les résultats précédents présentent un certain intérêt, étant données les divergences des différents auteurs qui ont traité cette question. H.-F. Weber, en effet, indique des températures ne dépassant guère 1300° , tandis que M. Le Chatelier a donné ⁽¹⁾ 1800° . On voit que nos résultats se rapprochent de ces derniers; ils s'en rapprochent même d'autant plus qu'il est permis de penser que nos lampes étaient moins *poussées* que celles de M. Le Chatelier; voici, en effet, les variations de résistances données par cet auteur :

| t . | $\frac{R_0}{R_t}$. |
|------------------|---------------------|
| 15° | 1 |
| 700..... | 0,75 |
| 1000..... | 0,66 |
| 1400..... | 0,57 |
| 1800..... | 0,49 |
| 2100..... | 0,44 |

» A la température de fonctionnement normal, le rapport $\frac{R_t}{R_0}$ était donc de 0,49 pour les lampes de M. Le Chatelier, tandis que ce même rapport atteignait la valeur 0,53 dans nos expériences : or, à cette valeur 0,53 correspond précisément la température de 1600° dans la Table de M. Le Chatelier.

» La principale cause d'erreur des expériences précédentes réside dans la faiblesse du poids du filament : il serait facile d'y remédier en opérant sur des lampes à bas voltage. On démontre en effet aisément que, à pouvoir

(1) *Journal de Physique*, 2^e série, t. I, p. 203.

éclairant égal, le poids du filament d'une lampe varie en raison inverse de la puissance $\frac{2}{3}$ de la différence de potentiel aux bornes.

» Des expériences précédentes on peut déduire des courbes de variation de la radiation totale en fonction de la température, mais la question est trop importante pour pouvoir être abordée ici. »

PHYSIQUE. — *Quelques propriétés des cathodes placées dans un champ magnétique puissant.* Note de M. **ANDRÉ BROCA**, présentée par M. A. Cornu.

« Il y a deux ans, M. Birkeland, soumettant un tube à croix de Crookes à un champ magnétique puissant, vit que les rayons cathodiques émis par la croix prise comme cathode, dans un champ magnétique puissant et normal au plan de cette croix, se propageaient suivant les lignes de force. Il vit dans ces conditions se produire deux images de la croix : l'une vers l'aimant, l'autre sur la paroi opposée. Les rayons deviennent alors visibles sur tout leur trajet sous forme d'une traînée rose violet. Les phénomènes sont indépendants du sens du champ magnétique. Quand le champ est assez intense, il se produit une convergence des rayons en un foyer assez puissant pour y fondre le verre. M. Birkeland attribue cette convergence à la non-uniformité du champ, et M. Poincaré a montré que, dans la théorie de l'ionisation, cette convergence devait avoir lieu dans un champ non uniforme. Il a montré que, dans ce cas, la molécule radiante devait se mouvoir sur un cône de révolution. Hittorff avait déjà saisi par la Photographie des faits semblables, et ses expériences viennent d'être répétées avec succès par son élève Precht. J'ai répété des expériences analogues à celles de M. Birkeland, en me plaçant dans le cas de champs variables depuis zéro jusqu'à environ 15000 C.G.S., entre les deux pôles d'un électro-aimant de Faraday, dont le courant exciteur était réglé au moyen d'un rhéostat de Cance.

» *A priori*, les résultats de M. Birkeland doivent être incomplets, car nous savons qu'un rayon cathodique normal à un champ magnétique uniforme suit une trajectoire courbe et située dans un plan normal au champ. Des expériences préliminaires m'ont montré que, dans les champs puissants, les rayons qui s'enroulent autour des lignes de force deviennent invisibles, parce qu'ils ne rencontrent plus de parois.

» J'ai alors fait construire par M. Chabaud une ampoule sphérique de 5^{cm} de diamètre, portant une électrode sphérique centrale de 5^{mm} de diamètre, entourée d'un

écran diamétral en verre; c'est celle-ci qui est toujours prise comme cathode. Deux anodes, situées, l'une dans le plan de l'écran, l'autre dans le plan normal, m'ont montré que la position de l'anode était indifférente pour ces phénomènes.

» L'intensité du champ a une action prépondérante sur les phénomènes; son uniformité est peu importante, car tout reste identique si l'on place l'ampoule dans le champ de deux larges lames de fer, ou dans celui des deux cônes arrondis bien connus.

» Les expériences suivantes ont été faites avec l'écran diamétral parallèle aux lignes de force. Les parties fluorescentes sombres dues aux irrégularités de la cathode permettent de voir que, dès que le champ est excité, les rayons cathodiques semblent s'enrouler autour des lignes de force, dans le sens du courant exciteur. Pour une certaine valeur du champ, les parois latérales du tube cessent d'être lumineuses, toute l'illumination se reporte sur l'écran diamétral. Puis subitement ⁽¹⁾ un jet lumineux intense semble jaillir de la cathode et illuminer l'écran diamétral jusqu'à la paroi, où il produit une petite tache à peu près circulaire. Il a 2^{mm} de large environ, et est plus ou moins excentré par rapport à la cathode suivant le degré de vide, mais toujours très légèrement. De chaque côté de cette ligne lumineuse s'étend un espace obscur, au delà duquel on voit la surface illuminée, limite du phénomène cathodique antérieur, qui a la forme dite *en chapeau de gendarme*. Fait très curieux, celle de ces deux dernières surfaces lumineuses qui correspond aux rayons émis par la cathode au-dessus de l'écran, si l'on suppose que le courant lui arrive par-dessous, possède une fluorescence jaune; l'autre possède une fluorescence verte.

» Quand le champ augmente, les deux chapeaux de gendarme se rapprochent du centre et se raccourcissent. La traînée lumineuse axiale devient moins intense, mais la tache qu'elle produit sur la paroi du tube reste aussi forte. D'ailleurs, le gaz lui-même, grâce à la luminescence violette indiquée par M. Birkeland, permet, quand la pression n'est pas trop faible, de la suivre sous forme d'un cylindre très mince, et les irrégularités de la surface de l'écran montrent la fluorescence partout où il y a une surface inclinée sur les lignes de force. L'excentricité du faisceau parallèle au champ n'existe plus. Enfin, pour une valeur assez grande du champ, les phénomènes cathodiques disparaissent presque complètement.

» Quand on incline l'écran sur le champ, on voit l'illumination qui suit la force disparaître de l'écran et la surface lumineuse, engendrée par les rayons qui tournent autour du champ, se modifier. Le canal central obscur s'efface et, pour la position normale au champ, l'illumination, très faible, est nettement circulaire.

» Ceci ne peut rien préjuger sur la forme même de la trajectoire des rayons spiraux dans le champ magnétique. En effet, l'écran diamétral les arrête tous aussitôt qu'ils ont accompli une demi-révolution autour de la ligne de force. Cette expérience nous prouve donc seulement que la cathode sphérique émet des rayons d'espèces différentes, susceptibles de suivre, dans le champ magnétique, des hélices à pas différents.

» Avec un tube à cathode cylindrique de 3^{mm} de diamètre et 2^{cm} de haut, placée parallèlement aux lignes de force, les phénomènes sont aussi de la plus grande netteté. On voit, sur la paroi située dans l'axe de la cathode, une large tache présentant des

(1) M. Birkeland a indiqué, il y quinze jours, l'apparition subite de ce jet (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 586).

rayons sombres dus aux irrégularités de la cathode. Dans le champ magnétique, on voit la tache se rétrécir en même temps que les rayons se courbent, indiquant la trajectoire en hélice des rayons. Puis, pour une certaine valeur du champ, une ligne violette mince, parallèle aux lignes de force, apparaît brusquement et donne une tache cathodique sur la paroi. Quand le champ est assez intense, les deux ordres de rayons sont visibles dans le gaz, et l'on voit nettement l'espace obscur qui les sépare. Si l'on maintient le champ quelque temps, les rayons parallèles au champ fondent la paroi. Ce tube montre d'ailleurs plusieurs propriétés curieuses des rayons cathodiques sur lesquels je n'insisterai pas.

» Tous ces phénomènes se coordonnent parfaitement, si nous admettons le fait connu que la fluorescence, due aux rayons cathodiques, est d'autant plus vive que les rayons sont plus normaux à la surface qu'ils frappent. Dans cette hypothèse, nous voyons qu'une cathode placée dans un champ magnétique émet deux ordres de rayons. Les uns sont la limite des rayons ordinaires et s'enroulent autour du champ; nous les appellerons *rayons de première espèce*. Les autres naissent subitement pour une certaine valeur du champ, commencent par s'enrouler autour de la ligne de force suivant une hélice tracée sur un cylindre très mince et à pas très allongé; nous les appellerons *rayons de seconde espèce*. Quand le champ augmente, deux hypothèses sont possibles : ou bien, les rayons émis restant les mêmes, le pas de ces hélices s'allonge indéfiniment, de manière à avoir pour limite une trajectoire rectiligne du rayon; ou bien l'émission de la cathode elle-même est modifiée de manière à ne plus émettre comme rayons de seconde espèce que des rayons qui suivent exactement la ligne de force. C'est à cette dernière opinion que je me rangerais le plus volontiers, ne sachant comment comprendre la première hypothèse. Quoi qu'il en soit, ces rayons forment un foyer très étroit et très puissant, susceptible de fondre le verre, et cela même dans un champ magnétique uniforme.

» En résumé, il existe deux espèces de rayons cathodiques : ceux de première espèce, qui s'enroulent autour de la ligne de force du champ magnétique, et ceux de seconde espèce qui suivent cette ligne de force. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur les aciers au nickel. Variations de volumes des alliages irréversibles.* Note de M. CH.-ÉD. GUILLAUME, présentée par M. A. Cornu.

« J'ai soumis à une étude détaillée le fait, signalé par le Dr J. Hopkinson, de l'augmentation de volume des aciers-nickel irréversibles dans leur transformation par le froid.

» Tous les alliages contenant de 0 à 25 pour 100 de nickel semblent soumis à cette transformation irréversible, le passage à l'un des états se produisant entre le rouge sombre et le rouge cerise, et le retour débutant à une température d'autant plus basse que l'alliage contient plus de nickel. Après le recuit, l'alliage est non magnétique et doux ; après le refroidissement, il est magnétique et très sec.

» Pour étudier la région de passage du premier au deuxième état, je me suis servi du procédé précédemment décrit, consistant à comparer la règle d'acier-nickel à une barre de laiton qui lui est fixée par une extrémité. Les expériences les plus complètes ont été faites sur une barre contenant 15 pour 100 de nickel environ.

» On chauffait au rouge la barre d'acier, puis, sans la laisser refroidir, on y fixait la règle de laiton. L'ensemble était alors plongé dans un bain d'huile préalablement chauffé vers 200°. On laissait la température s'abaisser lentement et l'on faisait, de temps en temps, une mesure de la différence des deux règles. Après un refroidissement d'une cinquantaine de degrés, on réchauffait le bain et l'on déterminait les variations de longueur de la règle à température ascendante d'abord, puis dans le refroidissement qui suivait. Les mesures, très longues, ont été interrompues plusieurs fois et reprises à des jours différents.

» J'ai constaté en premier lieu que la dilatation de l'alliage étudié à l'état non magnétique est presque identique à celle du laiton, comme l'avait annoncé M. A. Le Chatelier. Puis, lorsque la température de 130° est atteinte, la barre commence à s'allonger en se refroidissant, et sa variation atteint bientôt 40^u par degré et par mètre. Cette augmentation de longueur a été suivie ainsi jusqu'à —60°. Le refroidissement n'a pu être poussé plus loin, mais la forme de la courbe dans ses dernières parties montre que la transformation était à peu près complète.

» Si, au cours de la transformation pendant laquelle la règle s'allonge en se refroidissant, on élève la température, elle s'allonge encore suivant une fonction sensiblement linéaire ; elle se comporte alors comme tout autre métal ou alliage, tant que l'on ne revient pas au point où le réchauffement a commencé. Si l'on repasse, en descendant, par cette température, la contraction cesse brusquement et l'augmentation de volume recommence à se manifester en suivant exactement la courbe au point où on l'avait abandonnée.

» Toutefois, aux températures basses, le phénomène peut se passer différemment. En opérant, comme il vient d'être dit, sur une règle contenant 24 pour 100 de nickel, et dont la transformation commence au-dessous de

zéro, j'ai vu, après un réchauffement de quelques degrés seulement, la barre se contracter régulièrement en traversant la courbe de transformation à la température où elle l'avait quittée. On a pu refroidir alors, dans certains cas, d'une quinzaine de degrés encore, sans que la contraction cessât de se produire; puis, subitement, la règle s'est allongée et a atteint en quelques secondes un point voisin de celui auquel elle serait arrivée si l'on avait refroidi sans interruption.

» On avait pu amener ainsi l'alliage à un état d'équilibre instable analogue à celui qui existe dans la surfusion, puis, cet équilibre une fois rompu en un point quelconque, la règle entière s'est transformée brusquement. Un phénomène analogue, quoique moins accusé, a pu être observé avec la barre à 15 pour 100 de nickel, à partir de -30° .

» D'ailleurs, la transformation n'est jamais complète dès le premier moment, au moins aux températures basses. Une règle, amenée, par exemple, de 200° à 0° et abandonnée à cette température pendant plusieurs jours, donne des résultats un peu différents au réchauffement et au refroidissement, et dans les mesures de dilatation ne revient pas immédiatement à l'état où on l'avait reprise.

» A chaque degré de la transformation correspond un coefficient de dilatation différent. Une même barre peut ainsi posséder une dilatation comprise entre 10 et 20 millièmes environ, et qui conserve indéfiniment la même valeur. La variation à partir de la valeur maxima est sensiblement proportionnelle à la variation de longueur déjà produite par le refroidissement.

» Ces expériences et d'autres analogues nous montrent que les aciers au nickel irréversibles peuvent posséder, entre des limites de températures étendues, une infinité d'équilibres, qu'ils conservent presque sans modifications tant que l'alliage ne coupe pas, aux températures élevées ou basses, deux courbes de transformation le long desquelles toutes ses propriétés changent graduellement et simultanément.

» Ils possèdent, de plus, des équilibres instables qui peuvent être rompus brusquement, et auxquels une transformation presque instantanée met un terme. Au cours de ce phénomène, on voit souvent une barre de 1^m de longueur s'allonger en quelques secondes de près de 1^{mm}. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur les propriétés magnétiques des aciers au nickel.*
 Note de M. EUGÈNE DUMONT, présentée par M. A. Cornu.

« Au cours de son travail d'ensemble sur les aciers au nickel, M. Ch.-Éd. Guillaume (1), a étudié celles de leurs propriétés magnétiques propres à servir de base à une classification et à une théorie de ces alliages. C'est lui le premier qui fit, d'une manière rigoureuse, la distinction entre les alliages réversibles et les irréversibles.

» Préoccupé surtout de l'étude métrologique des nouveaux aciers, M. Guillaume m'engagea à en étudier en détail les propriétés magnétiques. Je tiens à le remercier sincèrement pour ses excellents conseils.

» J'ai déterminé pour douze alliages, en valeur absolue, la perméabilité magnétique pour des champs compris entre 14 et 50 unités C. G. S., et pour des températures comprises entre -78° et $+250^{\circ}$.

» Les divers alliages ont été étudiés sous la forme de fils d'environ $0^{\text{mm}},5$ soigneusement recuits. Ils étaient placés dans une bobine annulaire creuse, coupée en un point par une fente de 7^{mm} , permettant l'introduction des alliages. Sur la bobine étaient enroulés 1356 tours de fil isolé à l'amiante, pour le passage du courant destiné à créer le champ magnétique. Dans la région diamétralement opposée à la fente, 805 tours de fil fermant le circuit d'un galvanomètre balistique permettaient de mesurer l'induction. Le tout était placé dans un bain d'air.

» J'ai suivi la méthode décrite par M. Ewing et M^{lle} Klaassen (2) et j'ai fait parcourir aux divers alliages plusieurs cycles d'aimantation indéfiniment répétés entre des valeurs de champ égales et de signes contraires.

» Les huit alliages réversibles, dont j'ai fait l'étude, renfermaient 44, 39,4, 35,5, 35,2, 34,6, 30,4, 28, 26,2 pour 100 de nickel; ils présentent des propriétés magnétiques analogues comme on peut le voir dans les diagrammes.

» Le premier (*fig. 1*), qui donne les variations de μ avec la température, pour le champ maximum, montre que tous les alliages se transforment graduellement. (Les parties pointillées terminant les deux dernières courbes sont extrapolées.)

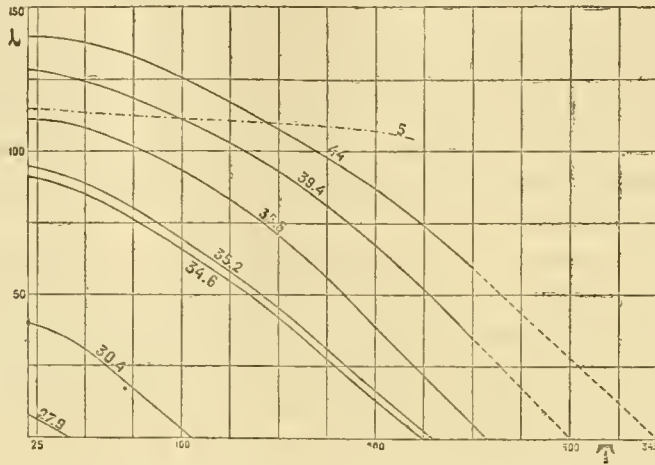
» Le deuxième (*fig. 2*) contient les courbes des variations de μ avec le champ pour la température de 20° .

(1) CH.-ÉD. GUILLAUME, *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1515; 5 avril 1897.

(2) EWING, *The Electrician*, 15 mai 1891 et *Lumière électrique*, t. XL, p. 519.

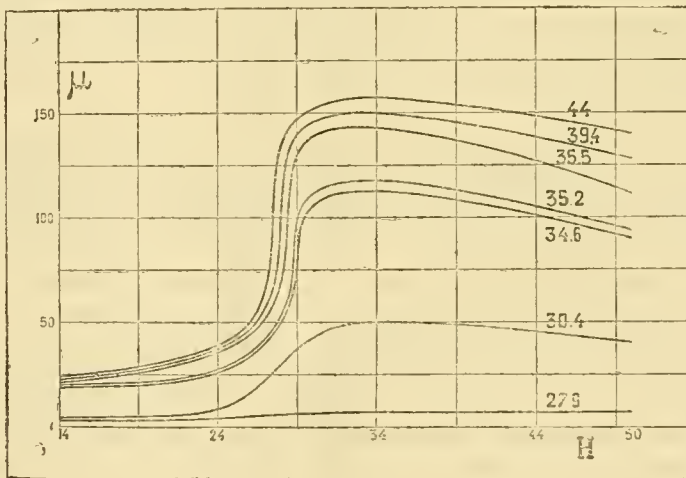
» La perméabilité augmente insensiblement jusqu'à $H = 25$, puis croît très rapidement pour passer par un maximum correspondant au champ 36, et diminue lentement au delà.

Fig. 1.



» On a porté, dans le diagramme (*fig. 3*), les courbes de perméabilité en fonction de la teneur en nickel, correspondant à diverses températures.

Fig. 2.



» J'indiquerai, à titre d'exemple, dans le Tableau suivant, les valeurs de μ pour l'alliage à 35,2 pour 100 de nickel, aux diverses températures et pour les différents champs.

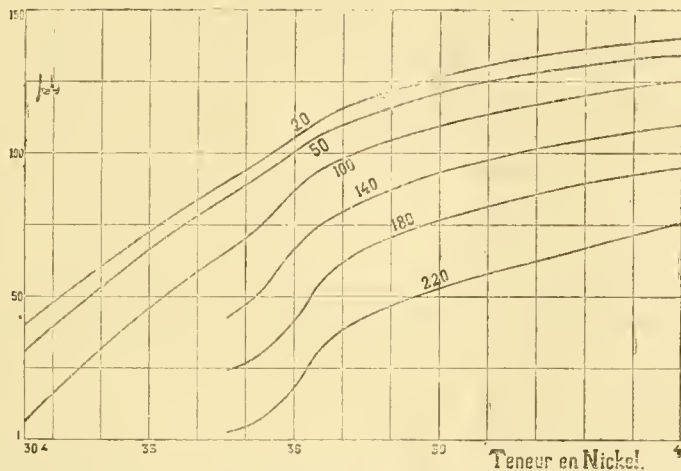
| Températures. | H = 50. | H = 36. | H = 29. | H = 25. | H = 21. | H = 14. |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 20..... | 95 | 119 | 96 | 31,2 | 23 | 21 |
| 30..... | 94,2 | 118,5 | 95 | 30,9 | 22,2 | 20,2 |
| 50..... | 89,5 | 117,5 | 93,5 | 29,4 | 20 | 19 |
| 70..... | 83 | 115 | 89 | 27,2 | 18,2 | 17,1 |
| 100..... | 70,5 | 108 | 81 | 24,5 | 15,2 | 14,4 |
| 130..... | 56 | 99 | 75,5 | 21 | 13 | 11,5 |
| 160..... | 40,2 | 82,5 | 61 | 16,2 | 8,2 | 8,1 |
| 190..... | 23,5 | 53 | 37 | 10,4 | 5 | 5 |
| 220..... | 6 | 15,5 | 9 | 3,6 | 1,5 | 1,3 |

» L'inspection du diagramme (*fig. 1*) montre que les courbes correspondant aux divers alliages sont sensiblement parallèles, et l'on en déduit la relation suivante d'une remarquable simplicité :

» *A égale distance du point de perte totale de magnétisme, tous les alliages réversibles ont même perméabilité magnétique.*

» En combinant les résultats contenus dans le diagramme (*fig. 3*) avec

Fig. 3.



les formules données par M. Guillaume, et indiquant la relation entre la teneur et la température de perte totale du magnétisme, on trouve que, à toute température : *la perméabilité pour les alliages contenant 27 à 44 pour 100 de nickel augmente avec la teneur en nickel.*

» Les résultats qui précèdent se rapportent, comme je l'ai dit, aux alliages recuits. Deux fils contenant respectivement 39,4 et 44 pour 100 de nickel ont donné une perméabilité constante entre 0° et 250°. Un alliage

contenant du chrome a présenté un point de perte totale du magnétisme plus bas que les alliages de même teneur en nickel non chromé (1). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation du glucinium par électrolyse*. Note de M. P. LEBEAU (2), présentée par M. Henri Moissan.

« En 1828, Bussy et Wöhler isolèrent presque simultanément le glucinium en faisant réagir le potassium sur son chlorure. Depuis cette époque la préparation de ce métal a fait l'objet de nombreuses tentatives et est restée, malgré cela, une expérience de laboratoire assez délicate. Nous rappellerons en particulier les recherches de Debray sur ce sujet. Les propriétés physiques et chimiques dissemblables attribuées au glucinium par les différents savants qui l'ont préparé nous ont conduit à rechercher un procédé permettant de l'obtenir dans un état toujours comparable à lui-même, et d'une pureté constante. La réaction généralement employée dans cette préparation consistait à faire réagir un métal alcalin, potassium ou sodium, sur le chlorure de glucinium (Bussy, Wöhler, Debray, Nilson et Peterson, Reynold, Humpidge), ou sur le fluorure double de glucinium et de potassium (Kruss et Morath) (3).

» Quelques essais en vue d'obtenir le métal par l'électrolyse ont été tentés. MM. Nilson et Peterson (4), ne purent décomposer le chlorure et reconnurent que ce corps ne se laissait pas traverser par le courant. M. Borchers (5) dit avoir obtenu du glucinium en décomposant le chlorure triple de glucinium, de potassium et d'ammonium par un courant de 1000 ampères par mètre carré d'électrode et 5 volts, mais il ne décrit pas le métal obtenu. Enfin M. Warren (6) prétend fabriquer le glucinium in-

(1) Cette étude a été faite au laboratoire de Physique de l'Université de Genève.

Je tiens à exprimer ici toute ma reconnaissance à MM. les professeurs C. Soret et A. Rilliet, pour les précieux conseils qu'ils n'ont cessé de me donner au cours de ce travail.

(2) Travail fait au laboratoire des Hautes Études de M. Moissan, à l'École de Pharmacie.

(3) KRUSS et MORATH, *Liebig's Annalen der Chemie*, t. CCLX, p. 187.

(4) NILSON et PETERSON, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5^e série, t. XIV, p. 426.

(5) BORCHERS, *Zeits. für Electrochemie*, 1895.

(6) WARREN, *Chemical news*, t. LXXII, p. 310.

dustriellement en électrolysant le bromure de glucinium au moyen d'un courant de 8 ampères sous 12 volts. Le métal obtenu, transformé en objets d'art, serait actuellement en possession de l'émir d'Afghanistan. Le bromure de glucinium employé par M. Warren était vraisemblablement impur, car nous avons reconnu que les sels halogènes de glucinium fondus ne conduisaient pas le courant.

» Les composés que forment le chlore, le brome et l'iode avec le glucinium sont assez difficiles à obtenir et leur altération rapide en présence de l'eau les rend d'un emploi peu pratique. Nous avons pensé que le fluorure de glucinium, dont les propriétés sont mal connues, pouvait présenter quelques avantages. Nous avons réussi à préparer ce composé à l'état de pureté; il fond très facilement, donne un bain d'une grande transparence; mais malheureusement ne se laisse nullement traverser par le courant. L'addition de fluorure de sodium ou de potassium le rend conducteur, et le glucinium peut en être séparé par électrolyse.

» Marignac (1) a étudié au point de vue cristallographique les fluorures doubles que forme le fluorure de glucinium avec les métaux alcalins, et a obtenu les composés de la forme GF^2 , $2MF$ et $GF^2 MF$. Les sels de sodium notamment, GF , $2NaF$ et GF , NaF , conviennent parfaitement; le premier fond vers 350° en donnant par refroidissement une masse vitreuse transparente; le second, qui fond vers le rouge sombre, fournit au contraire une masse blanche à cassure cristalline. Ce dernier sel, étant moins résistant, sera choisi de préférence lorsqu'on ne disposera que d'un courant assez faible.

» On peut préparer ces sels par la méthode de Marignac, qui consiste à mélanger les solutions concentrées des fluorures et à laisser cristalliser, ou bien dissoudre dans l'acide fluorhydrique de l'hydrate de glucinium et du carbonate de sodium purs en proportions exactement calculées. Le liquide est évaporé à sec et le résidu fondu dans une capsule de platine. Le sel double peut être coulé sur une lame de platine et conservé dans des flacons de verre. Lorsque la quantité de fluorure de glucinium est inférieure à celle qui correspond à la formule $GF^2 NaF$, le produit devient déliquescant.

» L'électrolyse se fait très commodément dans un creuset de nickel qui sert de pôle négatif, l'électrode positive étant constituée par une lame ou

(1) MARIGNAC, *Annales de Chimie et de Physique*, 4^e série, t. XXX, p. 45.

une baguette de charbon graphitique qui ne se désagrège pas sous l'influence du courant.

» On commence par fondre le sel au moyen d'un brûleur Bunsen, puis l'on fait passer le courant ; on cesse alors de chauffer. La masse se maintient en fusion, il faut éviter une trop grande élévation de température et ne pas dépasser le rouge naissant.

» Nous avons à notre disposition le courant produit par une petite dynamo destinée à la charge des accumulateurs et donnant normalement 20 ampères sous 80 volts. Pendant l'expérience le courant était de 6 à 7 ampères sous 35 à 40 volts. Après quarante-cinq minutes de marche environ, en employant un creuset pouvant contenir une centaine de grammes du sel $\text{GF}^2,2\text{NaF}$, on obtient sur le creuset de nickel, surtout vers la région médiane, un dépôt métallique formé par un feutrage cristallin non adhérent que l'on isole en traitant la masse par l'eau bouillante. Après des lavages prolongés la désagrégation devient complète et l'on recueille une poudre formée uniquement de cristaux assez irréguliers, comme on en rencontre souvent dans les dépôts électrolytiques, et qui est du glucinium pur ne renfermant pas de nickel, ni de fer. Au microscope, il est d'un blanc métallique très brillant ; il ne contient pas trace de matière amorphe.

» Nous avons pu en outre, dans ces essais, obtenir des alliages de glucinium, en opérant dans des creusets de charbon servant de pôle négatif et renfermant le métal à allier à l'état de fusion ; c'est ainsi qu'il nous a été possible de préparer à nouveau les bronzes de glucinium dont nous avons antérieurement décrit la préparation au four électrique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Dosage chimique de l'oxyde de carbone contenu dans l'air, même à l'état de traces.* Note de M. MAURICE NICLOUX (1), présentée par M. Moissan.

« Depuis déjà plusieurs années, sous la direction de M. Gréhant, j'ai eu souvent l'occasion de doser des traces d'oxyde de carbone dans l'air en employant le procédé à la fois physiologique et chimique décrit par lui dans son Ouvrage *Les gaz du sang* (2), et complété par une Communication faite à l'Académie, le 8 novembre 1897 (3).

(1) Travail fait au laboratoire de Physiologie générale du Muséum.

(2) *Les gaz du sang*, 1 vol. (*Encyclopédie Léauté*).

(3) N. GRÉHANT, *Dans quelle limite l'oxyde de carbone est-il fixé par le sang d'un mammifère vivant?* (*Comptes rendus*, 8 novembre 1897.)

» Je me permettrai d'en rappeler le principe : fixation de l'oxyde de carbone par le sang d'un mammifère vivant, extraction des gaz d'un volume déterminé de sang, analyse de ce gaz au grisoumètre. La proportionnalité entre l'oxyde de carbone fixé par le sang et l'oxyde de carbone contenu dans le milieu résout le problème du dosage.

» Cette méthode a fourni déjà un grand nombre de résultats intéressants au point de vue des applications de la Physiologie à l'hygiène, elle en fournira encore; mais j'ai pensé qu'il serait avantageux d'imaginer un procédé de dosage entièrement chimique, simple, rapide, permettant de doser l'oxyde de carbone dans l'air, lorsque ce gaz y est contenu dans des proportions variant entre $\frac{1}{1000}$ et $\frac{1}{50000}$.

» Ce procédé repose sur deux faits, connus déjà depuis fort longtemps :

» 1° L'oxyde de carbone est oxydé par l'acide iodique anhydre à la température de 150° en donnant de l'acide carbonique, et l'iode est mis en liberté en quantité correspondante (1);

» 2° L'iode peut être facilement dosé : au $\frac{1}{2}$ centième de milligramme près si la quantité d'iode est inférieure à 0^{mgr}, 1; à $\frac{1}{100}$ de milligramme près, entre 0^{mgr}, 1 et 0^{mgr}, 2 d'iode; à $\frac{2}{100}$ de milligramme près si la quantité d'iode est supérieure à 0^{mgr}, 2 (entre 0^{mgr} et 0^{mgr}, 4), cela en employant le procédé donné par Rabourdin (2) :

» Mise en liberté de l'iode de l'iodure de potassium par l'acide sulfurique nitreux; dissolution de l'iode dans un volume connu de chloroforme et comparaison de la teinte ainsi obtenue avec celle que l'on obtient dans les mêmes conditions avec une solution titrée d'iodure de potassium.

» *Appareil.* — On prend trois petits tubes en U à tubulures latérales, semblables à ceux qui servent à l'analyse organique. Dans le premier on introduit de la potasse en pastilles, dans le second de la ponce sulfurique, dans le troisième 25^{gr} à 40^{gr} d'acide iodique anhydre. On ferme à la lampe les deux branches de ce dernier pour éviter l'introduction de matières organiques. A la suite du tube à acide iodique on place un tube de Will contenant 5^{cc} de lessive de soude pure d'une densité de 1,3, que l'on additionne de 5^{cc} d'eau distillée. Enfin une aspiration, réglée à raison de 10^{cc} par minute au maximum et produite par un vase de Mariotte, pourra faire circuler les gaz dans le sens du premier tube vers le tube de Will.

(1) DITTE, *Propriétés de l'acide iodique* (Bulletin de la Société chimique, t. I, p. 318; 1870). — C. DE LA HARPE et F. REVERDIN, *Recherche de l'oxyde de carbone dans l'air* (Bulletin de la Société chimique, t. I, p. 163; 1889).

(2) RABOURDIN, *Essai de dosage de l'iode* (Comptes rendus, t. XXXI, p. 784; 1850).

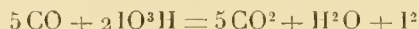
» Le tube en U contenant l'acide iodique est introduit dans un verre cylindrique de Bohême rempli d'huile.

» Le gaz à analyser (1^{lit} suffira pour le dosage, si la quantité de CO est égale ou supérieure à $\frac{1}{20000}$), contenu dans un petit sac de caoutchouc ou un aspirateur gradué, circule dans les deux premiers tubes contenant potasse et ponce; dans le premier, il se débarrasse de CO², de H²S, de SO²; H²S et SO² donneraient la même réaction que l'oxyde de carbone si, étant contenus dans l'air à analyser, ils n'étaient pas retenus; dans le second, il se débarrasse de la petite quantité d'eau qu'il pourrait retenir. Le gaz arrive ensuite au contact de l'acide iodique anhydre maintenu à 150° au moyen du bain d'huile. CO s'oxyde; la vapeur d'iode entraînée par le courant gazeux est retenue par la solution alcaline du tube de Will. Le gaz ayant entièrement circulé, on en chasse les dernières traces de l'appareil en faisant une aspiration d'air atmosphérique.

» Le dosage s'effectue comme l'a indiqué Rabourdin :

» La solution alcaline contenant l'iode est rendue acide par l'acide sulfurique; on ajoute quelques centigrammes de nitrite de soude, 5^{cc} de chloroforme ou mieux de sulfure de carbone, on agite fortement: l'iode mis en liberté se dissout dans l'un de ces dissolvants en leur communiquant une teinte rose que l'on compare à celle obtenue dans les mêmes conditions avec une solution titrée d'iodure de potassium à 0^{mg}, 1 de KI par centimètre cube.

» Le calcul de la réaction



montre que, si KI est exprimé en milligrammes, le volume de CO en centimètres cubes, à 0° et 760^{mm}, est donné par la formule

$$\text{CO} = \frac{\text{KI}}{2,97} \quad \text{et pratiquement} \quad \text{CO} = \frac{\text{KI}}{3}.$$

» Tous les détails du dosage ainsi que les résultats numériques des expériences de contrôle seront consignés dans un Mémoire spécial. Ces expériences montrent que l'erreur maximum est à peine de 10 pour 100.

» Même avec cette erreur maximum qui est en somme peu considérable, le procédé est à même d'avoir quelques applications grâce à sa simplicité et à sa rapidité, les quantités de gaz à faire circuler étant relativement petites: 1^{lit} environ; 2^{lit} à 3^{lit} au maximum.

» *Remarques.* — 1° Il est nécessaire de faire marcher l'appareil à blanc plusieurs heures, à cause des traces de matières organiques qui peuvent avoir été entraînées dans l'acide iodique au moment du montage de l'appareil et qui par leur oxydation donnent de l'iode libre.

» 2° Je me suis assuré que 2^{lit} à 3^{lit} d'air atmosphérique (1) n'ont pas donné trace d'iode en les faisant circuler dans l'appareil.

» 3° Ni l'hydrogène, ni le méthane dans les mêmes conditions ne donnent de réaction analogue.

» *Conclusions.* — Cette méthode permet de doser, avec une précision relativement grande, l'oxyde de carbone contenu dans l'air dans des proportions variant de $\frac{1}{1000}$ à $\frac{1}{50000}$.

» On pourrait cependant objecter une réduction possible de l'acide iodique par des vapeurs organiques pouvant être contenues dans l'air.

» Cette méthode sera alors complétée (dans le cas où la recherche de l'oxyde de carbone dans une atmosphère donnée aurait fourni un résultat positif) par la recherche de ce gaz à l'aide du procédé de M. le professeur Gréhan, procédé qui s'appuie sur la réaction très spéciale de l'oxyde de carbone sur l'hémoglobine. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la dissociation des carbures de baryum et de manganèse.* Note de MM. GIN et LELEUX, présentée par M. Troost.

« Dans une précédente Note (2), nous avons signalé le phénomène, également observé par M. Moissan (3), de la dissociation du carbure de calcium aux températures élevées du four électrique.

» Nous avons repris la même étude pour les carbures *de baryum et de manganèse.*

» Dans notre four électrique, nous avons introduit le carbure grossièrement pulvérisé et nous avons fait jaillir l'arc en laissant la sole immobile, afin de réaliser l'expérience des poches que nous avons déjà indiquée. Il se forme ainsi autour de la région d'émanation calorifique une poche de forme régulière, dont le volume croît jusqu'à une certaine limite.

» Lorsque le régime permanent est atteint, le débit calorifique de la source est égal à la dissipation totale vers les milieux environnants et la surface limite de la poche est précisément l'isotherme correspondant à la température de dissociation du carbure expérimenté.

» Pour obtenir une température très élevée, la densité du courant était de 16 ampères par centimètre carré (diamètre des électrodes 113^{mm}; I = 1600A); le voltage de régime était maintenu à 35 volts.

(1) Air pris au Jardin des Plantes.

(2) *Comptes rendus*, 17 janvier 1898, t. CXXVI, p. 236.

(3) *Comptes rendus*, 24 janvier 1898, t. CXXVII, p. 306.

» Dans ces conditions, nous avons nettement constaté la dissociation *des carbures de baryum et de manganèse* et la volatilisation du métal avec dépôt résiduel de coke dans le fond de la poche, les parois étant également revêtues d'un enduit de graphite brillant, d'aspect bouillonné.

» Avec le carbure de manganèse, on observe un dégagement caractéristique de fumées rousses dues à l'oxydation des vapeurs métalliques au contact de l'air.

» La comparaison du volume des poches montre qu'elles sont plus considérables pour le carbure de baryum que pour le carbure de manganèse. On en déduit évidemment que la température de dissociation du premier corps est moins élevée que celle du second.

» En résumé, l'observation que nous avons faite pour le carbure de calcium s'étend également aux carbures de baryum et de manganèse. Ces corps ne peuvent être volatilisés à l'état combiné ; ils sont dissociables aux températures élevées du four électrique ; leur température de dissociation est inférieure à celle de la volatilisation du carbone. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Recherches sur l'explosion des mélanges grisouteux par les courants électriques.* Note de MM. H. COURIOT et J. MEUNIER, présentée par M. Troost.

« L'emploi de l'électricité dans les houillères prenant chaque jour une nouvelle extension, soit pour l'éclairage, soit pour le transport de la force, il devient d'un grand intérêt, tant au point de vue scientifique qu'au point de vue pratique, de connaître les effets des phénomènes électriques sur les mélanges grisouteux explosifs. Plusieurs savants se sont déjà préoccupés de cette question, et MM. Wüllner et Lehmann, en particulier, ont institué à Aix-la-Chapelle des expériences pour la résoudre. Toutefois, il n'est pas possible de tirer des règles précises des résultats qu'ils ont fait publier dans le Rapport de la Commission prussienne du grisou.

» Depuis deux ans, nous poursuivons des recherches sur le même sujet et, bien que notre travail ne soit pas achevé, nous sommes arrivés à des résultats positifs, que nous avons l'honneur de soumettre à l'appréciation de l'Académie des Sciences, en les exposant brièvement.

» Il y a trois sortes de phénomènes électriques qui peuvent exercer une action sur les mélanges explosifs ;

» 1° L'incandescence d'un fil conducteur, comme celui d'une lampe électrique ;

» 2° Les étincelles électriques, et surtout l'étincelle de rupture du courant ;

» 3° L'arc voltaïque jaillissant entre deux crayons de charbon.

» Nous avons étudié les effets de ces trois sortes de phénomènes, mais nous laisserons provisoirement de côté ceux de l'arc voltaïque qui, on le comprendra sans peine, sont plus compliqués.

» D'autre part, on peut considérer le grisou sous forme de courant gazeux ou sous forme de mélange stagnant.

» GRISOU EN MOUVEMENT. — *Il nous a été impossible d'allumer un courant de grisou, contenant 80 pour 100 de méthane, en le projetant sur un fil métallique porté à l'incandescence par un courant électrique, pas plus que sur l'étincelle de rupture qui a lieu à la fusion du fil métallique.*

» La même expérience répétée avec le gaz d'éclairage ordinaire détermine l'allumage instantané. Il y a donc une différence essentielle à ce point de vue entre les deux gaz. Sous l'influence d'un corps enflammé, il n'en est plus ainsi; les mélanges de grisou et d'air à teneur convenable s'enflamment de la même façon que ceux du gaz d'éclairage. Le contact d'une flamme est donc nécessaire pour enflammer le grisou, et, de fait, nous avons complété l'expérience précédente par l'inflammation du jet de grisou au moyen d'une allumette.

» Nous pouvons donc, d'après ces observations, laisser de côté les courants gazeux, et nous borner à opérer sur des gaz sous cloche pour déterminer les effets de l'incandescence et de l'étincelle électrique.

» EXPLOSEUR. — Pour faire détoner les mélanges explosifs, nous avons eu recours à une disposition bien connue : elle consiste à remplir du mélange une cloche de verre renversée sur la cuve à eau, et à faire rougir au moyen d'un courant électrique un fil métallique placé au sein du gaz. Le fil est maintenu dans sa position au moyen de deux conducteurs métalliques isolés et recourbés de façon à pouvoir pénétrer dans la cloche; les extrémités seules de ces conducteurs sont découvertes pour qu'il soit possible d'enrouler de chaque côté le fil qui les réunit. L'incandescence amène bientôt la fusion du fil accompagnée d'une étincelle de rupture.

» La combustion du grisou, comme celle de tous les gaz combustibles, ne peut s'effectuer que par propagation rapide d'une couche gazeuse à l'autre, avec production de flamme, ou par combustion lente sans caractère extérieur, ou enfin par explosion, toute la masse entrant instantanément en réaction. Quelle que soit la composition, jamais nous n'avons obtenu par l'électricité l'inflammation du grisou, comme on l'obtient au

moyen d'un corps enflammé: en outre, la proportion de gaz carbonique formée par la combustion lente est très faible, et même sa production reste souvent douteuse.

» Les effets extérieurs de l'électricité sur les mélanges grisouteux peuvent se résumer dans les trois principes suivants :

» 1° *L'électricité ne provoque, au sein d'un mélange tonnant de grisou, qu'un seul phénomène apparent : celui de l'explosion.*

» 2° *Les fils métalliques portés à l'incandescence par un courant électrique sont impuissants à déterminer l'explosion des mélanges, même les plus explosifs.*

» Ces deux premiers principes ont été démontrés par plusieurs centaines d'expériences faites dans des conditions variées. Non seulement nous avons opéré sur des mélanges de compositions différentes et déterminées aussi rigoureusement que possible, mais, pour prévenir les objections qui pourraient surgir sur la nature des conducteurs incandescents employés, nous nous sommes servis de fils de plomb, d'aluminium, d'argent, de cuivre, de laiton, de palladium, de fer et de platine et, grâce à la différence des points de fusion de ces fils, nous avons pu porter l'incandescence à des températures de plus en plus élevées; nous avons fait croître la longueur de la partie incandescente en lui donnant différentes formes; nous avons varié les diamètres des fils depuis 0^{mm},05 jusqu'à 0^{mm},35, ce qui fait varier la section de 1 à 50; nous avons prolongé la durée de l'incandescence pendant dix minutes, pour élever notablement la température du gaz : toutes ces tentatives sont demeurées sans résultat; *tant que le fil incandescent ne s'est pas rompu, l'explosion ne s'est pas produite.*

» 3° *L'explosion, quand elle a lieu, ne se produit qu'à la rupture du conducteur incandescent, sous l'influence de l'étincelle de rupture.*

» L'explosion étant due uniquement à l'étincelle de rupture du courant, il est à remarquer que les étincelles qui surgissent souvent entre le fil incandescent et les conducteurs métalliques qui le supportent sont impuissantes à la produire. Il n'est pas nécessaire que le fil rompu ait été au préalable porté à l'incandescence, car nous avons obtenu des explosions par la fusion de fils de plomb employés comme coupe-circuit, et l'on sait que ce métal fond vers 300°, par conséquent bien avant d'avoir atteint la température de l'incandescence.

» Il faut dire aussi que la facilité avec laquelle les mélanges font explosion varie avec les moindres changements de composition : nous aurons plus tard l'occasion de le démontrer. Les mélanges les plus facilement explosifs sont ceux qui renferment 9,5 pour 100 de méthane, possédant ainsi la quantité d'oxygène suffisante pour que le méthane soit entièrement brûlé. *La combustion est complète dans l'explosion tant que la proportion de ce gaz ne tombe pas au-dessous de 5,5 pour 100.* On observe

encore de légères explosions jusqu'à 4,5 pour 100; à cette teneur, la proportion du méthane brûlé dans l'explosion est du tiers environ de sa totalité; pour une dilution plus grande du grisou dans l'air, le phénomène qui accompagne l'étincelle est le même que dans l'air pur. *La teneur de 12 pour 100 est la limite supérieure d'explosivité;* nous n'avons pas pu obtenir d'explosion dans les mélanges à 12,25 pour 100.

» Nous continuerons cette étude en faisant connaître dans quelles conditions il faut se placer pour déterminer à volonté l'explosion au moyen de l'étincelle. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation et l'éthérisation de l'acide diméthylsuccinique dissymétrique.* Note de M. E.-E. BLAISE, présentée par M. Friedel.

« L'acide camphorique présente, au point de vue de l'éthérisation, des particularités remarquables qui ont été mises en évidence par M. Friedel : c'est ainsi que, par éthérisation directe, en présence d'acide chlorhydrique, on n'obtient qu'un monoéther, facilement saponifiable, tandis que, par saponification partielle du diéther, on obtient un éther acide qui résiste à la saponification. M. Haller a montré, d'autre part, qu'il existe un camphorate acide de bornyle fournissant un sel de sodium décomposable par l'acide carbonique.

» Il y avait intérêt à rechercher si certains acides gras, bibasiques, ne présentaient pas des particularités analogues, ce qui aurait confirmé l'existence de deux carboxyles dans l'acide camphorique, alors que M. Friedel attribue à cet acide la constitution d'un acide-alcool.

» Mes premières recherches ont porté sur l'éthérisation de l'acide diméthylsuccinique dissymétrique.

» Cet acide a été obtenu par action de bromoisobutyrate d'éthyle sur le malonate d'éthyle sodé, saponification de l'éther obtenu et décomposition par la chaleur de l'acide tricarboxylé ainsi formé. On obtient ainsi, fait déjà connu, un mélange d'acide diméthylsuccinique et d'acide α -méthylglutarique. Cela tient non pas à la présence d'éther β -bromé dans l'éther α -bromobutyrique, mais à ce que le malonate sodé transforme ce dernier en éther $\beta\beta$ -diméthylacrylique qui, par condensation avec le malonate d'éthyle sodé, fournit un éther tricarboxylé correspondant à l'acide α -méthylglutarique. En effet, on améliore considérablement le rendement en dérivé succinique en opérant non plus dans l'alcool, mais dans le xylène.

» L'étude de l'éthérisation a été conduite de la manière suivante :

» On additionne l'acide de dix fois son poids d'alcool absolu, renfermant 1 pour 100

d'acide chlorhydrique; on chauffe à reflux, au bain-marie, pendant des temps variables. On refroidit rapidement, on additionne d'hélianthine et de phtaléine, puis on ajoute goutte à goutte, au moyen d'une burette graduée, une solution titrée d'éthylate de sodium. La liqueur rouge passe au jaune d'or lorsque l'acide chlorhydrique est neutralisé, et le volume d'éthylate alcalin qu'on ajoute alors, jusqu'à apparition de la coloration rouge de la phtaléine, mesure l'acidité organique. On distille l'alcool au bain-marie, dans le vide, en ayant soin de surmonter le ballon d'un tube à deux boules pour éviter tout entraînement de l'éther. Le résidu est redissous dans l'eau et épuisé cinq fois par son volume d'éther de pétrole. On évapore ce solvant après l'avoir séché sur le sulfate de sodium anhydre; le résidu, chauffé à 180° pour éliminer toute trace d'éther de pétrole, représente l'éther neutre formé dans la réaction.

» Si Π représente le poids de soude correspondant à l'acidité organique, P le poids d'acide employé, et p le poids de l'éther neutre, l'acide libre, x , et l'éther acide, y , sont donnés par les équations

$$x = 1,82\Pi - 0,99P + 0,72p,$$

$$y = 2,38P - 1,72p - 2,17\Pi$$

pour l'acide diméthylsuccinique.

» Les expériences ont été effectuées comparativement sur l'acide succinique et sur l'acide diméthylsuccinique; elles ont fourni les résultats suivants, chaque essai portant sur 5^{gr} d'acide :

| | Durée de la réaction. | Éther | | Acide libre. |
|--------------------------------|-----------------------------|---------|--------|--------------|
| | | neutre. | acide. | |
| Acide succinique... .. | 10 ^m | 6,36 | 1,57 | » |
| | 20 | 6,59 | 0,99 | » |
| | 30 | 6,86 | 0,54 | |
| Acide diméthylsuccinique... .. | 10 | 0,49 | 3,34 | 1,82 |
| | 20 | 1,27 | 3,68 | 0,98 |
| | 30 | 2,19 | 3,23 | 0,68 |

» Dans le cas de l'acide succinique, on obtient pour l'acide libre des nombres légèrement négatifs (— 0,05 à — 0,15), ce qui tient à ce que p est toujours un peu faible, l'éther neutre ne pouvant être séparé totalement, et l'on peut admettre qu'il n'existe pas d'acide libre.

» Ces résultats montrent :

» 1° Que, même dans le cas de l'acide succinique, les deux carboxyles ne sont pas éthérifiés simultanément: il semble que les deux fonctions acides augmentent mutuellement leur propre acidité, et que, lorsque l'une

d'elles est neutralisée par étherification, l'autre devienne moins facilement étherifiable;

» 2° Que, lorsque la molécule est dissymétrique, les deux fonctions acides ont une valeur très différente, le carboxyle tertiaire s'étherifiant beaucoup plus difficilement que le carboxyle primaire;

» 3° Qu'on peut, en suivant cette méthode, déterminer avec facilité si la molécule d'un acide succinique substitué est symétrique ou dissymétrique; dans le premier cas le rapport $\frac{\text{éther acide}}{\text{éther neutre}}$ est inférieur à l'unité; il lui est très supérieur dans le second;

» 4° Qu'il n'y a pas de rapport constant entre les poids de l'éther acide et de l'éther neutre formés aux divers moments de la réaction; les courbes représentatives des vitesses d'étherification de ces deux fonctions ne sont donc pas semblables et atteignent leur maximum en des temps différents.

» Si, d'autre part, l'étherification est effectuée à l'aide d'alcool renfermant 3 pour 100 d'acide chlorhydrique, et si on la prolonge pendant deux heures, on obtient, pour l'acide succinique, 92 pour 100 d'éther neutre, et pour l'acide diméthylé 86 pour 100 de l'éther correspondant. Il n'y a donc pas une différence bien notable dans les limites d'étherification. Enfin, il m'a été impossible de constater dans la saponification des éthers des particularités analogues à celles que présente l'acide camphorique.

» On voit donc apparaître des différences considérables dans les vitesses d'étherification des deux fonctions acides de l'acide diméthylsuccinique, et l'on comprend que dans une molécule plus complexe, comme celle de l'acide camphorique, ces différences puissent s'accroître. Mais jusqu'au jour où l'on aura obtenu un acide bibasique présentant les particularités de l'acide camphorique, la formule proposée par M. Friedel conservera toute sa valeur (1). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les isobornéols de synthèse; leur identité avec les alcools fenoïliques.* Note de MM. G. BOUCHARDAT et J. LAFONT.

« Nous rappelons que l'isobornéol ou alcool fenoïlique dextrogyre, dont nous avons effectué la synthèse par l'union de divers acides au térébenthène gauche, s'extrait, par de laborieuses distillations, des huiles ayant fourni le bornéol droit. L'alcool fenoïlique cristallise des portions distillant de 197° à 201°. Les fractions 201 à 206 restent liquides; du bornéol gauche cris-

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie organique de la Faculté des Sciences.

tallise abondamment des portions supérieures. En continuant les distillations, on sépare intégralement ces huiles en ces deux produits solides.

» L'*isobornéol* ou *alcool fenoïlique droit*, purifié par des cristallisations dans l'hydrure d'amylène, fond à 42°, bout à 201° sous la pression normale. Sa densité à + 40° (liquide) est de 0,935; son pouvoir rotatoire en solution alcoolique au dixième est $[\alpha]_D = + 10^{\circ}20'$; ce pouvoir varie avec le mode d'obtention; nous avons, dans la préparation du térébène, obtenu des alcools fenoïliques de pouvoir rotatoire + 11° et + 5°. Il est soluble en toutes proportions dans l'alcool, l'éther, le sulfure de carbone, les carbures d'hydrogène, très soluble même dans les éthers de pétrole les plus légers, d'où il cristallise en larges tables plus épaisses que celles de bornéol.

» Sous l'action des acides anhydres il forme des éthers. L'éther acétylfenoïlique est liquide, bout à 125°-127° sous une pression de 5^{cm} de mercure. Sa densité à 0° est de 0,9817; son pouvoir rotatoire, observé sans dissolvant, est de + 56°39'. L'alcool régénéré n'a plus qu'un pouvoir rotatoire de + 9°20'. L'éther benzoïque est liquide, épais, bouillant de 183° à 188° sous 2^{cm} de pression; sa densité à 0° est de 1,129, son pouvoir rotatoire de + 10°32'; l'alcool régénéré de cet éther n'a plus qu'un pouvoir rotatoire de + 8°55'. L'anhydride benzoïque n'avait pas éthérifié la totalité de l'alcool et les portions échappées à son action n'avaient non plus qu'un pouvoir rotatoire de + 9°. L'action de la chaleur et des acides transforme donc l'alcool actif en isomère inactif.

» Le pentachlorure de phosphore transforme immédiatement, et à froid, l'alcool fenoïlique droit, en solution dans l'éther de pétrole, en un monochlorhydrate liquide, même à - 60°, distillant à 105°-110° sous 3^{cm} de pression en perdant un peu d'acide chlorhydrique, de densité un peu supérieure à celle de l'eau et donnant, par l'action de la potasse alcoolique ou de la toluidine, un carbure C²⁰H¹⁶, bouillant à 159° comme le camphène, mais liquide.

» Le produit d'oxydation de cet alcool fenoïlique par l'acide azotique a la composition exprimée par la formule C²⁰H¹⁶O²; il est liquide. Sa densité à 0° est de 0,963; sous 5^{cm} d'épaisseur, la déviation observée $[\alpha]_D$ est de - 26°48'. Il se prend en masse vers - 10° et commence à fondre dès cette température, mais la fusion totale n'est obtenue qu'à + 4°. Ce produit n'est qu'un mélange de *fenchone gauche*, fondant à + 8°,5, et de *fenchone inactive*, par compensation fondant à - 18°, comme nous l'avons établi ultérieurement. Nous avons utilisé cette différence dans les points de fusion pour isoler ces deux isomères du produit d'oxydation de l'alcool fenoïlique de synthèse. En séparant les cristaux persistant à des températures croissantes de + 3° à + 7°, nous avons une acétone fenoïlique ou *fenchone lévogyre*, fondant à + 8°,5, bouillant à 193°; de densité, à 0°, comprise entre 0,961 et 0,963. La déviation polarimétrique la plus élevée, observée à + 15° sous 5^{cm}, est de - 30°5', ce qui correspond à un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = - 64^{\circ}$ environ.

» La *fenchone*, extraite par nous de l'essence de fenouil par de simples distillations et des cristallisations, a rigoureusement la même forme cristalline, fond de + 8° à + 9°; la déviation observée sous 5^{cm} est identique, $[\alpha]_D = + 30^{\circ}4'$, mais inverse (1).

(1) M. Wallach, qui a fait l'étude complète de la *fenchone* du fenouil, lui attribue un pouvoir plus élevé, + 71°; mais il a opéré sur des solutions alcooliques et non sur le corps fondu.

» Les portions de la préparation précédente restées liquides ont été refroidies à -21° , solidifiées par l'amorce d'une parcelle solide de fenchone lévogyre. La masse solide, en se réchauffant lentement vers -15° , fond en partie. Le liquide ainsi obtenu et purifié par plusieurs opérations semblables a exactement la composition de la fenchone lévogyre. Il bout à 193° . Sa densité à 0° est de 0,961; il se prend à -21° , quand on l'amorce avec un cristal de fenchone gauche, mais fond seulement aux environs de -18° à -16° . Il dévie encore très peu à gauche le plan de polarisation; pour une épaisseur de 5^{cm} , $[\alpha]_{\text{D}} = -34'$ à $-42'$. Toutes les autres propriétés de ce corps coïncident avec celles de la fenchone gauche ou droite. C'est donc une *fenchone inactive* par compensation, encore impure; son origine paraît due aux modifications de pouvoirs rotatoires subies par l'alcool fenoïlique ou le carbure générateur, sous l'action de la chaleur et des acides. Le mélange à poids égaux de fenchone de synthèse et de fenchone du fenouil est inactif et fond de même de -18° à -16° . La fenchone de synthèse se combine à l'hydroxylamine; cette union se fait plus incomplètement que pour la fenchone du fenouil. Les deux produits sont identiques, sauf les pouvoirs rotatoires rigoureusement égaux, mais de sens inverse. La fenoxime lévogyre est solide, fusible de $+161^{\circ}$ à $+163^{\circ}$, peu soluble dans l'alcool froid, soluble dans l'éther qui par évaporation laisse des cristaux clinorhombiques, présentant la combinaison des faces p , m , g^1 , h^1 ; nous n'avons pas observé de modifications hémédriques. Les angles mesurés sont identiques avec ceux observés sur la fenoxime droite et concordent avec les mesures de M. Hintz faites sur cette dernière; entre autres :

Fénox. lév..... $p : h^1 = 76^{\circ}32'$ (supp.); $p : m = 81^{\circ}30'$; $m : m = 103^{\circ}14'$
 Fénox. natur..... $p : h^1 = 76^{\circ}22'$; $p : m = 81^{\circ}16'$; $m : m = 103^{\circ}12'$

» La fenoxime de synthèse a, en solution alcoolique au $\frac{1}{30}$, un pouvoir rotatoire $[\alpha]_{\text{D}} = -52^{\circ}20'$, de sens opposé et égal en grandeur à celui de la fenoxime du fenouil (Wallach $+52^{\circ}44'$). La fenoxime lévogyre de synthèse, mélangée, à poids égaux, à la fénoxime du fenouil, donne des solutions inactives qui, par évaporation de solutions éthérées, fournissent des cristaux doublement obliques, combinaisons des faces p , m , t , b , d , s , dont aucun des angles ne concorde avec ceux observés pour les fenoximes actives. Cette fenoxime inactive, qui paraît être une variété racémique, fond à 154° - 156° . La fenchone lévogyre, traitée soit par la potasse alcoolique, soit par le sodium en solution alcoolique, régénère un alcool fenoïlique dextrogyre, mais dont le pouvoir rotatoire est moins élevé que celui du primitif.

» Il nous paraît résulter de cette comparaison que l'isobornéol droit de synthèse est constitué par un mélange d'alcool fenoïlique droit et d'alcool fenoïlique inactif, ce dernier dans la proportion d'un douzième environ. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la décomposition partielle du chloroforme dans l'organisme.* Note de MM. A. DESGREZ et M. NICLOUX, présentée par M. d'Arsonval.

« L'analyse comparative des gaz extraits du sang d'un même animal, avant et après anesthésie par le chloroforme, nous a permis de constater la production de faibles proportions d'un gaz combustible, à la suite de cette anesthésie (1). Nous avons considéré ce gaz comme formé d'oxyde de carbone, en nous basant sur ce fait, précédemment établi par l'un de nous (2), que la décomposition du chloroforme, *in vitro*, en milieu alcalin aqueux, donne naissance à ce composé. Dans une Note récente (3), M. de Saint-Martin reconnaît « la parfaite exactitude » de nos expériences, mais ajoute que nos conclusions paraissent infirmées par cette circonstance que le sang normal lui a fourni de l'oxyde de carbone aussi bien que celui recueilli après anesthésie. Il suppose, dans les deux cas, la méthode analytique justiciable de ce résultat; l'oxyde de carbone pouvant, d'après lui, provenir de l'action exercée par l'acide acétique sur le sang. En réponse à cette critique, nous appellerons d'abord l'attention sur les points suivants :

» 1° Si l'acide organique dégageait l'oxyde de carbone observé, par réaction sur le sang, la quantité de gaz produite devrait être sensiblement égale, dans les conditions comparables de nos expériences, et non varier du simple au double, ou même du simple au quadruple, ainsi que le montrent et nos premières recherches et celles que nous présentons aujourd'hui.

» 2° Rien ne s'oppose, théoriquement, à ce que le gaz combustible signalé, dans le sang, pour la première fois par M. Gréhant, contienne normalement de l'oxyde de carbone. Les expériences nouvelles, que nous relatons plus bas, confirmeraient cette manière de voir tout en vérifiant les conclusions de notre première Note. Si elles montrent, en effet, que le sang normal donne de l'oxyde de carbone à l'analyse, elles établissent, en outre, que la proportion de ce gaz peut doubler, tripler et même quadrupler, dans le même sang, après anesthésie par le chloroforme.

(1) *Comptes rendus*, 6 décembre 1897.

(2) *Ibid.*, 15 novembre 1897.

(3) *Ibid.*, 14 février 1898.

» 3° Les expériences mêmes de M. de Saint-Martin, quoique non comparatives, confirment, d'ailleurs, les conclusions de nos premières recherches. Rappelons ses résultats :

| Oxyde de carbone par litre. | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| Sang normal. | Sang de chiens anesthésiés. |
| 0 ^{cc} , 8 | 1 ^{cc} , 82 |
| 1 ^{cc} , 2 | 2 ^{cc} , 4 |

» *Nouvelles expériences.* — Nous avons appliqué au contrôle de nos premières recherches la méthode de dosage de faibles quantités d'oxyde de carbone, publiée par l'un de nous dans ce numéro des *Comptes rendus* (p. 746). Les expériences ont été pratiquées selon la technique générale déjà indiquée (1), avec cette différence que l'anesthésie a été obtenue tantôt à l'aide de la soupape de Müller, avec un mélange d'alcool et de chloroforme, tantôt à l'aide d'une éponge imbibée de chloroforme et placée au fond d'un bocal à large ouverture.

» *Première expérience.* — Chien pesant 7^{kg}, 500. Son sang normal contient 1^{cc}, 6 d'oxyde de carbone par litre. L'anesthésie, commencée à 11^h 20^m, est entretenue à l'aide du mélange d'alcool (3 parties) et de chloroforme (1 partie), jusqu'à 11^h 40^m, reprise à 11^h 50^m jusqu'à 1^h 30^m, puis de 1^h 40^m à 2^h 30^m. Une analyse des gaz du sang donne alors, par litre, 2^{cc}, 9 d'oxyde de carbone. Anesthésie reprise de 3^h à 4^h 30^m, oxyde de carbone : 2^{cc}, 5; anesthésie de 5^h à 6^h 30^m, oxyde de carbone : 2^{cc}, 4. On n'a pas ajouté de chloroforme pendant toute la durée de l'expérience, ce qui explique la proportion décroissante de l'oxyde de carbone.

» *Deuxième expérience.* — Chien pesant 16^{kg}. Son sang normal contient, comme celui du précédent, 1^{cc}, 6 d'oxyde de carbone par litre. L'anesthésie est obtenue à l'aide du chloroforme pur (non mélangé d'alcool). Début à 9^h 25^m. A 10^h 45^m, on trouve 4^{cc}, 0 d'oxyde de carbone par litre de sang; à 11^h 50^m, 5^{cc}, 3; à 1^h 50^m, 6^{cc}, 4; enfin, à 2^h 50^m, 6^{cc}, 9. A 5^h 50^m, trois heures après la cessation du chloroforme, une dernière analyse nous a donné 3^{cc}, 7 d'oxyde de carbone par litre de sang. L'animal a succombé le lendemain, à 7^h du soir.

» *Troisième expérience.* — Chien pesant 10^{kg}. Sang normal, contient 1^{cc}, 47 d'oxyde de carbone par litre. Anesthésie par le chloroforme pur, de 9^h 20^m à 11^h 36^m; le sang contient alors 4^{cc} d'oxyde de carbone. L'anesthésie est continuée. A 1^h 36^m, 4^{cc}, 4; on cesse le chloroforme; et à 3^h 36^m (deux heures après), on trouve 2^{cc}, 96 d'oxyde de carbone par litre de sang.

(1) *Comptes rendus*, 6 décembre 1897.

» Ces deux expériences, comparées à la première, montrent que l'anesthésie par le chloroforme pur nous a donné plus d'oxyde de carbone que l'anesthésie pratiquée avec le mélange d'alcool et de chloroforme. Il est juste d'ajouter que, dans la deuxième expérience, où l'oxyde de carbone atteint 6^{cc},9 par litre de sang, l'anesthésie a été aussi intense que possible.

» *Anesthésie par l'éther.* — Sur le conseil de M. Gréhan, nous avons soumis l'anesthésie par l'éther à l'application des deux méthodes de recherches (grismètre et réduction de l'acide iodique) que nous venions d'utiliser pour le chloroforme. A l'intérêt propre de la question s'ajoutait, pour nous, le désir de savoir si un anesthésique, beaucoup plus volatil que le chloroforme, ou encore si l'anesthésie elle-même n'avaient pas une influence sur la quantité des gaz combustibles du sang.

» *Première expérience : application du grismètre.* — Chien pesant 7^{kg},500. Son sang normal donne, au grismètre, une réduction de 0^{div},7. Après une heure d'anesthésie par l'éther, réduction 0^{div},5; après une heure trente minutes, 0^{div},6; après deux heures trente minutes, 0^{div},7.

» *Deuxième expérience : emploi de l'acide iodique.* — Chien pesant 8^{kg}. Oxyde de carbone du sang normal : 1^{cc},88 par litre. Début de l'anesthésie : 2^h 30^m; à 5^h l'analyse donne 1^{cc},47; à 6^h 30^m, 1^{cc},36 d'oxyde de carbone par litre.

» Ces deux expériences suffisent à montrer que, au lieu d'une augmentation des gaz combustibles du sang, l'éther paraît, au contraire, tendre à en provoquer une diminution.

» *Conclusions.* — Le sang normal donne à l'analyse une faible proportion d'oxyde de carbone. Comme ce gaz augmente notablement dans le sang des animaux anesthésiés par le chloroforme, nous ne pourrions pas, même en l'acceptant pour le sang normal, étendre l'hypothèse de M. de Saint-Martin jusqu'à expliquer ces augmentations par l'influence de l'acide acétique sur le sang. Ce serait supposer, en effet, que cette influence est fonction directe de l'anesthésie.

» Les chiffres que nous avons tirés de la Note de M. de Saint-Martin et mis plus haut en parallèle, et, mieux encore, ceux qui résultent des nouvelles expériences que nous présentons, confirment les conclusions d'abord obtenues, par nous, avec le grismètre, à savoir que le chloroforme se décompose, dans l'économie, en donnant de l'oxyde de carbone. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Mucine vraie produite par un bacille fluorescent pathogène*. Note de M. CH. LEPIERRE, présentée par M. Armand Gautier.

« J'ai eu l'occasion de signaler, il y a deux ans, dans mes recherches sur la fonction fluorescigène des microbes (1), que le bacille fluorescent que j'étudiai alors produisait de grandes quantités de mucine. La Note des *Annales* disait simplement que la mucine se forme dans ces cultures et indiquait quelques conditions de sa formation. Aussi me permettrai-je, après lecture de l'intéressante Communication de MM. Charrin et Desgrez (2), de transcrire ici les quelques lignes que je consacrais à ce même sujet dans un article plus détaillé, publié en français dans un Recueil portugais (3) :

» Les cultures en peptones (4), filtrées, renferment, après quelque temps, de grandes quantités de mucine. Le bouillon de viande en fournit au contraire bien moins. Cette mucine a été reconnue aux caractères suivants : précipitation par l'acide acétique, insoluble dans un excès modéré de cet acide; soluble dans les alcalis dilués, solution que les acides reprécipitent. Ce précipité, purifié par précipitations successives et dialysé, renferme de l'azote; ces propriétés excluent l'idée d'une gélatine ou d'une gomme.... Plus loin j'ajoutais que « dans les bouillons à base de peptones, la quantité » de mucine formée est petite » et que « les cultures qui se sont développées dans les » milieux minéraux (azote ammoniacal et acide organique) renferment de la mucine, » même celles où la fluorescence ne s'est pas produite : *la mucine peut donc se produire indépendamment de la fluorescence.*

» J'indiquais également que les milieux où le microbe s'est développé sans production de fluorescence, tout en donnant de la mucine, étaient à base de lactate, malonate, malate, tartronate, isosuccinate, pyrotartrate, éthylmalonate, glycérate ou glycolate; les milieux où la fluorescence et la mucine se produisent simultanément sont : le citrate, le succinate, l'oxy-

(1) *Annales de l'Institut Pasteur*, 1895 (*Recherches sur la fonction fluorescigène des microbes*).

(2) *Comptes rendus*, p. 596, 21 février 1898.

(3) *L'Instituto de Coimbra*, 1896, p. 3 (*Recherches sur la fonction fluorescigène des microbes*).

(4) Bouillon de peptone Chassaing à 2 pour 100, sans viande. Cette peptone contient, d'après mes analyses, 30 à 34 pour 100 d'albumoses et 55 à 60 pour 100 de vraies peptones.

glutarate, l'oxyprotartrate, le glutarate. Les liquides à base *d'asparagine* me donnèrent également de la mucine.

» Depuis, j'ai continué l'étude de cette mucine : je comptais faire connaître mes résultats lors de la publication d'un travail sur les mucines des kystes. C'est ainsi que j'ai vérifié que la mucine du bacille fluorescent ne contient presque pas de phosphore; de plus, elle se dédouble par les acides avec production d'un sucre réducteur. Il s'agit donc d'une *mucine vraie* et non d'une *nucléo-albumine*.

» Si nous comparons ces résultats à ceux obtenus par MM. Charrin et Desgrez, nous voyons que, de même que pour le bacille pyocyanique, la formation de la mucine est indépendante de la fonction chromogène. Mais tandis que le bacille pyocyanique ne donne pas de mucine dans les milieux minéraux ou peptonisés, tout en en produisant dans les bouillons de viande, le bacille fluorescent en produit dans un grand nombre de milieux essentiellement minéraux et dans les milieux peptonisés, sans en donner dans les bouillons de viande.

» Nous avons également observé la formation de substances mucinoïdes dans les liquides de culture d'un bacille que nous avons décrit comme agent pathogène de la *maladie du sommeil* (¹).

» Quant au rôle des bactéries mucinogènes dans les inflammations muco-membraneuses, nous partageons pleinement l'opinion de MM. Charin et Desgrez, d'après les résultats de nos inoculations avec les bacilles cités dans cette Note (²). »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action de la bactérie du sorbose sur les alcools plurivalents*. Note de M. GARRIEL BERTRAND, présentée par M. Duclaux.

« J'ai montré que la sorbite peut être facilement transformée en sorbose sous l'influence d'un microbe particulier, désigné précisément sous le nom de *bactérie du sorbose* (³). Depuis, MM. Vincent et Delachanal ont, à l'aide du même microbe, obtenu du lévulose avec la mannite (⁴).

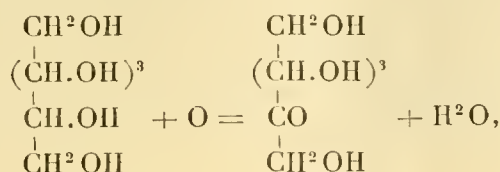
(¹) *Société de Biologie*, p. 89; 28 janvier 1898.

(²) Travail du laboratoire de Microbiologie de l'Université de Coïmbra.

(³) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 900; 1896 et *Bull. Soc. chim.* (3^e série), t. XV, p. 627; 1896.

(⁴) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 716; 1897.

» Comme il est facile de le remarquer, ces deux transformations sont absolument comparables; elles correspondent à la production d'un cétose par oxydation d'un groupement alcoolique secondaire du corps primitif; la même formule de réaction suffit à les représenter :



la sorbite et la mannite, d'une part, le sorbose et le lévulose, d'une autre, ne différant que par leur structure stéréochimique.

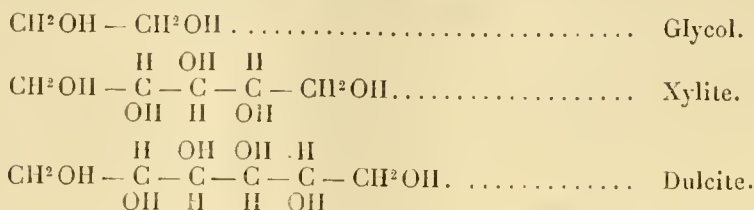
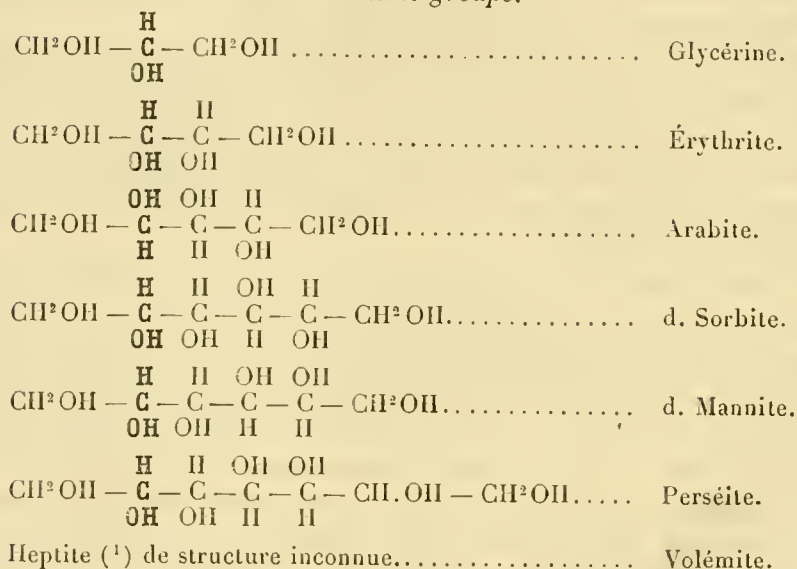
» Cette remarque m'a engagé à faire réagir la bactérie du sorbose sur d'autres alcools plurivalents, pour voir s'il n'y aurait pas là une méthode générale, permettant d'obtenir de nouveaux sucres à fonction cétonique. Ce sont les résultats généraux de cette étude que je résumerai aujourd'hui, me réservant de donner les détails à l'occasion de chacune des matières sucrées que j'ai pu obtenir.

» Les alcools plurivalents que j'ai essayés se divisent en deux groupes. Les uns, c'est-à-dire le glycol, la xylite et la dulcite, sont impropres au développement de la bactérie du sorbose; ils résistent à son action oxydante et on peut les retrouver dans des cultures très anciennes. Les autres, au contraire, surtout la glycérine, la sorbite et la mannite, dont le coefficient de carbone est un multiple de trois, contribuent d'une manière très favorable à la végétation du microbe; ils sont, en même temps, transformés en sucres réducteurs, différant de l'alcool générateur par H² en moins. Ce sont, avec les trois déjà nommés, l'érythrite, l'arabite, la volémité et la perséite.

» Ce qu'il y a de particulièrement intéressant dans cette inégale résistance des alcools plurivalents à l'action de la bactérie du sorbose, c'est qu'il existe une relation étroite, d'ordre stéréochimique, entre les deux groupes dans lesquels se rangent ces alcools. La comparaison des formules développées montre, en effet, que ce sont seulement les alcools renfermant un chaînon CH.OH disposé de telle manière que, d'un même côté de la chaîne, il n'y ait pas un atome d'hydrogène à côté de l'oxhydrile attaquant, qui sont oxydés par la bactérie du sorbose.

» Cette règle apparaît nettement en jetant les yeux sur le Tableau ci-

dessous, dans lequel les chaînons oxydables ont été indiqués par des caractères gras.

Premier groupe.*Deuxième groupe.*

» On y voit, il est vrai, que certains alcools possèdent plusieurs chaînons attaquables dans leur molécule; mais c'est là une circonstance qui peut seulement obscurcir la règle énoncée; elle n'atteint pas sa généralité.

(¹) Le volémulose, obtenu par l'action de la bactérie, correspond bien, d'après la composition de son osazone (point de fusion : + 205°-207°) à la formule C⁷H¹⁴O⁷. Ou sait que M. E. Fischer (*Berichte d. c. G.*, t. XXVIII, p. 1973; 1895) était arrivé à une osazone analogue en partant du produit d'oxydation de la volémite par le brome ou l'acide nitrique.

» L'expérience prouve, en effet, qu'un seul chaînon est oxydé par la bactérie. Dans le cas de la mannite, où il y a deux chaînons symétriques, cette oxydation conduit, quelque endroit où elle porte, au même lévulose; avec l'érythrite, au contraire, elle doit fournir deux érythroloses optiquement inverses. J'espère, d'ailleurs, revenir bientôt sur ces points.

» Pour le moment, je me contente de faire ressortir combien peut être précise et délicate la fonction chimique de certains microbes et l'intérêt qui s'attache à l'emploi méthodique de ceux-ci, même au seul point de vue de la Chimie pure (1). »

ZOOLOGIE. — *Influence du milieu et des variations chez les Protozoaires.*

Note de M. J. RUNSTLER, présentée par M. Milne-Edwards.

« La théorie évolutionniste a pour base directement constatable la variabilité des espèces et la genèse d'espèces nouvelles, d'où l'on a conclu à une descendance universelle. Les procédés précis par lesquels s'opère le phénomène ainsi invoqué ne sont pas encore établis avec une sécurité définie.

» Pour Darwin, les variations des êtres sont accidentelles, et le moteur de la transformation spécifique se trouve dans la sélection naturelle par la lutte pour l'existence (dispositions offensives ou défensives, colorations sympathiques, mimétisme, etc.). Bien différente était la conception de son devancier Lamarck qui ne croyait qu'à l'influence du milieu comme point de départ des variations; celles-ci étaient donc provoquées (usage, non-usage, température, etc.). L'adaptation fonctionnelle ou l'évolution régressive, fixées par l'hérédité progressive, conquièrent encore tous les jours de nouveaux partisans. Nageli ajoute à ces processus des variations, en quelque sorte autonomes, dues à des forces internes, en vertu desquelles les organismes possèdent une tendance à se transformer par une complication ascendante.

» Quelle que puisse être l'importance relative de ces divers processus, il est des circonstances particulières qui ont pour effet direct d'accélérer la production des variations. La théorie des migrations est basée sur le fait que des milieux séparés les uns des autres par des barrières infranchissables présentent des espèces différentes. Si ces milieux étaient originellement réunis entre eux, ces espèces sont plus ou moins voisines, mais, en général, d'autant plus dissemblables que la séparation remonte à une date plus lointaine. Donc, si le séjour des espèces dans leur milieu originel ne stimule guère les variations, au contraire, la constitution d'espèces nouvelles est un résultat ordinaire de voyages ou de séparations accidentelles de groupes d'individus.

(1) Travail du laboratoire de Chimie du Muséum.

Sous l'influence de conditions de milieu nouvelles, des modifications rapides interviennent, qui altèrent les caractères spécifiques primitifs. Les faunes d'îles originellement rattachées au continent sont un excellent exemple de ces faits.

» Dans l'ensemble de ces phénomènes de migration, il est des particularités sur lesquelles l'attention des observateurs ne s'est pas suffisamment fixée. De recherches poursuivies depuis de longues années sur les Protozoaires il résulte que des individus changés artificiellement et brusquement de milieu présentent, dans la règle, une réaction pathologique à laquelle le plus grand nombre ne résistent pas. Les changements de milieu d'un être adulte et adapté à ses conditions primitives exercent une influence néfaste sur l'organisme, et toute transplantation est une opération délicate. Ce phénomène, observé autre part, a souvent été qualifié d'*acclimatation* et considéré comme une simple accoutumance aux influences infectieuses ambiantes, alors que le phénomène est loin de paraître aussi unilatéral. L'invasion microbienne semble plutôt n'être qu'une action intercurrente et plus rapide dans un processus plus lent.

» Quoi qu'il en soit, rien n'est plus difficile, en dehors des espèces banales, que de transplanter un être d'un milieu dans un autre. Avec une rigueur remarquable, tous les milieux, suivant leur composition, leur genre de putréfaction, etc., présentent leurs formes de Protozoaires bien déterminées. Toutefois, il est divers procédés par lesquels on peut arriver à changer lentement les conditions de milieu, à créer, en quelque sorte, des milieux nouveaux, de telle façon qu'il devienne possible d'en contrôler expérimentalement l'influence réelle sur les variations des êtres.

» Les bassins des jardins botaniques, creusés en terre et maçonnés, peuvent constituer un excellent champ d'expérimentation; ils sont généralement riches en Protozoaires et leur eau, servant à arroser, est assez activement renouvelée. En couvrant l'un d'eux d'un vitrage, emmagasinant la chaleur solaire et le mettant à l'abri des agents physiques, ainsi que de toute variation brusque et considérable, la faune primitive ne tarde pas à dépérir. Il survient même une certaine période plus ou moins putride. Mais bientôt un état d'équilibre se rétablit, et alors la faune est d'une extrême pauvreté et ne paraît guère consister qu'en d'assez rares spécimens des espèces banales.

» Ensemencés alors avec l'eau des bassins voisins, les êtres vivants s'y développent d'une manière bien particulière. Ainsi l'*Azolla filliculoïdes*, de brun rougeâtre, devient d'un vert vif; au lieu de rester en couche plate, il se dispose en une assise épaisse, à touffes saillantes. Mais ce sont les caractères que prennent, après de longs laps de temps, les Protozoaires, qui nous ont le plus préoccupé. Ces organismes acquièrent des caractères d'une netteté incomparable. Plus nombreux, plus grands, leurs organes se différencient d'une façon bien plus nette que toute autre part. C'est un remarquable épanouissement des caractères spécifiques, transformant des

rudiments d'organe en parties d'un développement extraordinaire (1).

» L'influence du milieu, dans la formation de ces nouvelles variétés qui diffèrent beaucoup des formes souches, est ici évidente; elle est d'autant plus remarquable qu'elle ne porte pas seulement sur un développement du corps comparable à un engraissement, mais bien sur un perfectionnement organique, peut-être comparable à ce qui a pu exister au début de l'évolution, où les conditions ambiantes ont pu avoir pour action de maintenir certaines formes à leur état momentané, alors que d'autres, plus favorisées à ce point de vue, ont pu passer outre et devenir la souche de formes plus élevées. »

ZOOLOGIE. — *Les larves des Spongiaires et l'homologation des feuilletts.*

Note de M. YVES DELAGE, présentée par M. H. de Lacaze-Duthiers.

« S'il n'y avait que des réponses théoriques à faire aux objections théoriques de M. le professeur Edmond Perrier (2), je n'aurais pas cru devoir poursuivre la discussion sur un terrain où il est bien rare que l'on arrive à s'entendre. Mais je ne puis me dispenser de faire remarquer que les faits sur lesquels s'appuie mon contradicteur sont inexacts. Il dit, en effet :

» 1° Que « les cils de la région antérieure de la *blastula* sont nécessairement ceux qui présentent le maximum d'activité »;

» 2° Que les Éponges « se fixent à l'état de *blastula* »;

» 3° Que « la *blastula* se fixe nécessairement (la règle ne présente dans le règne animal que des exceptions apparentes) par la région antérieure locomotrice ».

» Or il existe deux types de larves chez les Éponges.

» Les unes sont celles qui ont une vraie *blastula* formée d'une seule couche de cellules entourant une cavité centrale vide. Celles-là :

» 1° N'ont pas les cils plus développés ni plus actifs en avant que dans les autres points;

» 2° Se fixent au stade *gastrula*, après l'invagination, jamais au stade *blastula*;

(1) J'ai étudié autre part certains processus modificateurs au point de vue de leur action intime sur les éléments du corps (*Revue scientifique*, 19 juin 1897).

(2) Voir la première Note de M. Delage dans le numéro du 14 février et la réponse de M. Perrier dans celui du 21.

» 3° Se fixent par le blastopore, c'est-à-dire par un point correspondant à la partie postérieure de la *gastrula* et à la partie moyenne équatoriale de la *blastula*.

» Les autres sont celles qui ont dans leur cavité intérieure un contenu cellulaire. Celles-là :

» 1° Quand certains de leurs cils sont plus développés et plus actifs que les autres, ce sont ceux de la partie postérieure; l'extrémité antérieure en est même parfois tout à fait dépourvue;

» 2° Se fixent à l'état de *parenchymula* même lorsqu'elles ont passé par un stade *blastula* libre où elles auraient pu se fixer;

» Se fixent très souvent par un autre point que l'extrémité antérieure et ne s'en développent pas moins bien pour cela.

» Et ce que j'avance ici n'est pas seulement le résultat de mes propres recherches, c'est ce qui a été reconnu et est admis sans discussion par tous ceux qui ont étudié les Éponges.

» Je pourrais m'en tenir là, mais je demande à user de la circonstance pour ajouter quelques observations.

» M. le professeur Perrier fait remarquer que les arguments donnés par lui en faveur de la séparation des Spongiaires et des Cœlentérés remontent à seize années; mais les opinions sont restées partagées.

» En ce qui concerne la distinction de l'endoderme et de l'ectoderme, je ferai remarquer que la conception des feuillettes est essentiellement morphologique et non physiologique, et que l'on ne saurait faire reposer leur définition sur la situation qu'ils prennent, l'un par rapport à l'autre, dans l'invagination. En faisant ainsi, M. le professeur Perrier veut s'appuyer sur un caractère morphologique, les connexions de ces deux membranes. Mais une connexion n'a de valeur que quand elle est primitive, et celle des feuillettes, l'un au dedans, l'autre au dehors, ne l'est pas, puisque, chez la *blastula*, l'un et l'autre font également partie de la surface de l'ovoïde; leur connexion, chez la *gastrula*, est le résultat d'un phénomène physiologique, l'invagination. Définir les feuillettes par leur situation réciproque après l'invagination, c'est donc, en somme, les définir par un caractère physiologique; tandis qu'ils doivent être définis, comme je l'ai fait, par leurs caractères histologiques, caractères parfaitement objectifs, qui n'ont rien de métaphysique et présentent une uniformité remarquable dans le règne animal.

» En présence des différences capitales que j'ai signalées entre les Spongiaires et les autres animaux, on n'a le choix qu'entre deux alterna-

tives : ou dire que le sens de l'invagination est resté normal, mais que l'endoderme s'est déguisé en ectoderme, et réciproquement; ou admettre, comme je l'ai fait, que les feuillets ont gardé, chez les Éponges, les caractères histologiques qu'ils ont dans tout le reste du règne animal, et que le sens de l'invagination s'est renversé. Or on ne voit pas quelle pourrait être la raison d'un échange de caractères, tandis que l'on conçoit fort bien que le sens de l'invagination puisse se renverser, et cela pour des causes peut-être fort peu significatives en elles-mêmes. Ne voit-on pas les larves de *Pluteus*, sous l'influence de l'addition de quelques millièmes de chlorure de lithium à l'eau où elles vivent, ou même d'une simple élévation de température de quelques degrés, modifier complètement leur invagination et même la renverser au dehors, comme l'ont montré Herbst, Driesch, Gurwitsch, etc. ?

» J'ajoute, en terminant, qu'en créant les termes *Enantioderma*, *Enantiozoa*, j'ai voulu seulement caractériser par un mot un fait remarquable, et non proposer un nom pour remplacer ceux qui existent déjà. Je n'ai point le goût de ces innovations et, dans le *Traité de Zoologie* que je publie avec la collaboration de M. Hérouard, je continue à donner aux Éponges le nom sous lequel elles sont connues de tous. »

ZOOLOGIE. — *Sur un type nouveau de Copépode gallicole.*

Note de M. JULES BONNIER.

« Parmi les Crustacés parasites recueillis durant les campagnes de l'*Hirondelle* et de la *Princesse-Alice* et dont le Prince de Monaco a bien voulu me confier l'examen, se trouve un Copépode dont l'étude présente un double intérêt : il est l'unique représentant d'une famille nouvelle; il détermine, sur son hôte, une véritable galle, comme celle que produit un Cynipide sur une feuille de chêne, ou mieux, ce que M. Giard a appelé une *zoothylacie*, comparable à celles que l'on rencontre chez certains Homoptères parasités par des Hyménoptères (*Proctotrypidæ*).

» Ce Copépode vit aux dépens d'un Oursin mou des profondeurs (*Phormosoma uranus*); il forme, sur le test de son hôte, des galles saillantes à l'intérieur de la cavité du corps de l'Echinide, et creusées de cavités parfaitement sphériques, mesurant de 7^{mm} à 11^{mm} de diamètre. Chacune de ces galles, à paroi épaisse (1^{mm},5 à 2^{mm}), est mise en communication avec l'extérieur par une petite ouverture circulaire (1^{mm},5 de dia-

mètre). Le parasite, ou plutôt le couple de parasites qui y est contenu, ne peut donc se nourrir que des produits de sécrétion ou d'excrétion de l'Oursin, ou encore de ce que les mouvements des piquants ou des pédicellaires de son hôte amènent à sa portée.

» Le dimorphisme des deux sexes est assez prononcé, surtout en ce qui concerne la taille. La femelle adulte est à peu près sphérique et mesure 2^{mm},7 de haut sur 3^{mm},4 de large : les appendices du corps ne sont plus représentés que par une paire d'antennules robustes de sept articles, une paire d'antennes de quatre articles, des mandibules rudimentaires, une paire de maxilles de structure compliquée et une *unique* paire de maxillipèdes de trois articles terminés par de fortes griffes recourbées; le rostre est constitué par la réunion de la lèvre supérieure et des paragnathes et forme une sorte d'atrium prébuccal, où pénètrent seules les extrémités des maxilles, tandis que les mandibules sont insérées au dehors et n'ont pas de rôle dans la préhension ou la mastication des aliments. Les segments thoraciques sont encore partiellement visibles; le corps se termine par une furca ramenée à la face ventrale par la courbure du corps. De chaque côté de cette furca se trouve une paire d'énormes ouvertures génitales, auxquelles s'attachent deux longs boyaux ovigères qui se recourbent en arrière sur le dos de la femelle. Le mâle est moins déformé et de taille plus réduite : il n'atteint pas 2^{mm} de long, et ses appendices sont identiques à ceux de l'autre sexe.

» Comme ces Cymothoadiens, décrits par Herklots et Max Weber, qui se logent dans des invaginations de l'abdomen de certains Poissons des rivières de Java, ces Copépodes sont condamnés à passer leur existence entière dans leur étroite prison. La femelle, sans remplir exactement la cavité interne de la galle, est trop volumineuse pour pouvoir sortir par l'unique petite ouverture qui la met en communication avec l'extérieur; il faut briser le test de l'Oursin pour l'extraire. Quant aux mâles, ils peuvent bien, grâce à leur taille plus réduite, s'échapper de leur logette (ils avaient même roulé pêle-mêle au fond du bocal contenant les fragments de leur hôte); mais l'absence complète d'organes locomoteurs et la transformation des maxillipèdes en organes de fixation font présumer que toute vie errante, hors de leurs cellules, leur est interdite. Seuls les embryons peuvent s'échapper pour se mettre à la recherche d'un nouvel hôte.

» A première vue ce Copépode, que je désignerai sous le nom de *Pionodesmotes phormosomæ*, fait penser aux *Choniostomatidæ*, parasites des Arthrostracés; mais il s'en distingue par la présence de la deuxième antenne parfaitement développée, par l'absence de ventouse prébuccale, par la paire *unique* de maxillipèdes qui, chez ces derniers, est représentée par une *double* paire d'appendices; enfin, comme chez la plupart des Copépodes, il n'y a que deux ovisacs qui restent fixés, jusqu'à l'éclosion des embryons, aux ouvertures génitales de la femelle, au lieu de ces paquets d'œufs multiples et pondus librement qui ne se rencontrent que chez les seuls Choniostomatides. Il y a donc lieu de créer, pour ce parasite des *Phormosoma*, une famille nouvelle qui, par l'existence d'une cavité pré-

buccale constituée par la lèvre supérieure et les paragnathes, rentre dans l'ensemble que Canu a désigné sous le nom d'*Auliostoma* et qui comprend, outre les *Choniostomatidae* et les *Hersiliidae*, parasites des Crustacés, les *Nereiidicolidae* et les *Herpyllobiidae*, parasites des Annélides. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur une graminée du Soudan*. Note de M. DUBOWSKI, présentée par M. Aimé Girard.

« Les indigènes du Soudan ne font pas entrer, comme on le sait, dans leur alimentation, les céréales cultivées en Europe. Celles-ci sont remplacées par d'autres produits et particulièrement par le maïs, le sorgho et le riz de montagne. A ces graminées dont l'usage est depuis longtemps connu il en faut ajouter une autre qui, bien que d'un emploi très répandu, n'avait pas encore été classée parmi les céréales alimentaires.

» Il s'agit d'une herbe aux rameaux ténus, aux épis grêles et qui cependant produit un grain très recherché par les indigènes du Soudan auxquels elle fournit un appoint important dans l'alimentation courante.

» Cette graminée est désignée sous les noms botaniques de *Digitaria longiflora* de Posoon, ou sous celui de *Paspalum longiflorum* de Retz (1). Elle croît à l'état spontané dans toute la région tropicale et subtropicale de l'ancien monde où elle couvre parfois de vastes plaines. Mais nulle part elle n'a été signalée comme alimentaire en dehors du Soudan occidental. Le capitaine Binger, dans la relation de son remarquable voyage, dit qu'elle concourt à l'alimentation des indigènes du Soudan central.

» En Guinée française, dans le Fouta-Djalou, où elle est connue sous le nom indigène de *foundounié*, elle est l'objet d'une culture régulièrement pratiquée.

» La plante cultivée diffère du type sauvage par ses achaines plus gros et surtout plus ovoïdes; elle offre en même temps cette particularité d'être complètement glabre alors qu'à l'état spontané elle est hispide. De plus, les glumes sont peu adhérentes et la graine se moult avec la plus grande facilité.

» En Guinée française, la culture se fait en répandant la graine sur le sol, que l'on a débarrassé de la brousse par l'incendie. En trois mois, la plante se développe et porte graines. Celles-ci se séparent facilement par le

(1) *Ex Hookes fl. ind.*, t. IV; p. 17.

battage. On les moule en les triturant dans un mortier en bois. La semoule que l'on obtient ainsi constitue un aliment d'une très haute valeur nutritive.

» L'analyse chimique montre, en effet, que la composition de ces graines les rapproche beaucoup du riz; cependant elle s'en distingue par une abondance plus grande de matières grasses, qui se trouvent être en quantité sensiblement égale à celle que renferment les graines de millet.

Composition chimique des graines du Paspalum longiflorum Retz comparée aux autres graminées.

| Paspalum. | Millet. | Blé. | Seigle. | Orge. | Maïs. | Riz. | Sarrasin. |
|----------------------|---------|-------|---------|-------|-------|-------|-----------|
| Eau..... | 9,20 | 11,66 | 13,65 | 15,06 | 13,77 | 13,11 | 11,93 |
| Protéine..... | 7,67 | 9,25 | 12,35 | 11,52 | 11,14 | 7,85 | 10,30 |
| Matières grasses.... | 5,34 | 3,50 | 1,75 | 1,79 | 2,16 | 0,88 | 2,81 |
| Amidon et dextrine. | 73,33 | 65,95 | 67,91 | 67,81 | 66,93 | 68,41 | 55,81 |
| Ligneux..... | 2,56 | 7,29 | 2,53 | 2,01 | 3,31 | 2,49 | 16,43 |
| Cendres..... | 3,90 | 2,35 | 1,81 | 1,81 | 2,69 | 1,51 | 2,72 |

» Le son est relativement peu abondant. Il représente 9,75 pour 100 du poids de la graine.

» L'examen microscopique montre que les grains d'amidon du *Paspalum longiflorum* ont une grande analogie avec ceux du maïs dont ils se distinguent cependant avec facilité par leurs dimensions plus faibles, puisqu'ils ne mesurent jamais plus de 19 millièmes de millimètre. Tous les grains sont de volume sensiblement uniforme et l'on n'en rencontre que peu mesurant moins de 12 millièmes de millimètre. La forme du hile établit également un caractère optique très net; il est, en effet, large et présente une forme anfractueuse.

» Par ses qualités nutritives et la facilité de sa culture, cette graminée mérite d'être rangée au nombre des plus utiles céréales; il peut être intéressant d'en encourager la culture dans nos colonies. »

PALÉO-ETHNOLOGIE. — *Une station préhistorique au mont d'Huberville, près Valognes.* Note de M. LE NORDEZ, présentée par M. Ém. Blanchard.

« Je prends chaque année mes vacances en Basse-Normandie, et l'habitation que j'y occupe est située sur une colline appelée le mont d'Huber-

ville. Cette colline se trouve à environ 5^{km} sud-est de Valognes, à 3^{km} nord-est de Monchany.

» Lors de l'un de mes derniers séjours, visitant un cultivateur de mes voisins, j'aperçus, sur un des meubles de son logis, un silex taillé en forme de couteau à double tranchant et légèrement dentelé. Je m'enquis de l'origine de ce silex et j'appris que les enfants de cette famille l'avaient trouvé à fleur de terre, dans un champ voisin, avec un assez grand nombre d'autres pierres de même nature et de forme à peu près semblable.

» Malheureusement, après les avoir recueillies, les enfants s'en étaient servis dans leurs jeux et les avaient dispersées.

» Sur mon désir, toutefois, les membres de cette famille et leurs serviteurs s'occupèrent de recueillir les silex qu'ils aperçurent depuis, et ils ont pu m'en remettre une centaine environ de formes variées.

» Cette modeste collection comprend des couteaux, des grattoirs, etc.

» Je dois mentionner encore un grand nombre de pierres, de la nature dite *quartzite*, je crois, que j'ai trouvées moi-même, soit à fleur de terre, soit à quelque profondeur. Toutes se font remarquer par une forme conique assez irrégulière, mais bien visible. Leur grosseur varie. La main les tient facilement et semble s'y adapter naturellement.

» Il m'a paru que j'avais trouvé en cet endroit les restes d'un atelier ou manufacture de silex. Les débris et fragments sans forme déterminée y sont en effet particulièrement abondants. Les instruments proprement dits et taillés avec art et intention visible ne s'y trouvent qu'en minorité.

» Il ne sera peut-être pas sans intérêt d'ajouter à ces détails quelques renseignements sur la topographie des lieux. La ferme près de laquelle se trouve le champ où l'on a découvert ces fragments porte le nom de *Brunlius*. Ce nom-là vient, je pense, du nom de plusieurs champs incultes où pousse abondamment un arbre appelé *Bois-Jan* (*ulex*) qui sert au chauffage des fours.

» Cette ferme occupe le versant de la colline située au midi. Au bas du champ où l'on trouve le silex, coule une petite rivière; la mer se trouve à deux lieues à l'est; le rivage abonde en silex dits *pierres à feu*.

» Aux siècles derniers, toute la colline et les environs étaient couverts de bois. On les détruisit en grande partie à l'époque de la Révolution.

» A quelques cents mètres de Brunlius, on a trouvé une plaque de ceinture romaine en or et un peu plus loin, à l'endroit appelé le *camp Cauvet* (*Caveat*, faites bonne garde), on a trouvé un grand nombre de coins celtiques et quelques armes.

» A cinq ou six lieues du mont d'Huberville, on a, il y a une quinzaine d'années, trouvé à Bretteville une quantité considérable de silex de diverses époques. Il y avait là une station préhistorique. Les instruments trouvés en cet endroit varient selon les couches de terrains; il semble ressortir de cette remarque que les hommes y ont longtemps habité. »

M. J. MIFFRE adresse une deuxième Note intitulée : « Nouveau système astronomique ».

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

ERRATA.

(Séance du 28 février 1898.)

Note de M. *Stanislas Meunier*, Contribution à la géologie du bas Sénégal :

Page 668, ligne 8 en remontant, *au lieu de* Diskoul, *lisez* Diokoul.

Même page, ligne 3 en remontant, *au lieu de* 20 pour 100, *lisez* 5 pour 100.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 7 mars 1898.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

| Pages. | Pages. | | |
|---|--------|--|-----|
| M. BERTHELOT. — Actions chimiques exercées par l'effluve électrique. Les aldéhydes et l'azote..... | 671 | M. A. CHATIN. — Du nombre et de la symétrie des faisceaux libéroligneux du pétiole, dans la mesure de la perfection des espèces végétales..... | 700 |
| M. BERTHELOT. — Actions chimiques de l'effluve. Acides organiques et azote..... | 681 | M. MICHEL LEVY. — Sur les résultats donnés par un sismographe avertisseur (<i>Kilian</i> et <i>Paulin</i>), installé à Grenoble..... | 706 |
| M. BERTHELOT. — Observations relatives à l'action chimique de l'effluve sur les diélectriques liquides..... | 691 | MM. CROVA et COMPAN. — Sur le pouvoir absorbant du noir de fumée pour la chaleur rayonnante..... | 707 |
| M. A. DITTE. — Action du sulfate de chaux sur quelques sels haloïdes alcalins..... | 694 | | |

RAPPORTS.

| | |
|---|-----|
| M. RADAU. — Rapport sur un Mémoire de M. <i>Gonnessiat</i> , intitulé : « Recherches sur la loi des variations de latitude..... » | 710 |
|---|-----|

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

| | |
|--|-----|
| M. G. BIGOURDAN. — Sur « l'Histoire céleste du XVII ^e siècle » de <i>Pingré</i> | 712 |
|--|-----|

CORRESPONDANCE.

| | | | |
|--|-----|--|-----|
| M. le PRÉSIDENT présente à l'Académie une Note imprimée du P. <i>Krüger</i> « Sur l'Élipsoïde de Jacobi »..... | 713 | M. CH.-ED. GUILLAUME. — Recherches sur les aciers au nickel. Variations de volumes des alliages irréversibles..... | 738 |
| M. F. MAROTTE. — Sur la détermination du groupe de rationalité des équations différentielles linéaires du quatrième ordre..... | 715 | M. EUGÈNE DUMONT. — Recherches sur les propriétés magnétiques des aciers au nickel..... | 741 |
| M. C. GICHARD. — Sur les congruences conjuguées aux réseaux G..... | 718 | M. P. LEBEAU. — Préparation du glucinium par électrolyse..... | 744 |
| M. J. LE ROUX. — Sur les invariants des équations linéaires aux dérivées partielles à deux variables indépendantes..... | 721 | M. MARIUS NICLOUX. — Dosage chimique de l'oxyde de carbone contenu dans l'air, même à l'état de traces..... | 746 |
| M. LUDWIG SCHLESINGER. — Sur un problème de Riemann..... | 723 | MM. GIN et LELEUX. — Sur la dissociation des carbures de baryum et de manganèse..... | 749 |
| MM. J. PERCHOT et W. ÉBERT. — Sur certaines intégrales premières des équations de la Dynamique à deux variables; application à un cas particulier du problème des trois corps..... | 725 | MM. H. COURROT et J. MEUNIER. — Recherches sur l'explosion des mélanges grisouteux par les courants électriques..... | 750 |
| M. E. CARVALLO. — Recherches de précision sur la dispersion infra-rouge du quartz..... | 728 | M. E. BLAISE. — Sur la préparation et l'étéhérification de l'acide diméthylsuccinique dissymétrique..... | 753 |
| M. H. PELLAT. — Influence du fer doux sur le carré moyen de la différence de potentiel aux extrémités d'une bobine parcourue par un courant de haute fréquence..... | 731 | MM. G. BOUCHARDAT et J. LAFONT. — Sur les isobornéols de synthèse; leur identité avec les alcools fénoliques..... | 755 |
| M. P. JANET. — Sur la température des lampes à incandescence..... | 734 | MM. A. DESGREZ et M. NICLOUX. — Sur la décomposition partielle du chloroforme dans l'organisme..... | 758 |
| M. ANDRÉ BROCA. — Quelques propriétés des cathodes placées dans un champ magnétique puissant..... | 736 | M. CH. LEPIERRE. — Mucine vraie produite par un bacille fluorescent pathogène..... | 761 |
| | | M. GABRIEL BERTRAND. — Action de la bactérie du sorbose sur les alcools plurivalents..... | 764 |

N° 10.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

| | Pages. | | Pages. |
|--|--------|---|--------|
| M. J. KUNSTLER. — Influence du milieu et des variations chez les Protozoaires..... | 765 | dan..... | 771 |
| M. YVES DELAGE. — Les larves des Spongiaires et l'homologation des feuilletés.... | 767 | M. LE NORDEZ. — Une station préhistorique au mont d'Huberville, près Valognes. ... | 773 |
| M. JULES BONNIER. — Sur un type nouveau de Copépode gallicole..... | 769 | M. J. MIFFRE adresse une deuxième Note intitulée : « Nouveau système astronomique » | 774 |
| M. DYBOWSKI. — Sur une Graminée du Sou- | | | |
| ERRATA..... | | | 774 |

1898

PREMIER SEMESTRE.

APR 5 1898

3029

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

=====
TOME CXXVI.
=====

N° 11 (14 Mars 1898).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRMEURS-LIBRAIRES
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
Quai des Grands-Augustin, 55.

—
1898

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1^{er}. — Impressions des travaux de l'Académie.

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'Extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — Planches et tirage à part.

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 MARS 1898.

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Actions chimiques de l'effluve électrique. Composés azotés en présence de l'azote libre*; par M. **BERTHELOT**.

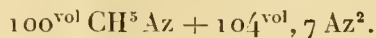
« Les actions exercées par l'effluve électrique sur les composés azotés méritent une attention particulière, au double point de vue des transformations propres de ces composés et des combinaisons que beaucoup d'entre eux contractent avec l'azote lui-même; quelques-uns, au contraire, laissent dégager une portion de cet élément. Dans le premier cas, surtout, ils manifestent de la façon la plus directe l'aptitude de l'effluve à provoquer la formation des molécules condensées et polyazotées. J'ai expérimenté sur des principes azotés très variés et embrassant des exemples choisis dans leurs classes fondamentales, telles que : les alcalis, monoamines et polyamines, alcalis primaires, secondaires, tertiaires, appartenant d'ailleurs aux séries grasses, benzénique, pyridique, etc. ;

- » Les amides simples et complexes de divers groupes ;
- » Les nitriles ; les dérivés de l'hydroxylamine et de l'hydrazine, les composés nitrés, etc.
- » Je vais exposer brièvement les résultats observés.

A. — AMINES. MONAMINES DE LA SÉRIE GRASSE.

I. — MÉTHYLAMINE : $\text{CH}^3.\text{AzH}^2$.

- » Gaz et azote à volumes égaux. — Vingt-quatre heures.



- » Décomposition complète :

| | | | |
|-----------------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------|
| Gaz initial | $\text{CH}^3 \text{Az} = 100$ | Gaz final | $\text{H}^2 = 142,4$ |
| | | Az ² dégagé | 14,1 |

Ni C^2H^2 , ni carbure d'hydrogène ; produit solide alcalin.

- » Rapports des éléments condensés :



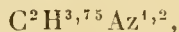
- » Ce serait la formule de l'hexaméthylène tétramine.
- » Voici maintenant les expériences exécutées sur des alcalis secondaires et tertiaires.

II. — DIMÉTHYLAMINE : $(\text{CH}^3)^2 \text{AzH}$.

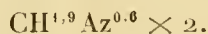
- » 1^{vol} gaz. + 1^{vol},5 azote. — Vingt-quatre heures.

| | | | |
|-----------------------|---|-------------------------|----------------------|
| Gaz initial | $\text{C}^2 \text{H}^7 \text{Az} = 100$ | Gaz final | $\text{H}^2 = 159,3$ |
| | | $\text{CH}^3 =$ | 3,7 |
| | | Azote absorbé | 8,7 |

- » Rapports des éléments condensés :



ou plutôt, en les rapportant à un seul résidu méthylique :



- » Ces rapports sont sensiblement les mêmes que pour la méthylamine ; seulement l'azote qui demeure ainsi combiné dans le produit condensé, au lieu d'être tiré entièrement de la molécule de l'alcali primitif, a été emprunté en partie à l'azote libre. Ces rapports conduiraient à $\text{C}^6 \text{H}^{42} \text{Az}^4$,

c'est-à-dire sensiblement à l'hexaméthylène tétramine, comme pour la monométhylamine.

III. — TRIMÉTHYLAMINE : $(\text{CH}^3)^3\text{Az}$.

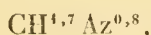
» 1 vol. gaz + 2,5 vol. Az. — Vingt-quatre heures.

| | | | |
|----------------|---|---------------------------|----------------------|
| Gaz initial... | $\text{C}^3\text{H}^9\text{Az} = 100^{0,1}$ | Gaz final.... | $\text{H}^2 = 195,7$ |
| | | | $\text{CH}^3 = 8,5$ |
| | | Az ² absorbé.. | 68,1 |

» Rapports des éléments condensés :



ou plutôt, en les rapportant à un seul résidu méthylique :



rapports sensiblement les mêmes que pour la méthylamine; avec cette différence que la majeure partie de l'azote, qui demeure combiné dans le produit condensé, a été empruntée à l'azote libre.

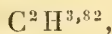
» Ces rapports conduisent à $\text{C}^6\text{H}^{10,2}\text{Az}^{4,8}$, formule qui ne diffère guère de l'hexaméthylènetétramine, mélangée avec une faible dose d'un corps plus riche en azote. L'hexaméthylènetétramine serait donc, pour les trois alcalis, le composé principal qui prend naissance sous l'influence de l'effluve. Mais il emprunte; pour se constituer, tantôt une portion seulement de l'azote combiné dans le produit initial, tantôt la totalité; tantôt il y joint la dose convenable d'azote libre. La tendance à la formation des polyamines, sous l'influence de l'effluve électrique, demeure ainsi le phénomène dominant.

IV. — ÉTHYLAMINE : $\text{C}^2\text{H}^5.\text{AzH}^2$.

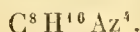
» 1 vol. gaz + 1 vol. azote. — Vingt-quatre heures.

| | | | |
|----------------|---|---|------------------------------|
| Gaz initial... | $\text{C}^2\text{H}^7\text{Az} = 100^{0,1}$ | Gaz final.... | $\text{H}^2 = 158,8$ |
| | | | $\text{C}^2\text{H}^6 = 2,0$ |
| | | Décomposition complète de l'alcali initial, sans dégagement, ni absorption d'azote. | |
| | | Pas de C^2H^2 . | |

» Rapports des éléments condensés :



c'est-à-dire sensiblement :



» Ce serait une base analogue à l'hexaméthylènetétramine, mais dérivée de 4 molécules éthyliques. La formule est, en apparence, celle d'un homologue; mais, en réalité, la constitution du système est différente, 4 atomes d'azote étant saturés à la façon d'un seul par 6 molécules bivalentes de méthylène, dans le dérivé méthylique; tandis que le même nombre d'atomes d'azote serait saturé par 4 molécules d'éthylène seulement, dans le dérivé éthylique. Il paraît en résulter que le dernier composé est cyclique et constitué avec une perte de plusieurs unités de saturation.

» En tout cas, dans la formation du dérivé éthylique, aussi bien que dans celle du dérivé méthylique, il y a perte d'un peu plus de 2 atomes d'hydrogène, éliminés aux dépens de la molécule génératrice.

V. — PROPYLAMINE NORMALE : $C^3H^7.AzH^2$.

» 1 vol. de gaz + 3^{vol},35 d'azote. — Vingt-quatre heures.

| | | | |
|------------------|-----------------------|----------------|--------------------------|
| Gaz initial..... | $C^3H^9Az = 100$ vol. | Gaz final..... | $H^2 = 147,9$ |
| | | | Pas de carbure sensible. |
| | | | Az^2 absorbé = 26,1. |

» Rapports des éléments condensés :

$C^3H^6Az^{1,5}$, c'est-à-dire $C^9H^{18}Az^4$ sensiblement.

» Cette formule répondrait à celle des tétramines dérivées de la méthylamine et de l'éthylamine; mais elle n'est homologue qu'en apparence, ce système étant cyclique: il dérive de 3 molécules de propylène unies à 4 atomes d'azote.

VI. — ISOPROPYLAMINE : $C^3H^7.AzH^2$.

» 1 vol. de gaz + 2 volumes d'azote. — Vingt-quatre heures.

| | | | |
|------------------|----------|----------------|---------------------------------|
| Gaz initial..... | 100 vol. | Gaz final..... | $H^2 = 160$ |
| | | | $CH^2 = 2,5$ (ou 0,8 C^3H^8) |
| | | | Az^2 absorbé = 30,2 |

» Rapports des éléments condensés :

$C^3H^{5,8}Az^{1,4}$.

» Ce sont sensiblement les mêmes que pour la propylamine normale; conformément à ce qui a été observé pour les deux propylènes comparés entre eux, pour les deux alcools propyliques, et même, jusqu'à un certain point, pour les deux aldéhydes propyliques.

» Dans tous les cas, la dose d'azote fixée sur les propylamines est plus

considérable pour chaque résidu propylique que pour chaque résidu éthylique dans le dérivé de l'éthylamine, plus encore que pour chaque résidu méthylique dans le dérivé de la méthylamine; c'est-à-dire qu'elle va croissant avec la condensation du carbone dans la molécule originelle. Ainsi, pour chaque atome C du résidu méthylique, il s'est fixé $\frac{2}{3}$ Az; pour C² du résidu éthylique, il s'est fixé Az; pour C³ du résidu propylique, il se fixe $\frac{3}{2}$ Az.

» Au contraire, si l'on compare la triméthylamine avec ses isomères les propylamines, on trouve que la dose d'azote absorbée par une molécule de triméthylamine, soit Az^{2,4}, l'emporte notablement sur la dose fixée sur les propylamines isomères, soit 1,5; de même l'azote absorbé par une molécule de diméthylamine, soit Az^{1,2}, surpasse l'azote fixé sur l'éthylamine isomère, soit Az^{1,0}. Mais il s'agit, dans cette dernière comparaison, de plusieurs résidus méthyliques comparés à un seul résidu éthylique, ou propylique.

VII. — ALLYLAMINE : C³H⁷Az.

» 1 vol. gaz + 5 vol. azote. — Vingt-quatre heures.

| | | | |
|------------------|--|-----------------------|---------------------|
| Gaz initial..... | C ³ H ⁷ Az = 100 | Gaz final..... | H ² = 59 |
| | | Az absorbé ou dégagé, | nul |

» Le produit offre une odeur frappante de pipéridine (ou analogue).

» Rapports des éléments condensés :

C³H^{4,8}Az, c'est-à-dire C⁹H¹⁵Az³, ou C¹²H²⁰Az⁴.

» Rappelons que l'allylène a fourni les rapports

C¹⁵H²⁰Az²;

l'alcool allylique

C⁹H¹⁶Az²O³.

» Ainsi, dans tous ces cas, le composé allylique condensé renferme moins d'azote que n'en condensent les composés propyliques correspondants.

» Au contraire, le rapport du carbone à l'azote est le même dans le dérivé de l'allylamine et dans le dérivé de la propylamine; ce dernier étant seulement plus riche en hydrogène, comme l'alcali originel.

» Je vais maintenant résumer les essais exécutés sur les alcalis liquides ou solides, dont la tension de vapeur est faible ou nulle; ces essais, n'ayant pu être poussés jusqu'à la limite, sont surtout comparatifs.

B. — MONAMINES DE LA SÉRIE BENZÉNIQUE.

VIII. — ANILINE OU PHÉNYLAMINE : $C^6H^7Az.$

- » Quelques décigrammes. Az employé : $17^{cc}, 1.$ — Vingt-quatre heures.
 » Azote absorbé : $3^{cc}, 0.$ Pas de gaz formés.

IX. — MÉTHYLANILINE : $C^7H^9Az.$

- » Quelques décigrammes: Az employé : $12^{cc}, 25.$ — Vingt-quatre heures.
 » Azote absorbé : $9^{cc}, 75.$ Pas de gaz formés.

X. — BENZYLAMINE : $C^7H^9Az.$

- » Vingt-quatre heures.
 » Azote absorbé : $2^{cc}, 8.$ H^2 dégagé : $3^{cc}, 1.$

XI. — TOLUIDINES : $C^7H^9Az.$

| | Ortho. | Para (crist.). | Méta. |
|-------------------------|-------------|----------------|-------------|
| Gaz dégagés : H^2 ... | 0 | $0^{cc}, 7$ | 0 |
| Az absorbé..... | $6^{cc}, 7$ | $5^{cc}, 8$ | $4^{cc}, 9$ |

odeur rappelant l'indol.

» Ainsi, toutes les monamines de la série benzénique offrent une tendance marquée à absorber l'azote libre, sous l'influence de l'effluve, c'est-à-dire à former des polyamines. Les nouveaux composés sont des alcalis plus puissants que leurs générateurs et bleussent le papier de tournesol. Ils sont formés sans dégagement notable d'hydrogène.

» Les divers isomères C^7H^9Az réagissent également : les trois toluidines semblablement entre elles; la benzylamine un peu plus lentement; la méthylaniline plus vite et d'une façon plus marquée.

C. — MONAMINES DE LA SÉRIE PYRIDIQUE.

XII. — PYRIDINE : $C^5H^5Az.$

- » $0^{gr}, 15$ environ. — Az = $13^{cc}, 9.$ — Vingt-quatre heures.
 » Réaction non terminée.

Az^2 absorbé..... $3^{cc}, 9$ soit $0^{gr}, 005$

Pas de gaz dégagés.

» Il résulte de cette observation que la pyridine se change en polyamine en fixant de l'azote.

XIII. — PIPÉRIDINE : $C^5H^{11}Az$.

» $0^{gr}, 15$ environ. — $Az = 11^{cc}, 4$. — Vingt-quatre heures.

» Réaction incomplète; odeur de pyridine. — Résine blanche.

Gaz dégagés..... $H^2 = 32^{cc}, 0$ $CH^4 = 2^{cc}, 0$
 Az² absorbé..... $5^{cc}, 4$ soit $0^{gr}, 007$ environ.

» Rapport entre H dégagé (CH^4 compris) et Az absorbé : — $7H + Az$.

» Il résulte de ces nombres que la pipéridine perd de l'hydrogène sous l'influence de l'effluve et tend à reproduire la pyridine et ses dérivés polyazotés : ce qui répond bien à la constitution connue de ces deux alcalis.

D. — DIAMINES.

» J'ai étudié deux diamines de la série grasse, trois de la série benzénique, ainsi que la nicotine.

XIV. — ÉTHYLÈNEDIAMINE, ANHYDRE : $C^2H^8Az^2 - 0^{gr}, 2$ environ.

$Az = 15^{cc}, 2$.

» Le volume gazeux augmente rapidement. Après deux heures, il s'est formé 54^{cc} de gaz. L'analyse, exécutée sur une fraction des deux tiers de ce gaz, et calculée pour le volume total, a fourni :

AzH^3 3,7
 Az^2 16,1 (au lieu de $15^{cc}, 2$)
 H^2 33,6
 CH^4 0,6 (ou $C^2H^6 = 0,3$)

» Ainsi, à ce moment, il s'était produit une décomposition dégageant un peu d'ammoniaque libre, une trace d'azote ($0^{cc}, 9$) et, surtout, de l'hydrogène libre; c'est-à-dire que l'éthylènediamine s'est transformée partiellement en une polyamine plus condensée, avec perte d'hydrogène, conformément à ce qui arrive pour l'éthylène et l'alcool éthylique.

» Cependant, la réaction a été poursuivie sur la matière contenue dans le tube à effluve, en présence de la fraction de gaz réservée ($15^{cc}, 6$). Au

bout de vingt-quatre heures, ce dernier volume avait à peu près triplé, s'étant élevé à 45^{cc}, 8; lesquels contenaient :

| | |
|------------------------|------|
| AzH ³ | 0,7 |
| Az ² | 8,6 |
| H ² | 35,5 |
| CH ⁴ | 1,0 |

» Dans la dernière période, il s'était donc dégagé une nouvelle dose d'hydrogène (provenant de la matière non encore altérée), dose à peu près égale à la première. Mais, par contre, il y avait une certaine résorption de l'ammoniaque dégagée et même de l'azote libre, soit

$$15^{\text{cc}}, 2 - 8,6 - 0,6 = 6^{\text{cc}}, 0 \quad \text{ou} \quad 0^{\text{gr}}, 0075;$$

absorption d'autant plus digne de remarque qu'une fraction (1^{cc}, 3) a été soustraite sous forme d'ammoniaque, lorsqu'on a prélevé les gaz employés par la première analyse.

» Cependant, en somme, la dose d'azote fixée ne représente qu'une faible fraction, un dixième environ, de l'azote demeuré combiné; elle répond nécessairement à la formation de quelque peu de polyamines, où le rapport atomique de l'azote au carbone est devenu supérieur à celui de 1:1. Toutefois, l'azote surajouté étant en très petite quantité, ce même rapport subsiste à peine altéré pour la plus grande masse.

» Quoi qu'il en soit, le volume total de l'hydrogène dégagé s'élève à 67^{cc}, 9; soit 0^{gr}, 006; c'est-à-dire à peu près le quart de l'hydrogène combiné dans la matière initiale. La formule en serait ainsi ramenée à (C²H⁶Az²)ⁿ, le composé correspondant étant d'ailleurs de formule condensée, comme l'indique son absence de volatilité.

» Je signale ces rapports principalement à titre d'indication, la diamine n'ayant pas été pesée très rigoureusement, ni son introduction dans l'appareil accomplie sans perte. Cependant tels quels, ils sont significatifs.

» Insistons encore sur ce fait que, dans la présente réaction, comme dans beaucoup d'autres provoquées par l'effluve, on observe deux périodes: aux débuts, le corps mis en expérience se décompose sans absorber d'azote; tandis qu'à la fin on retrouve dans le produit condensé tout le carbone et l'azote, ce dernier ayant même éprouvé une certaine absorption. L'hydrogène seul demeure définitivement éliminé.

XV. — PROPYLÈNEDIAMINE, ANHYDRE : $C^3H^{10}Az^2$.

» 0^{gr} , 2 environ : $Az = 12^{cc}$, 05.

» Après trois heures, il s'était formé 51^{cc} de gaz. L'analyse, exécutée sur la moitié environ de ce gaz et rapportée par le calcul à la totalité, a fourni :

| | |
|---------------|--------------------------|
| AzH^3 | 1,7 |
| Az^2 | 14,6 (au lieu de 12,05) |
| H^2 | 32,7 |
| CH^4 | 2,0 (ou $C^3H^8 = 0,7$) |

» Ainsi il s'était produit à ce moment, comme avec le corps précédent, une décomposition dégageant beaucoup d'hydrogène, un peu d'azote libre (2^{cc} , 55) et un peu d'ammoniaque libre.

» On a continué l'expérience sur la matière contenue dans l'éprouvette, en présence de la fraction de gaz réservée (27^{cc} , 3). Au bout de vingt-quatre heures, celle-ci avait doublé à peu près, s'étant élevée à 52^{cc} , 6; soit :

| | |
|---------------|--------------------------|
| AzH^2 | 0,5 |
| Az^2 | 10,6 |
| H^2 | 40,0 |
| CH^4 | 1,5 (ou $C^3H^8 = 0,5$) |

» Durant la dernière période il s'était dégagé de l'hydrogène, en dose supérieure à la première. En ce qui touche l'azote total, on trouve :

$$12,05 - 10,6 - 1,2 = + 1^{cc}, 1 \text{ absorbé.}$$

» Comme au début il s'était dégagé 2^{cc} , 55 libre et 0^{cc} , 85 sous forme de AzH^3 , on voit que pendant la seconde période il y avait eu en réalité une légère absorption d'azote libre, comme avec l'éthylènediamine.

» Mais cette dose est trop minime pour modifier sensiblement le rapport de l'azote au carbone dans le produit condensé. Au contraire, le volume total de l'hydrogène dégagé, tout calcul fait, s'élève à 64^{cc} , soit 0^{gr} , 006 environ, ou à peu près le cinquième de l'hydrogène contenu dans la matière initiale. Dès lors le système a dû être ramené vers les rapports $(C^3H^8Az^2)^n$, que l'on donne surtout à titre d'indication.

XVI. — PHÉNYLÉNEDIAMINES, CRISTALLISÉES : $C^6H^4(AzH^2)^2$.

» Quelques décigrammes. — Vingt-quatre heures.

| | Para. | Méta. |
|---------------------|--------------------|--------------------|
| H^2 dégagé..... | o | 1 ^{cc} ,6 |
| Az^2 absorbé..... | 2 ^{cc} ,6 | o ^{cc} ,9 |

» L'absorption d'azote est faible, quoique positive, comme dans le cas des diamines précédentes. Mais il n'y a pas de dégagement sensible d'hydrogène, pas plus que pour les dérivés benzéniques en général.

XVII. — BENZIDINE CRISTALLISÉE (DIAMIDODIPHÉNYLE) : $C^{12}H^{12}Az^2$.

» Quelques décigrammes. — Vingt-quatre heures.

H^2 dégagé = 1^{cc},8 ; Az^2 absorbé = o^{cc},6

» Mêmes remarques que pour les diamines précédentes.

XVIII. — NICOTINE : $C^{10}H^{14}Az^2$.

H^2 dégagé = 1^{cc},8 ; Az^2 absorbé = 1^{cc},6.

» Résultat analogue aux précédents.

E. — AMIDES.

I. — ACÉTAMIDE (AMIDE SIMPLE) : C^2H^5AzO crist.

» Quelques décigrammes. $Az = 13^{cc}, 1$. — Vingt-quatre heures.

| | |
|---------------------|--|
| Gaz dégagés..... | $H^2 = 6^{cc}, 8$; $CH^4 = o^{cc}, 4$ |
| Az^2 absorbé..... | = 4 ^{cc} ,3 |

» Le rapport de l'azote absorbé à l'hydrogène dégagé est celui de $Az : H^3$. Mais les deux phénomènes sont peu accusés, l'acide acétique générateur n'absorbant pas pour son propre compte plus d'un atome d'azote (p. 682) et ne dégageant guère d'hydrogène.

» D'après cette expérience, un amide simple est susceptible d'absorber quelque dose d'azote sous l'influence de l'effluve, cette absorption demeurant en relation avec l'aptitude absorbante de l'acide générateur.

II. — GLYCOLLAMINE (GLYCOCOLLE).

» Fonction complexe, acide-alkali. $C^2H^5AzO^2$, cristallisé.

Gaz dégagés.... $H^2 = 1^{cc}, 8$; $CH^4 = 0, 15$; $CO = 0, 07$; $CO^2 = 0, 8$
 Az² absorbé.... $= 0^{cc}, 7$

» La décomposition est faible, ainsi que le volume de l'azote absorbé, ce dernier étant d'ailleurs positif. L'hydrogène n'est pas éliminé davantage qu'avec l'acide générateur (p. 687).

III. — URÉE SULFURÉE (SULFOCARRAMIDE): CH^1Az^2S crist.

H^2 dégagé $= 1^{cc}, 2$; Az absorbé nul;

ce qui s'explique par la grande richesse relative en azote du composé, le générateur exempt d'azote étant déjà saturé de cet élément dans les urées.

F. — NITRILES.

IV. -- NITRILE ACÉTIQUE: C^2H^3Az .

» $0^{gr}, 3$ environ. — Vingt-quatre heures.

Gaz dégagés..... $H^2 = 5^{cc}, 8$; $CH^4 = 0, 6$.
 Az² absorbé..... $9^{cc}, 4$ c'est-à-dire $0^{gr}, 012$.

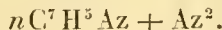
» Le volume de l'azote absorbé est sensiblement égal à $2\frac{1}{2}$ fois celui de l'hydrogène dégagé.

» Le composé formé est polyazoté; mais sa formule ne peut être déterminée avec certitude.

V. — NITRILE BENZOÏQUE: C^7H^5Az .

» $0^{gr}, 3$ environ.

» Pas de gaz dégagé. Tout l'azote mis en présence a été absorbé, la limite n'étant pas atteinte. Le produit ne bleuit pas le tournesol. Sa formule est nécessairement

VI. — NITRILE TOLUIQUE: C^8H^7Az .

» Az $= 12^{cc}, 4$. — Vingt-quatre heures. — $0^{gr}, 3$ environ.

» Pas de gaz dégagé.

Az² absorbé..... $8^{cc}, 1$.

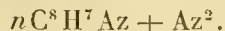
VII. — CYANURE DE BENZYLE : C^8H^7Az .

» $Az = 17^{cc}, 5$. — Vingt-quatre heures. — $o^{gr}, 3$ environ.

» Pas de gaz dégagé. Le produit bleuit le tournesol.

Az^3 absorbé. $6^{cc}, 8$.

» Les deux isomères se comportent à peu près de même, la formule des produits étant



» En somme les trois nitriles de la série benzénique forment des composés polyazotés, en ajoutant purement et simplement l'azote à leurs éléments.

G. — DÉRIVÉS DE L'HYDROXYLAMINE ET DE L'HYDRAZINE.

I. — ALDOXIME : C^2H^5AzO .

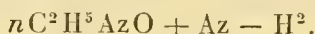
» $o^{gr}, 2$ environ. — Vingt-quatre heures. — $Az = 11^{cc}, 1$.

Gaz dégagés $H^2 = 5^{cc}, 4$; $CH^4 = 0,35$; ni CO , ni CO^2 .

Az absorbé. $3^{cc}, 4$.

» Il y a gain d'azote et perte d'hydrogène.

» Rapports, sensiblement :

II. — PHÉNYLHYDRAZINE : $C^6H^8Az^2$ cristallisée.

» Vingt-quatre heures. — $Az = 11^{cc}, 6$.

Gaz dégagés. $H^2 = 0,8$; $Az^2 = 0,4$.

» L'hydrogène est conservé dans le composé, conformément à ce qui arrive pour les dérivés benzéniques. D'autre part, le composé n'a pas gagné d'azote; au contraire, il en a perdu une dose légère. Il est remarquable que cette perte ne soit pas plus forte avec un corps aussi peu stable.

II. — COMPOSÉS NITRÉS.

» Ces principes offrent un intérêt spécial, parce qu'ils dérivent des composés oxygénés de l'azote; ce qui les distingue de ceux que nous avons étudiés jusqu'ici.

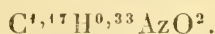
I. — NITROMÉTHANE : CH^3AzO^2 liquide.

» 0^{gr}, 2 environ; Az = 11^{cc}, 9.

Gaz recueillis 49^{cc}, 6 (vapeur d'eau en plus : 1^{cc}, 7)
 $\text{H}^2 = 5,0$; $\text{O} = 5,3$; $\text{CO}^2 = 12,3$; $\text{Az}^2 = 27,0$
 Az dégagé 27 — 11,9 = 15^{cc}, 1

» Le mercure est attaqué par oxydation.

» Rapports des éléments dans les produits gazeux :



» L'effluve a déterminé une oxydation interne de la molécule, avec formation d'acide carbonique, d'oxyde de carbone et mise en liberté d'azote en grande quantité, et d'un peu d'hydrogène. Une portion notable des éléments demeure dans le produit condensé; sans doute ramené à l'état d'amide par une réduction complémentaire du départ de l'oxygène et attestée d'ailleurs par la mise en liberté d'un peu d'hydrogène. Les rapports des éléments dans le produit condensé sont les suivants, sans aucune hypothèse :



» En posant $n = 2$, on aurait



» Cette relation, donnée comme pure indication, fournit au moins une idée générale du sens de la réaction.

II. — NITRÉTHANE : $\text{C}^2\text{H}^3\text{AzO}^2$ liquide.

» 0^{gr}, 2 environ. Az = 11,5. — Vingt-quatre heures.

» Au début, il y a une augmentation de volume, suivie d'une diminution. A la fin, on a trouvé :

Gaz recueillis, 8^{cc}, 8, renfermant
 $\text{H}^2 = 1,2$; $\text{CO} = 0,6$; $\text{CO}^2 = 1,0$; vapeur d'eau = 0,2; $\text{Az}^2 = 5,7$.
 Az² absorbé 5^{cc}, 8.

» Odeur d'éther acétique.

» Cette réaction est toute différente de celle du nitrométhane, en raison de la présence d'un plus grand nombre d'atomes de carbone dans la molécule. L'oxygène n'étant plus prédominant, la réaction rentre dans la règle

générale, c'est-à-dire qu'elle est accompagnée par une absorption d'azote. Les autres éléments n'éprouvent que des variations insignifiantes. Les rapports des éléments dans le produit condensé sont dès lors



» D'après ces faits, la décomposition du nitrométhane est exceptionnelle, comme celle de l'acide formique (p. 684) au point de vue des réactions de l'effluve.

III. — NITROBENZINE : $C^6H^5AzO^2$.

» 0^{8r} , 2 environ. Az = 12^{cc} , 65. — Vingt-quatre heures.

» Aucun gaz ne se dégage.

Az absorbé 2^{cc} , 85

» Rapports des éléments condensés : $nC^6H^5AzO^2 + Az^2$.

» Mêmes conclusions.

K. — COMPOSÉS AZOTÉS DIVERS.

I. PYRROL : C^4H^5Az , distillé à point fixe. Liquide.

» 0^{8r} , 4. — Vingt-quatre heures.

Pas de gaz dégagé. — Az absorbé..... 3^{cc} , 4

Odeur de carbylamine. — Une grande partie du pyrrol inaltérée.

II. INDOL : C^8H^7Az cristallisé.

» 0^{8r} , 2 environ. — Vingt-quatre heures.

Pas de gaz dégagé. — Az absorbé..... 6^{cc}

III. INDIGOTINE : $(C^8H^5AzO)^2$, cristallisée.

» Quelques décigrammes. — Vingt-quatre heures.

Gaz dégagés : $H^2 = 0^{cc}$, 3 ; $CO = 0$, 3 ; $CO^2 = 0$, 4. — Azote absorbé : 0^{cc} , 65.

» Il s'agit ici d'une action complexe et d'une molécule condensée.

IV. AZOBENZOL : $C^{12}H^{10}Az^2$ cristallisé.

» Quelques décigrammes.

Pas de gaz dégagé. — Az absorbé..... 8^{cc} , 6

V. ALBUMINE.

» Le tube intérieur a été enduit à sa surface avec une dissolution d'albumine, et le tout séché à la température ordinaire.

» Poids de l'albumine sèche : 0^{gr}, 57. On opérait sur un très gros tube. On l'a introduit dans une éprouvette de grandeur correspondante.

» Az : 17^{cc}, 7. — Vingt-quatre heures.

Gaz dégagés : CO² = 2^{cc}, 0; CO = 0,6; H² = 4,0. — Azote absorbé : 3^{cc}, 8.

Soit 0^{gr}, 0045; c'est-à-dire, en millièmes : 7,7.

» Dans un autre essai, la distance des tubes étant plus grande et de l'air étant introduit, au lieu d'azote, on a trouvé seulement, en millièmes, azote fixé : 2,4.

» Ainsi l'albumine fixe de l'azote sous l'influence de l'effluve électrique, résultat intéressant au point de vue des réactions que l'électricité atmosphérique exerce sur les êtres vivants. La proportion de l'azote fixé est d'ailleurs peu considérable, en raison de la grandeur du poids moléculaire du composé (p. 680 et 689).

» En résumé, l'action de l'effluve électrique sur les composés azotés a fourni les résultats suivants :

» 1^o La plupart des composés organiques azotés mis en expérience ont fixé une nouvelle dose d'azote sous l'influence de l'effluve, quelle que soit la fonction de ces composés : alcalis, amides, nitriles, oximes, corps nitrés, etc. On a obtenu ainsi des polyamines, polyamides et dérivés condensés.

» Cette absorption s'observe même avec un principe à molécule aussi élevé que l'albumine : résultat intéressant à cause du rôle de ce composé dans l'économie des êtres vivants.

» Quelques exceptions ont été observées pour l'éthylamine, l'allylamine, la phénylhydrazine, l'urée sulfurée et les diamines éthylénique et propylénique, lesquelles sont demeurées à peu près stationnaires, au point de vue de la fixation de l'azote.

» La méthylamine et le nitrométhane ont même perdu de l'azote : sans aucun doute parce que ces deux derniers principes sont les premiers termes des séries homologues, et qu'ils renferment seulement un atome de carbone ; le rapport atomique de l'azote au carbone dans les polyamines dérivées des composés monoazotés, sous l'influence de l'effluve, étant généralement inférieur à l'unité.

» Les diamines, dont la molécule est déjà riche en azote, ne fixent cet élément qu'en proportion nulle ou très faible. Au début de la réaction de l'effluve les diamines simples (éthylène et propylènediamine) laissent même dégager quelque dose d'azote, tant à l'état libre que sous forme d'ammoniaque; dose qui se résorbe aussi lors de la constitution ultérieure des polyamines qui subsistent définitivement.

» 2° Les composés qui se rattachent à la série grasse perdent de l'hydrogène, en même temps qu'ils fixent de l'azote; cette perte étant du même ordre que celle des carbures d'hydrogène et des alcools de la même série.

» Elle est notablement plus forte, s'élevant à 3 atomes d'hydrogène environ pour les méthylamines, éthylamines, propylamines; à 2 atomes pour l'allylamine et pour les éthylènediamine et propylènediamine.

» Il se constitue ainsi des composés de formule similaire entre eux, mais dont le caractère cyclique, développé aux dépens de la capacité de saturation de l'azote, est d'autant plus accentué que la molécule originelle renferme un plus grand nombre d'atomes de carbone.

» On observe des exceptions à cet égard pour les composés très oxygénés, tels que le nitréthane et la glycollamine (acide amidoacétique), précisément comme pour les acides gras riches en oxygène.

» Les composés de la série benzénique, le pyrrol, l'indol, ne perdent pas d'hydrogène en absorbant l'azote; pas plus que les carbures d'hydrogène et phénols de cette même série.

» La pyridine ne perd pas non plus d'hydrogène, en absorbant l'azote; tandis que la pipéridine, qui en représente l'hydrure, en fixant l'azote, dégage son excès d'hydrogène, et même, semble-t-il, un atome de plus; précisément comme l'éthylamine et analogues, comparés aux alcools et carbures générateurs.

» 3° Comparons encore les polyamines formées aux dépens des principes d'une même série renfermant le même nombre d'atomes de carbone, tels que carbures, alcools, alcalis: nous observons ici des relations intéressantes. Pour les mettre en évidence, je rapporterai toutes les formules à quatre atomes d'azote, sans prétendre écrire des formules rationnelles, mais uniquement pour préciser les rapports atomiques qui existent entre les éléments dans ces polyamines.

» 1° *Série méthylique.* — Amines dérivées de :

| | | |
|------------------------------------|---|---|
| Carbure. | Alcool. | Alcalis primaire, secondaire, tertiaire. |
| $2C^3H^6Az^2$ ou $C^8H^{12}Az^4$. | $2(C^3H^8Az^2, 2H^2O)$ ou $C^8H^{16}Az^4, 4H^2O$. | $C^6H^{12}Az^4$. |

» 2^o *Série éthylique.* — Amines dérivées de :

| Carbure. | Alcool. | Alcali primaire. | Diamine. |
|---|--|---|--|
| $2\text{C}^8\text{H}^{16}\text{Az}^2$ ou $\text{C}^{16}\text{H}^{32}\text{Az}^4$. | $2(\text{C}^4\text{H}^8\text{Az}^2, 2\text{H}^2\text{O})$ ou $\text{C}^8\text{H}^8\text{Az}^4, 4\text{H}^2\text{O}$. | $2\text{C}^4\text{H}^8\text{Az}^4$ ou $\text{C}^4\text{H}^{16}\text{Az}^4$. | $\text{C}^4\text{H}^{12}\text{Az}^4$. |

» 3^o *Série propylique.* — Amines dérivées de :

| Carbure. | Alcool. | Alcali primaire. | Diamine. |
|---|--|--|--|
| $\text{C}^{15}\text{H}^{28}\text{Az}^4$. | $\text{C}^{12}\text{H}^{16}\text{Az}^4, 4\text{H}^2\text{O}$. | $\text{C}^9\text{H}^{18}\text{Az}^4$. | $\text{C}^6\text{H}^{16}\text{Az}^4$. |

» 4^o *Série allylique.* — Amines dérivées de :

| Carbure. | Alcool. | Alcali primaire. |
|---|--|---|
| $\text{C}^{30}\text{H}^{40}\text{Az}^4$. | $\text{C}^{18}\text{H}^{20}\text{Az}^4, 6\text{H}^2\text{O}$. | $\text{C}^{12}\text{H}^{20}\text{Az}^4$. |

» Ce Tableau fait apparaître les relations suivantes, très dignes d'intérêt.

» Pour un même poids d'azote, la condensation du carbure, comparé à un même nombre d'atomes de carbone, va en croissant du dérivé du carbure à celui de l'alcool (sauf pour la série méthylique monocarbonée), et du dérivé de l'alcool à celui de l'alcali primaire (sauf pour la série éthylique); elle est double pour le dérivé de la diamine, comparé à celui de la monamine.

» 4^o Si nous comparons les corps isomères, nous trouvons que les deux propylamines se comportent sensiblement de même; ainsi que les deux propylènes, alcools propyliques, aldéhydes propyliques. De même le nitrile tolnique et le cyanure benzylique; de même les deux phénylènediamines et les trois toluidines ortho, méta, para, alcalis primaires. Mais la benzylamine, alcali primaire, absorbe plus mal l'azote que la toluidine; la méthylaniline, alcali secondaire, au contraire, l'absorbe mieux; comme si les deux résidus méthylique et phénylique, demeurés distincts, agissaient cumulativement.

» 5^o Insistons sur ce caractère cumulatif, en tant que lié avec le nombre des molécules génératrices. Il s'accuse d'une façon plus nette encore dans la diméthylamine, alcali secondaire, comparée à l'éthylamine, alcali primaire, et dans la triméthylamine, alcali tertiaire, comparée aux propylamines, alcalis primaires. Ces alcalis, dérivés de plusieurs molécules d'alcools, fixent aussi, dans les divers cas, plus d'azote que les alcalis primaires, dérivés d'une seule molécule.

» Ajoutons même que la dose d'azote fixée par les alcalis des trois ordres semble proportionnelle au nombre de molécules de l'alcool générateur;

la même polyamine semblant engendrée par les trois alcalis dérivés d'un même alcool.

» Cette relation cumulative se retrouve d'ailleurs sous une forme plus générale dans l'étude de la réaction de l'effluve sur les éthers dérivés, soit de deux molécules alcooliques, soit d'une molécule aldéhydique et de deux molécules alcooliques, soit d'une molécule acide et d'une molécule alcoolique.

» Une telle relation mérite d'autant plus l'attention qu'elle est de nature à expliquer la diversité qui existe entre l'aptitude à fixer l'azote libre dans les diverses bases homologues de la série grasse. J'ai signalé plus haut cette relation entre les trois bases méthyliques. Elle s'applique également à la comparaison entre la méthylamine, l'éthylamine et la propylamine : la première perdant de l'azote, parce qu'elle en renferme une dose plus forte que celle que comporte son dérivé condensé, l'hexaméthylènetétramine; tandis que l'éthylamine ne perd ni ne gagne d'azote, parce qu'elle en contient déjà la même dose que son dérivé condensé; la propylamine, au contraire, doit gagner de l'azote pour former la polyamine correspondante.

» 6° Voici une relation plus générale, et applicable aux composés qui fixent de l'azote par simple addition, *sans élimination d'hydrogène*; quelle que soit la fonction de ces composés, carbures, alcools, aldéhydes, acides, alcalis. De tels composés, obtenus sous l'influence de l'effluve, se comportent en général comme des amines, ou des amides. De là résultent diverses conséquences au point de vue de la saturation des éléments, et de la constitution des composés résultants. En effet, chaque atome d'azote fixé exigeant trois atomicités pour sa saturation, la constitution d'une molécule formée par voie d'addition réclamera deux atomes d'azote, comportera six unités de saturation. Nous devons donc retrouver cette capacité de saturation, satisfaite dans le composé résultant; à moins que ce composé n'ait acquis une constitution cyclique. Dans aucun cas d'ailleurs, le composé azoté ne pourra dériver du principe qui l'aura engendré, par une substitution simple de AzH^2 , ou de AzH , ou de Az , à l'hydrogène. Ce dernier élément n'ayant subi aucune élimination dans la réaction de l'effluve, le composé azoté nouveau ne saurait dériver par substitution que d'un composé plus hydrogéné. Dans le cas de la série benzénique, par exemple, il ne dérivera pas de la benzine elle-même, mais de ses hydrures. De même pour les composés azotés formés par addition pure et simple au moyen des corps des séries pyridiques, indoliques, etc.

» Cette même relation devra exister pour les composés oxygénés qui dérivent des amides et amines, de formation électrique, lorsque l'on voudra en séparer l'ammoniaque, en vertu de phénomènes d'hydratation (hydrolyse). De telles relations, propres à la série benzénique, contrastent avec la formation des polyamines, engendrées par les carbures et alcools de la série grasse, formations dans lesquelles on observe, en général, une perte d'hydrogène, susceptible de ramener les composés à une constitution cyclique. De telle sorte que les corps résultants sont à la fois moins hydrogénés que ceux de la série grasse et plus hydrogénés que ceux de la série benzénique.

» Ce sont là des caractéristiques essentielles du nouvel ordre de réactions électriques, au point de vue de la synthèse. »

ANALYSE CHIMIQUE. — *Sur le dosage de l'oxyde de carbone dilué dans de grandes quantités d'air*, par M. ARMAND GAUTIER.

« Depuis plusieurs années je suis chargé par le Conseil d'hygiène et de salubrité de la Seine et la Ville de Paris d'étudier la composition des fumées issues des foyers de toutes sortes qui rejettent dans l'atmosphère urbaine leurs résidus gazeux, incommodes ou délétères. J'étais en train d'écrire les résultats de ce long Travail, dont la publication va commencer cette semaine même, lorsque la Note de M. Nicloux sur le dosage de l'oxyde de carbone mélangé à de grands volumes d'air, Note parue au dernier numéro des *Comptes rendus* (p. 746), m'est tombée sous les yeux.

» Quoique, par un détail, cette méthode diffère de la mienne, je dois dire que l'oxydation de l'oxyde de carbone par l'anhydride iodique me sert depuis sept à huit années à doser l'oxyde de carbone dilué dans l'air au 1000^e et même au 20 000^e, que mes préparateurs et élèves s'en servent et la connaissent, et que mon collaborateur, M. H. Hélier, dans sa Thèse de doctorat ès sciences (*Thèses de la Faculté des Sciences de Paris*, 13 mai 1896, p. 39), a décrit cette méthode telle que je l'avais instituée à cette époque et qu'elle lui a servi pour doser l'oxyde de carbone dans le méthane et différents autres gaz.

» Après avoir vu, comme M. Ditte, que l'oxyde de carbone réduit l'acide iodique anhydre en mettant l'iode en liberté, j'ai constaté que cette réaction avait lieu pour ce gaz, même lorsqu'il est dilué de 20 000 fois

son volume d'air pur, et que la réaction est totale et facile à 60° et même à 45°, quoique plus lentement; j'ai observé aussi que la plupart des hydrocarbures n'agissaient pas à ces températures, à l'exception toutefois de l'acétylène, qui commence à s'oxyder très sensiblement à 60° en mettant l'iode en liberté. Au début, je recueillais cet iode sur un rouleau peu serré de toile de cuivre réduit dans certaines conditions, pesé au décimilligramme et placé dans l'une des branches d'un long tube spécial en U, chauffé dans l'eau bouillante et contenant l'anhydride iodique dans l'autre branche, celle par où arrive l'air. L'augmentation de poids du cuivre donnait celui de l'iode mis en liberté (1). Plus tard, j'ai préféré doser l'acide carbonique qui se forme et que je recueillais d'après la méthode délicate, mais très précise, donnée par M. A. Muntz pour déterminer exactement l'acide carbonique de l'air atmosphérique (2).

» Je ferai très prochainement connaître à l'Académie mes appareils et mes résultats numériques.

» Mais que l'on dose l'oxyde de carbone ainsi répandu à l'état de traces dans l'air respirable en mesurant l'acide carbonique qu'il forme au contact de l'anhydride iodique, ou en pesant l'iode déplacé dans ces conditions, ou en recueillant cet iode pour mesurer ensuite la coloration qu'il communique au sulfure de carbone ou au chloroforme, comme le fait M. Nicloux, la vraie difficulté, celle qui m'a longtemps arrêté, en dehors de la dilution extrême qu'il fallait démontrer être presque indifférente et ne pas fausser les résultats, tient à deux autres causes : d'une part, quelques gaz hydrocarbonés s'oxydent (surtout à 150°) au contact de l'anhydride iodique; tels le gaz acétylène en particulier, gaz qui se forme dans nos foyers, partout où l'air est en trop faible proportion (*Berthelot, Scheurer-Kestner*) et qui réduit pour son compte l'acide iodique, quoique plus difficilement que ne le fait l'oxyde de carbone, déjà vers 50° à 60°. D'autre part, certains gaz, comme l'éthylène, qui ne s'oxydent cependant que très difficilement à ces températures, jouissent de la singulière propriété d'empêcher l'oxydation de l'oxyde de carbone quand ils sont mélangés à lui, même en faibles proportions. Il ne suffit donc pas pour

(1) Un centimètre cube de CO dilué en 10^{lit} d'air met, dans ces conditions, en liberté 2^m^{gr}, 27 d'iode, quantité facilement pondérable et que j'ai reconnu se produire en proportion théorique.

(2) Voir *Annales de l'Institut agronomique*, p. 82; 1881. Supplément au n° 7.

obtenir des résultats exacts de laver l'air avant son passage sur l'acide iodique à travers des lessives alcalines qui arrêtent l'hydrogène sulfuré ou l'acide sulfureux.

» J'ajoute enfin, à propos de la réduction des iodates par l'acide nitreux en présence de l'acide sulfurique étendu, que cette réaction est délicate, qu'elle ne se produit pas instantanément à froid et qu'elle est même infidèle avec certaines dilutions et proportions d'acide nitreux. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'importance du sucre considéré comme aliment. Nouvelle démonstration de la supériorité de la valeur nutritive du sucre sur celle de la graisse, eu égard à la valeur thermogène respective de ces deux aliments simples*, par M. A. CHAUVEAU.

« Dans la séance du 20 décembre 1897 (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 1070), j'exposais les résultats de quelques expériences comparatives sur la valeur nutritive que possèdent respectivement la graisse et le sucre introduits dans une ration de production de travail. Ces expériences se rapportaient à l'étude d'une des plus importantes et des plus délicates questions de l'énergétique musculaire, à savoir quel est le potentiel que transforme le tissu du muscle, pour se procurer l'énergie nécessaire à son travail physiologique. Les résultats que j'ai obtenus ajoutaient une nouvelle démonstration à celles, fort nombreuses, sur lesquelles j'avais établi les deux propositions suivantes : 1° *C'est la combustion du glycogène incorporé au tissu musculaire qui met au service de ce tissu l'énergie dont il a besoin pour son travail.* 2° *La fonction glycogénique de Claude Bernard fournit incessamment les matériaux de remplacement qui alimentent les réserves de glycogène musculaire incessamment consommées.*

» Ces propositions étaient de nature à heurter les habitudes d'esprit des partisans systématiques de la théorie des poids et des substitutions isodynames en Bromatologie. Ma nouvelle démonstration a aggravé ce conflit, en ce sens qu'elle fait ressortir directement la grande discordance qui existe entre ladite théorie et toute une catégorie de faits importants.

» Avant de chercher une explication à cette discordance, il convenait de s'assurer qu'elle existe bien réellement. C'est à quoi va servir le récit de l'expérience suivante, lequel pourra être suivi de beaucoup d'autres.

» EXPÉRIENCE. — Depuis quelques semaines, la chienne qui a fait l'objet des expériences racontées dans la séance du 20 décembre dernier se maintenait à peu près

exactement en équilibre de poids, en continuant à être soumise aux conditions de la dernière série de ces expériences, conditions qu'il est indispensable de rappeler ici.

» 1^o *Ration alimentaire*. — Le sujet recevait le matin à 7^h30^m, en alternance tous les cinq jours ou tous les trois jours, l'une des deux rations suivantes :

| A. | Valeur thermique. | | B. | Valeur thermique. | |
|---|----------------------|------|---|----------------------|-------|
| | gr | Cal | | gr | Cal |
| Viande dégraissée. | 500 | 479 | Viande dégraissée. | 500 | 479 |
| Saindoux. | 110 | 1034 | Sucre. | 168 | 665,6 |
| Eau. | 400 | » | Eau. | 400 | » |
| Valeur énergétique totale de la ration. | 1513 | | Valeur énergétique totale de la ration. | 1144,6 | |

» Ainsi, au point de vue énergétique, $\frac{B}{A} = \frac{1144,6}{1513} = 0,756$.

» Donc, le potentiel de la première ration, celle où figure la graisse, valant 1, le potentiel de la seconde, celle où figure le sucre, atteignait seulement 0,756.

» 2^o *Travail*. — Le sujet étant en pleine digestion, on le soumettait, dans la roue-caisse *ad hoc*, à l'exercice du trop allongé, pendant deux heures exactement. Le chemin parcouru était environ 25^{km} à 26^{km}.

» C'est en faisant le travail musculaire exigé par cet exercice que le sujet s'entretenait à peu près de même, avec les deux rations précitées, si différentes pourtant par leur valeur énergétique.

» Quand je dis que le poids restait à peu près le même, je ne suis pas tout à fait exact. En réalité, la courbe des poids fléchissait toujours un peu avec la graisse. Mais je n'ai pas cru qu'il fût nécessaire de tenir compte du léger avantage resté encore au sucre dans la circonstance, malgré l'infériorité de sa valeur potentielle.

» Les choses en étaient là, lorsque, par le jeu naturel des lois physiologiques, les conditions intimes du sujet furent profondément modifiées. La chienne devint en chaleur comme au mois d'avril de l'année précédente. Alors les conditions de travail et de nourriture étaient tout autres. L'exercice accompli se réduisait à 12^{km}-13^{km} de parcours dans la roue, et la ration, assez pauvre, contenait le complément ternaire, sucre ou graisse, en proportions exactement isodynames (graisse : 51^{gr}; sucre : 121^{gr}). De plus, la comparaison régulière de ces deux aliments de force ne fut faite que pendant la période dépressive du rut. Cette fois, la comparaison put avoir lieu non seulement pendant cette période de dépression, mais encore pendant la période de restauration qui suivit. Le cours de cette comparaison ne fut interrompu que deux mois et demi après l'apparition des prodromes du rut; la bête, légèrement indisposée, s'était alors refusée à tout travail. Mais, jusqu'à ce moment, rien n'avait été changé aux conditions extérieures de l'expérience : *c'était toujours le même travail journalier, les mêmes rations alternantes qu'avant l'apparition du rut*. Ces rations, dans les nouvelles conditions intimes du sujet, allaient-elles continuer à se montrer presque exactement isotrophiques?

» En tout, cette période nouvelle a duré quatre-vingt-cinq jours et l'alternance de la graisse et du sucre, dans la ration complémentaire, s'y est produite 12 fois, c'est-

à-dire que 12 fois le sucre a été substitué à la graisse et 12 fois la graisse au sucre. Les cinq premières séries ont eu chacune cinq jours de durée; les autres, trois jours seulement. Une des premières séries, la troisième, n'est qu'une sorte de doublement de la seconde, qui était consacrée au sucre. On a remplacé, dans cette troisième série, le sucre de la ration par son poids isodynamique d'amidon ⁽¹⁾, soit 157^{gr} de la substance à l'état sec.

» Sur le graphique ci-joint, qui résume les principaux faits de l'expérience et qui a été divisé en autant de colonnes verticales qu'on a consacré de jours à cette expérience, les séries sont numérotées de 1 à 25 et marquées de l'initiale du nom de la substance qui formait la ration complémentaire, G, S ou A.

» C'est pendant la série 3, au moment marqué d'une croix sur le graphique, que l'on constata les premiers signes du rut. Ils avaient disparu au cours de la série 11, avant le moment marqué d'un disque croisé, peut-être beaucoup plus tôt : il plane sur la date exacte de cette disparition une certaine incertitude.

» Aucun accroc n'est survenu pendant l'expérience; elle a marché à souhait. Les séries se sont succédé avec la plus grande régularité, tout se passant exactement de la même manière chaque jour, et la santé du sujet restant toujours parfaite. Même il arriva, dès le début, que l'excrétion fécale perdit les caractères qui, jusqu'alors, l'avaient distinguée pendant les séries-sucre : *les excréments n'étaient ni plus mous ni rendus plus fréquemment que pendant les séries-graisse.*

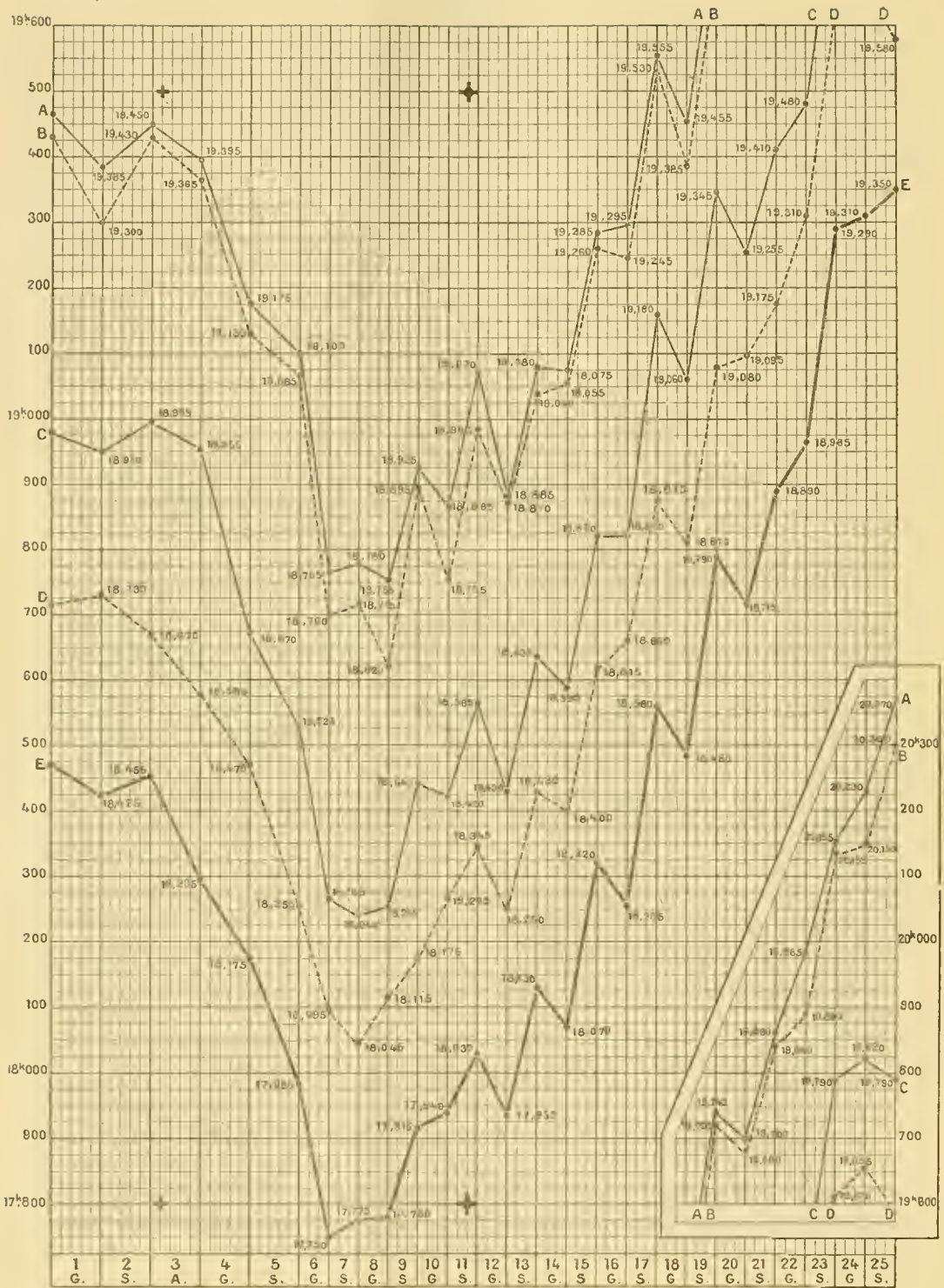
» Les moindres particularités de l'expérience ayant été soigneusement notées chaque jour, il fut facile de savoir si l'égalité des conditions expérimentales avait été complètement réalisée. Il n'y a pas à en douter. Vers la fin de l'expérience il y eut une diminution un peu irrégulière des tours de la roue où s'accomplissait le travail, diminution tenant d'une part à un affaiblissement accidentel de la force motrice, d'autre part à la fatigue du sujet, qui était alors plus grande. Mais les irrégularités se manifestèrent également dans les séries-graisse et les séries-sucre. D'un autre côté, la ration d'eau (400^{gr}), toujours intégralement bue pendant le repas avant le travail, dans les cas de ration avec sucre, a été cinq fois, sur quarante, incomplètement prise dans les cas de ration avec graisse. En tout, la différence de boisson bue en quatre-vingt-cinq jours ne s'éleva pas même tout à fait à 500^{gr}. C'est absolument insignifiant. En un mot, on n'eût pu désirer, dans les conditions expérimentales, une identité plus favorable à l'étude comparative visée dans la circonstance.

» Pour tirer de cette étude tout le parti possible, on fit chaque jour cinq pesées de l'animal. Cette pratique avait, du reste, précédé de beaucoup la période expérimentale actuelle.

» La première pesée avait lieu le matin, après le repas (courbe A du graphique).

» La deuxième, à 9^h, 30, immédiatement avant le travail (courbe B).

(1) Je me réserve de publier à part les résultats d'une étude comparative du sucre et de l'amidon. A l'heure actuelle, mes expériences sur l'amidon sont trop peu nombreuses pour me permettre de me prononcer d'une manière ferme. Je me crois pourtant autorisé à penser qu'en général l'amidon se comporte exactement comme le sucre, quoiqu'il ne possède pas un pouvoir nutritif tout à fait équivalent.



» La troisième, à 11^h 30, immédiatement après le travail (courbe C).

» La quatrième, le soir, sept heures et demie après le travail (courbe D).

» La cinquième, le lendemain matin, vingt-trois heures après le repas, dix-neuf heures et demie après le travail (courbe E).

» Les courbes (1) ne reproduisent pas les résultats des pesées journalières. Elles donnent seulement la succession des poids moyens pour chaque série. Ces courbes traduisent quelquefois l'influence des excréments fécaux ou urinaires qui avaient précédé plus ou moins immédiatement les pesées. Mais il n'y a pas à tenir compte de cette influence : elle n'a introduit aucune perturbation dans les résultats cherchés.

» Ce sont les poids du lendemain, ceux de la cinquième pesée, qui intéressent le plus. On aurait donc pu se borner à reproduire la courbe de ces poids, la seule à laquelle nous demanderons nos renseignements. Mais il a paru bon de donner aussi les autres, à titre de moyens de contrôle.

» Au point de vue des faits essentiels dont elle est l'expression, cette courbe des cinquièmes pesées se divise en trois parties bien distinctes, répondant aux trois conditions physiologiques suivantes : état normal, rut, retour à l'état normal.

» La première partie, comprenant les séries 1 et 2 (suite de plusieurs autres semblables), est une ligne brisée, à peu près horizontale, traduisant l'équivalence ou plutôt la quasi-équivalence nutritive des deux rations comparées, rations qui, je le rappellerai, étaient loin de posséder l'équivalence énergétique, puisque le potentiel valant 1 dans l'une (avec graisse) ne valait que 0,756 dans l'autre (avec sucre).

» La deuxième partie de la courbe, comprenant les séries 3 à 6, est une ligne brusquement descendante, montrant la chute rapide de la nutrition influencée par l'état de rut. Mais, dans cette ligne descendante, *continue à se traduire l'équivalence nutritive des deux rations*. La chute de la courbe, en effet, quoique un peu inégale, ne subit aucun arrêt. Contraste frappant avec ce qui était arrivé un an auparavant, dans des conditions physiologiques identiques, *alors que les rations comparées étaient exactement isodynames!* Je rappelle qu'alors la ration sucrée présentait une supériorité marquée sur la ration grasse. (Voir la deuxième partie du graphique 1 de ma dernière Note dans les *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 1075.)

» Après la série 6, la chute de la courbe s'arrête et celle-ci reste à peu près stationnaire dans la région comprenant les séries 7 et 8, où l'équivalence nutritive des deux rations n'a pas encore subi d'atteinte sensible.

» Mais il n'en est plus de même dans les séries suivantes.

» A partir de la série 9, alors que le rut est en voie de disparition, commence la troisième et dernière partie de la courbe, partie brusquement et rapidement ascendante, *dans son ensemble*. Bientôt elle atteint la hauteur de son point de départ, et la dépasse ensuite considérablement. Comme le travail et la ration sont restés les mêmes, celle-ci évidemment a été mieux utilisée. Il n'y a de cette meilleure utilisation qu'une explication plausible : l'organisme, déprimé par l'état de rut, a besoin de se réparer, et alors les albuminoïdes de la partie fondamentale de la ration s'incorporent plus abondamment en nature.

(1) La partie terminale des courbes, à partir de la série 19, a dû, faute de place, être coupée et reportée en bas du graphique dans un cadre à part.

» Mais ce n'est pas dans ces caractères d'ensemble que réside le principal intérêt présenté par cette dernière partie de la courbe. Il gît dans les détails, qui sont des plus remarquables. L'ascension, en effet, n'est pas régulière. Elle procède par bonds considérables, généralement suivis de courtes chutes. *Or, ces chutes appartiennent aux séries-graisse et les ascensions aux séries-sucre.* C'est donc le sucre qui, dans la circonstance, a été le facteur essentiel de l'accroissement de l'incorporation des albuminoïdes de la ration fondamentale. *Nouvel avantage acquis à la valeur nutritive du sucre, comparée à sa valeur thermique ou dynamique.* Cet avantage pouvait être prévu, étant donné un certain nombre de faits connus. Il est aussi très explicable. Mais ce n'est pas le moment de faire intervenir aucune considération théorique. L'attention ne doit pas être détournée de la constatation purement empirique de la grande différence qui est introduite alors dans les valeurs nutritives des deux aliments simples représentés par le sucre et la graisse. Cette différence se traduit merveilleusement à l'œil dans les courbes. La voici exprimée en chiffres :

» De la série 9 à la série 24, l'animal a augmenté de 1530^{gr} (plus du douzième de son poids). Les parts des huit séries-sucre dans cet accroissement ont été + 135, + 90, + 195, + 250, + 305, + 305, + 175, + 325, total : + 1780^{gr}. Celles des huit séries-graisse ont été + 25, - 95, - 60, - 65, - 75, - 75, + 75, + 20, total : - 250^{gr}, c'est-à-dire que le gain dû au sucre a été diminué de 250^{gr}, du fait de l'intercalation des séries-graisse dans les séries-sucre.

» Telle est l'expérience. Les chiffres et le graphique qui en expriment les résultats sont des plus éloquents.

» *Une seconde fois, il est démontré par ces résultats qu'à l'encontre de la théorie des poids et des substitutions isodynamiques deux rations de valeur énergétique très différente sont capables d'entretenir à peu près également bien un sujet qui travaille. Bien plus, il peut arriver que l'entretien soit incomparablement plus avantageux avec la ration la moins favorisée au point de vue de la valeur énergétique.* Considérons, en effet, ces deux rations justes suffisantes pour entretenir l'animal dans les conditions physiologiques ordinaires de la vie normale, considérons-les lorsque ces conditions physiologiques ont été modifiées dans un sens qui comporte ensuite un croît nécessaire. Alors, sans qu'il soit rien ajouté aux apports nutritifs, ni rien retranché au travail journalier qui les dépense, le potentiel alimentaire fournit les éléments de ce croît. Mais les deux rations n'interviennent pas au même degré. Il n'y en a qu'une *agissante, celle qui contient du sucre.* Elle seule jouit de la propriété d'acquiescer alors, en apparence spontanément, un surcroît d'aptitude nutritive.

» Il y a là une nouvelle démonstration, considérablement grossie, de l'inexactitude du théorème en vertu duquel la valeur nutritive des aliments dépendrait de leur pouvoir thermogène.

» D'autre part, *l'aptitude du sucre à remplir le rôle d'un excellent aliment se révèle dans tous ces faits avec une très grande netteté.*

» On peut donner à ces faits une signification plus décisive en les enchainant les uns aux autres d'une manière méthodique, comme on l'a fait dans les propositions suivantes :

» 1° *Les quantités de sucre ou de graisse qu'il faut ajouter à une même ration fondamentale de viande, pour entretenir également bien le sujet qui travaille, ne sont pas des quantités isodynames. La valeur énergétique 0,756 en sucre agit généralement aussi bien, sinon mieux, que la valeur énergétique 1 en graisse. Cette différence, déjà si notable, à l'avantage du sucre, est même susceptible de s'accroître d'une remarquable manière.*

» 2° *En effet, en ce qui concerne le sucre, le rapport de la valeur nutritive à la valeur énergétique n'est pas constant. Dans certaines conditions physiologiques, comportant l'édification de tissus nouveaux ou la reconstitution des éléments anatomiques d'un organisme épuisé, ce rapport peut être accru considérablement, tandis que, pour la graisse, il reste à peu près au même chiffre ou s'élève à peine.*

» 3° *L'augmentation qu'éprouve alors le pouvoir nutritif du sucre tient à ce que, dans lesdites conditions physiologiques, cet aliment favorise l'assimilation en nature des albuminoïdes et aussi à ce qu'il modère le travail de désassimilation.*

» 4° *Donc, s'il est erroné de mesurer la valeur nutritive d'un aliment de force à sa valeur thermique, il ne le serait pas moins de déduire cette valeur nutritive exclusivement de la faculté que possède l'aliment de se transformer plus ou moins économiquement en glycogène musculaire.*

» 5° *En réalité, tout élément doit être jugé, au point de vue de sa valeur nutritive, à l'aide de deux critères : 1° son aptitude à fournir le potentiel directement et immédiatement employé à la dépense énergétique qu'entraînent les travaux physiologiques; 2° l'influence indirecte que cet aliment est capable d'exercer sur les dépenses et les restitutions spéciales attachées au renouvellement et à la formation des éléments anatomiques de l'organisme.*

» 6° *A ce double point de vue, la supériorité des sucres sur les graisses est de toute évidence. Elle se traduit toujours en toute circonstance, surtout dans les cas où s'active la fonction rénovatrice et formatrice des tissus animaux.*

» Ceci indique l'importance de la place que le sucre peut tenir dans l'alimentation.

» Les très nombreuses constatations que j'ai déjà faites sur les animaux au repos, soumis à une simple ration d'entretien, et dont quelques-unes ont été publiées par Contejean, me laissent penser que les propositions précédentes s'appliquent aussi bien à ces animaux qu'à ceux qui travaillent. On comprend aisément qu'il en soit ainsi, quand on réfléchit au

rôle considérable que, même à l'état de repos, le travail physiologique des muscles joue dans la vie de l'animal.

» Mais je ne me prononcerai définitivement qu'après avoir terminé une série expérimentale qui m'aidera à montrer que mes propositions ne sont nullement en désaccord avec celles que Lawes et Gilbert ont tirées de leurs très belles recherches sur le croît chez les animaux à l'engrais.

» Je tiens à faire remarquer, en terminant, que les études expérimentales sur la valeur nutritive du sucre soulèvent, à côté des plus délicats problèmes de la Physiologie pure, d'importantes questions d'intérêt général, touchant à la fois à l'hygiène alimentaire et à l'économie politique. Les pouvoirs publics ont-ils raison de traiter le sucre comme un aliment de luxe imposable à merci? Ne conviendrait-il pas, au contraire, de le mettre à portée de toutes les bourses et d'en étendre ainsi considérablement l'usage? Producteurs et consommateurs, sans compter l'État lui-même, n'y trouveraient-ils pas également leur compte? Il serait à désirer que ceux à qui incombe le soin de résoudre ces questions fussent tout à fait familiarisés avec les indications fournies sur elles par la Science. Peut-être sentiraient-ils alors ce qu'il y a d'irrationnel dans les mesures fiscales tendant à restreindre la consommation du sucre. »

ZOOLOGIE. — *Les larves des Spongiaires et l'homologation des feuilletts.*

Note de M. EDMOND PERRIER.

« Ma Note du 21 février (1) se termine par des considérations destinées, non pas à exposer l'embryogénie actuelle des Éponges, mais à expliquer comment on peut rendre compte des formes larvaires de ces animaux et de leurs transformations premières, sans avoir recours aux interprétations qui ont conduit M. Yves Delage à voir, chez les Spongiaires, des phénomènes de développement qu'ils présenteraient SEULS PARMIS TOUS LES ÊTRES. J'en ai averti en disant : « *Il ne s'agit ici, bien entendu, dans chaque série, que des formes larvaires primitives et non de celles que la tachygénèse a modifiées* (p. 582) ». De cette partie de ma Note, qui commence par ces mots : « *Les choses se présentent sous un tout autre aspect...* », M. Delage détache trois propositions qu'il déclare inexactes et auxquelles il oppose d'autres propositions, non plus de *théorie*, mais de *fait*. Ce sont ces dernières qui sont inexactes :

(1) Voir les Notes précédentes de MM. Delage et Perrier dans les numéros des 14, 21 février et 7 mars.

» 1° *Il existe*, dit M. Delage, *deux types de larves chez les Éponges.*

» Il n'y a pas deux types de larves chez les Éponges, mais une série continue de formes entre lesquelles existent toutes les transitions possibles, comme je l'ai exposé dans mon *Traité de Zoologie* (p. 568), à l'aide des faits connus en 1892. La forme initiale est une *blastula*, la forme terminale est solide; la *blastula* se remplit souvent, au moins en partie, au cours du développement.

» 2° *Les larves, qui sont des blastula VRAIES (à quoi les distingue-t-on des fausses?), n'ont pas les cils plus développés ni plus actifs en avant que dans les autres points.*

» Beaucoup de *blastula* commencent effectivement ainsi; mais M. Delage a bien tort de le rappeler, car chez elles disparaît le caractère histologique sur lequel il s'appuie pour soutenir que l'exoderme et l'entoderme des Éponges sont renversés.

» Contrairement à la proposition de M. Delage, il est, d'autre part, bien connu que, chez les *blastula* à cellules d'abord toutes semblables des *Ascetta*, *Oscarella*, *Isodictyon*, *Desmacidon*, *Halichondria*, les cellules de la région postérieure se modifient peu à peu, au cours du développement, et que leurs cils se raccourcissent ou disparaissent conformément à ce que j'ai dit, quand ils ne manquent pas dès le début. M. Delage lui-même s'appuie sur le contraste des cellules antérieures et des cellules postérieures des *Sycandra* pour établir sa théorie et ici le contraste est réalisé d'emblée. Dans quelques cas les cils peuvent manquer au pôle antérieur (*Desmacidon*), mais le pôle n'est pas la région antérieure tout entière.

» 3° *Les larves des Éponges qui traversent la phase blastula se fixent au stade gastrula après l'invagination, jamais au stade blastula.*

» Il est justement contesté que les Éponges traversent un stade *gastrula*.

» Dans le traité français d'Embryogénie le plus récent, celui de M. Roule (1894), on lit, en effet, p. 89 : « En admettant qu'il s'agisse ici de larves gastrulaires, ces larves » diffèrent beaucoup de leurs similaires des autres animaux. Les dissemblances ne portent pas seulement sur les procédés génétiques, mais aussi sur la structure générale ».

» On sait que chez les *Sycandra*, en effet, l'hémisphère cilié s'invagine sous les moindres influences à l'intérieur de l'autre et se dévagine de même. Il est bien évident d'ailleurs, *comme je le dis dans ma Note*, qu'une fois la fixation accomplie l'hémisphère cilié recouvert par l'autre ne peut plus se dévagner; mais ce n'est pas une raison pour faire de la larve ainsi fixée une *gastrula* comparable à celle des *Néphridiés*, par exemple.

» C'est parce que M. Delage se résout arbitrairement pour l'affirmative qu'il a été conduit à la singulière interprétation que je combats.

» Son exposé du mode de fixation des Éponges n'est d'ailleurs que la répétition de ce que j'ai écrit moi-même sur ce sujet en 1892, d'après ce que l'on savait à ce moment (*Traité de Zoologie*, p. 570).

» Il dit, en effet : « *La gastrula des Éponges se fixe par le blastopore* », comme j'ai dit : « *Quand il y a invagination, c'est le blastopore plus ou moins rétréci qui s'applique sur les corps solides (Sycandra raphanus, Oscarella lobularis)* ».

» Seulement, qu'est-ce que le blastopore dans le cas actuel? Quand on se borne à prendre les choses telles quelles sont, on répond : le blastopore, c'est la ligne de séparation entre la région antérieure de la larve et sa région postérieure. Qu'est-ce que la région antérieure de la larve? La région antérieure est, par définition, celle que la larve porte en avant quand elle se meut; c'est-à-dire sa région ciliée, et *c'est bien cette région ciliée antérieure, circonscrite par le blastopore*, que les larves dont il s'agit ici tournent contre l'obstacle, ainsi que je l'ai indiqué. Tout cela est très simple et très clair. Mais M. Delage nous dit : « *Le blastopore est un point correspondant à la partie postérieure de la gastrula* ». Postérieure, pourquoi? La *gastrula* des Éponges, si l'on veut qu'elles aient une *gastrula*, est par essence immobile, puisqu'elle a invaginé ses cils; elle n'a ni avant, ni arrière.

» La théorie de M. Delage, qui, au départ, appelait entoderme et exoderme deux parties également externes d'une même sphère, nous conduit maintenant à ne plus savoir ce qui est l'avant et ce qui est l'arrière d'un animal; c'est plus que je ne voulais démontrer et cela clôt la discussion.

» Les faits relatifs aux larves pleines ou larves tachygénétiques sont hors de cause; je les ai exposés moi-même, en 1892, comme M. Delage, et dans toute leur variété, mais en m'efforçant de les relier entre eux et de les coordonner dans l'Ouvrage déjà visé.

» Qu'il me soit permis en terminant de rappeler que c'est moins l'embryogénie des Éponges qui est en cause qu'une question de méthode scientifique avec laquelle n'ont rien à voir les propositions opposées aux miennes par M. Delage. Geoffroy Saint-Hilaire a défini les organes homologues par leurs *connexions*, EXPRESSÉMENT pour éliminer de leur définition tout ce qui touche à leur structure et permettre de les reconnaître toujours *quelque transformation qu'ils aient subie*; c'est par l'application de ce *principe des connexions* que M. de Lacaze-Duthiers a fait ses plus belles découvertes. En s'appuyant sur la structure des feuillettes pour établir leur homo-

logie, M. Delage prend exactement le contre-pied de Geoffroy. C'est en altérant ainsi le sens des mots qu'on a suscité dans la Science tant d'inextricables confusions et c'est pourquoi j'ai relevé cette altération.

» Au surplus, la théorie de l'évolution a précisé le sens du mot *homologue* de manière à le mettre à l'abri de toute définition nouvelle. En définissant les organes homologues comme il l'a fait, Geoffroy admettait que le même organe était susceptible de présenter les modifications les plus diverses de forme, de structure et de fonction; ses *connexions* étaient le moyen de le reconnaître malgré ses déguisements. On reste absolument dans sa définition en considérant comme homologues les organes qui, *dans une même série généalogique*, ne sont que les transformations diverses d'un même organe de l'ancêtre commun; en dehors de cette définition, le mot *homologue* n'a plus qu'un sens métaphysique et, par conséquent, obscur. Du moment que, de l'aveu même de M. Delage, les Éponges ne se sont pas transformées en d'autres animaux et sont demeurées à la base du règne animal, en dehors de l'évolution organique, ce que démontre surabondamment leur organisation, il n'y a même pas à poser le problème de l'homologie de leurs feuilletts embryonnaires; par définition, cette homologie n'existe pas. Essayer de s'en servir pour démontrer que les Éponges sont isolées dans le règne animal, c'est faire une pétition de principe. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *L'expédition au Groënland de la Société de Géographie de Berlin*. Note de M. MARCEL BERTRAND.

« Les résultats importants de cette expédition, proposée et dirigée par M. Erich de Drygalski, viennent de paraître dans les deux Volumes que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie (1).

» M. de Drygalski, dans ses premiers travaux, avait mis en lumière la relation probable de la submersion postglaciaire avec le phénomène même de l'extension glaciaire et du refroidissement qu'elle a dû amener. Plus tard il s'est demandé si cette extension était compatible avec les lois du mouvement des glaciers et avec les formes actuelles du terrain. M. Stapff avait déjà répondu négativement à cette question (2). M. de Drygalski, disposé plutôt à y répondre affirmativement, a essayé de traiter la question

(1) *Grönland-Expedition der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin*, 1891-1893, unter Leitung von Erich von Drygalski, 2 vol. Berlin, W. H. Rühl; 1897.

(2) *Jahrbuch der k. preussischen geologischen Landesanstalt*, Berlin, 1889.

par le calcul (1), puis, reconnaissant l'insuffisance des données, il est parti pour les vérifier au Groënland. La Société de Géographie de Berlin et la libéralité de l'empereur lui en ont fourni les moyens.

» L'expédition, préparée par un premier voyage (1891), a séjourné pendant un an (15 juillet 1892-11 juin 1893) sur le *nunatak* de Karajak, au nord de Disko. Sans parler ici des observations zoologiques, botaniques, météorologiques et même astronomiques (2), qui sont exposées dans un second Volume, je voudrais seulement appeler l'attention sur les conclusions relatives à la nature et au mouvement de la glace : elles modifient souvent, elles précisent toujours les idées admises ; les nombreuses observations sur lesquelles elles s'appuient semblent faites avec soin et sévèrement critiquées ; les détails du texte permettent toujours de discuter sérieusement les conditions dans lesquelles elles ont été faites.

» *Structure de la glace.* — Pendant longtemps on a cru que la *structure en grains* était caractéristique de la glace des glaciers. Emden a déjà montré que toutes les glaces, dans des conditions de fusion convenables, se divisent en grains ou individus isolés. M. de Drygalski non seulement confirme le fait, mais montre la relation des grains avec les cristaux primitifs.

» Dans la glace de ruisseaux ou de lacs, la cristallisation se fait par réunion de cristaux hexagonaux qui, contrairement à l'opinion admise, sont, sauf dans les cas de calme absolu, différemment orientés. Un des côtés du cristal seulement suit la surface, et l'axe optique est plus ou moins incliné. Au-dessous de la surface, tous les cristaux sont parallèles, et l'axe est vertical. La raison en serait que la couche de glace superficielle forme une couverture continue, et qu'au-dessous d'elle, grâce à la dilatation qui accompagne la solidification, les cristaux se forment sous pression.

» Dans la glace de fjords, la nappe superficielle ne forme pas couverture continue, et, quoique la cristallisation soit souvent plus obscure, presque tous les axes optiques sont dans le plan de la surface.

» Dans la glace de glaciers, les cristaux de neige qui l'ont formée étaient naturellement orientés dans tous les sens.

» Pour toutes ces espèces de glaces, les cristaux primitifs perdent leurs contours et se transforment en grains arrondis, quand une masse de glace

(1) *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, vol. 11, p. 163 ; 1890.

(2) La pesanteur a été trouvée de $\frac{5}{10\ 000}$ inférieure à la valeur calculée ; c'est un écart du même sens qu'on avait trouvé au Spitzberg, tandis qu'à Jan Mayen (île volcanique) on a trouvé un excès notable.

libre est soumise dans l'air à un échauffement modéré. Le fait se produit naturellement dans les glaciers, où toutes ces conditions sont réalisées; il est facile de le produire artificiellement dans les autres glaces. Dans tous les cas, le grain formé conserve l'orientation du cristal primitif; l'axe optique reste vertical pour la glace de lacs, horizontal pour la glace de fjords, indifféremment orienté pour la glace de glaciers.

» Une seule exception est signalée, c'est pour la glace des parties profondes du glacier, qui prend la structure veinée et s'ordonne en couches parallèles à la surface. Là, d'une part, les grains deviennent plus gros, ils sont *nourris*; et, d'autre part, ils montrent une orientation dominante: l'axe optique est perpendiculaire aux couches. La conséquence naturelle, c'est que là il y a eu recristallisation, et, de plus, d'après l'analogie avec la glace des lacs, que cette recristallisation s'est faite sous pression. Cette conséquence concorde avec toutes les autres conclusions relatives à la marche des glaciers.

» *Mouvement des glaciers* — Ce mouvement n'est pas dû à la pente du sol, qui doit y aider, mais probablement dans une faible mesure; il se produirait également sur un fond horizontal; il est dû aux différences d'épaisseur et de pression, et aux changements moléculaires qu'elles entraînent dans la glace voisine du point de fusion.

» Je cite seulement l'argument le plus frappant. La côte ouest du Groënland alimente, à côté de la grande calotte (*Inlandeis*), des glaciers locaux; la pente en est souvent plus forte, et la vitesse toujours beaucoup moindre, que dans les glaciers qui servent de débouchés à la grande nappe centrale, même quand, au nord et au sud du Groënland, les glaces se soudent à la surface (vitesse de 0^m,15 au plus par jour, même seulement de 1^m par mois, pour les glaciers locaux; 20^m et 30^m par jour pour les glaciers du bord de la grande nappe). Pour les uns et pour les autres, les différences de vitesse n'ont aucun rapport avec la pente et sont en relation directe avec l'épaisseur.

» Le mécanisme suivant peut expliquer jusque dans le détail tous les faits observés.

» Dans le fond du glacier, même dans les régions les plus hautes, le froid de la surface ne descend que très atténué, et, la pression aidant (surtout, comme l'a montré M. Le Chatelier, si l'eau formée peut s'écouler), on peut admettre qu'on est au voisinage de la température de fusion. L'eau formée est chassée vers les points où la pression, c'est-à-dire où l'épaisseur est moindre; déchargée d'une partie de sa pression, elle se

congèle de nouveau en remplissant les vides; la chaleur mise en liberté amène de nouvelles fusions, et le processus se propage vers l'aval. Il n'y a d'abord que clarification de la glace par remplissage des vides, puis formation de véritables couches avec grains orientés, là où a passé et où s'est regelé un courant d'eau suffisant.

» Chaque fusion locale entraîne un abaissement de la masse superposée, un *mouvement vertical*, qui se transforme en *mouvement horizontal* quand tous les vides de la glace sont remplis par le regel. Le mouvement horizontal n'est que la suite et la conséquence des mouvements verticaux; mais, si on les mesure en chaque point, le premier dépasse beaucoup le second en amplitude.

» En résumé, si petites que semblent les actions mises en jeu, elles vont toujours en s'ajoutant et finissent par entraîner tout le glacier. Le mouvement commence par les régions profondes et se transmet, en partie par adhérence, aux régions superficielles. C'est l'eau qui sert d'intermédiaire au travail de la pression; elle le fait en s'écoulant, non pas en libres courants, mais en suintements presque capillaires, et, dans son trajet, elle agit doublement : mécaniquement par la poussée qu'elle transmet, et physiquement par les changements d'état qu'elle subit et qu'elle provoque sur son parcours. Naturellement, pour que le phénomène continue sans interruption, il faut que l'eau puisse s'écouler définitivement après avoir achevé son travail : une pente est nécessaire près du bord, elle ne l'est pas dans les parties hautes.

» Cette explication du mouvement des glaciers se rapproche de celle qu'a proposée Thomsen; mais les arguments qu'après Thomsen et M. Heim on pouvait déjà faire valoir en sa faveur sont maintenant, grâce à M. de Drylgaski, singulièrement plus nombreux et plus précis. La théorie mécanique et thermique en paraît aussi satisfaisante qu'on peut l'attendre pour des questions aussi complexes et je n'hésite pas à dire que le Livre de M. de Drygalski, important pour l'étude du Groënland, marque aussi un progrès de premier ordre dans nos connaissances générales sur l'histoire des glaciers. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A. MARX adresse la suite de son Mémoire « L'éther, principe universel des forces ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. MASCART présente, au nom de MM. *Auguste et Louis Lumière*, une série de photographies stéréoscopiques montrant que les procédés de reproduction des couleurs par voie indirecte, indiquée précédemment par les auteurs, ont pris un caractère industriel, grâce à de nouveaux perfectionnements dans l'exécution.

CORRESPONDANCE.

M. le **SECRETARE PERPÉTUEL** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, « *L'Aérophile*, Revue mensuelle illustrée de l'Aéronautique et des Sciences qui s'y rattachent; directeurs : MM. *Georges Besançon* et *Wilfrid de Fonvielle* ».

ARITHMÉTIQUE. — *Sur la théorie des nombres premiers.*

Note de M. H. LAURENT, présentée par M. Poincaré.

« Si l'on désigne par z un nombre entier, $\Gamma(z) + 1$ est divisible par z si z est premier, en vertu du théorème de Wilson. Au contraire, si z est composé, il sera le produit de deux nombres entiers α et β , tous deux inférieurs à $z - 1$, si α et β sont différents; ils seront donc facteurs dans $\Gamma(z)$ qui sera divisible par $z = \alpha\beta$. Si l'on ne pouvait pas supposer α et β différents, $\Gamma(z)$ serait égal à α^2 ; or $\frac{\Gamma(z)}{\alpha}$ est certainement plus grand que α excepté si $z = 4$; donc $\Gamma(z)$ est pour $z > 4$ divisible par z , si z est composé.

» Cela posé, si l'on considère la fonction

$$e^{\frac{2\pi\sqrt{-1}}{z}\Gamma(z)} - 1,$$

en supposant $z > 4$, pour z entier et composé elle se réduit à zéro; pour z premier elle se réduit à

$$e^{-\frac{2\pi\sqrt{-1}}{z}} - 1;$$

donc

$$\frac{e^{\frac{2\pi\sqrt{-1}}{z}\Gamma(z)} - 1}{e^{-\frac{2\pi\sqrt{-1}}{z}} - 1} = \varpi(z)$$

se réduit à zéro ou à 1 si z est un entier composé ou premier. Donc $f(z)$

désignant une fonction finie pour $z > 4$, on a

$$\sum_5^n \varpi(n) f(n) = \sum \varpi(p_i) f(p_i) = \sum f(p_i),$$

p_1, p_2, \dots désignant les nombres premiers compris entre 5 et n . Or, on peut exprimer $\sum \varpi(n) f(n)$ au moyen d'une intégrale définie en le considérant comme le résidu de

$$\frac{\varpi(z) f(z) e^{2\pi\sqrt{-1}z} 2\pi\sqrt{-1}}{e^{2\pi\sqrt{-1}z} - 1}$$

et cela d'une infinité de manières.

» On peut encore calculer $\sum f(p_i)$ ou $\sum \varpi(n) f(n)$ d'une autre manière en observant que l'on a, en vertu de la formule de Fourier (en supposant $b = a + m$),

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2}F(a) + F(a+1) + \dots + \frac{1}{2}F(a+m-1) + \frac{1}{2}F(b) \\ &= \sum_{k=1}^{k=\infty} \int_a^b F(\xi) e^{2k\pi(\xi-a)\sqrt{-1}} d\xi; \end{aligned}$$

remplaçons $F(\xi)$ par $\varpi(\xi) f(\xi)$ et supposons a entier et supérieur à 4; on aura

$$\sum f(p_i) = \sum_{k=1}^{k=\infty} \int_a^b \varpi(\xi) f(\xi) e^{2k\pi(\xi-a)\sqrt{-1}} d\xi,$$

p_1, p_2, \dots désignant les nombres premiers compris entre a et b (supposés composés).

» La même méthode permet de trouver $\sum f(p'_i)$ en appelant p'_1, p'_2, \dots les nombres premiers compris dans une progression arithmétique à termes entiers, et de vérifier le théorème de Dirichlet sur les progressions arithmétiques.

» *N. B.* — Lorsque l'on fait usage du calcul des résidus pour calculer l'expression $\sum f(p_i)$, on peut remplacer la fonction

$$\frac{e^{2\pi\sqrt{-1}z} 2\pi\sqrt{-1}}{e^{2\pi\sqrt{-1}z} - 1}$$

par la fonction

$$-\frac{d \log \frac{\Gamma(-x)}{-x}}{dx} . »$$

OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE. — *Les invariants intégraux et l'Optique.*

Note de M. HADAMARD, présentée par M. Poincaré.

« Le théorème de Malus, cas particulier du théorème de Thomson et Tait sur les trajectoires de la Dynamique, exprime, comme on sait, qu'une certaine équation aux différentielles totales

$$(1) \quad H = 0$$

est invariante pour un système de rayons lumineux dans toute réflexion ou réfraction.

» Partant de ce principe et des travaux de M. Abbe, M. Bruns ⁽¹⁾ démontre que, si un système optique est partout anastigmat, c'est-à-dire fait correspondre à chaque point-objet un point-image unique, la correspondance ainsi réalisée ne peut être qu'une similitude.

» Il ajoute ⁽¹⁾ :

« Ce cas est, par exemple, réalisé dans la réfraction sur une surface plane. A cause de sa simplicité, il n'est pas nécessaire d'en poursuivre plus longuement l'étude, d'autant moins qu'en Optique pratique, dans les formes les plus importantes, à savoir dans les objectifs du microscope, de la chambre noire et de la lunette, comme dans les oculaires, il ne s'agit en aucune façon de produire des représentations géométriquement semblables des corps. »

» Cette assertion ne semble pas devoir être admise sans discussion. S'il est vrai que les instruments dont nous disposons n'ont pas pour effet de grossir les figures en en conservant la forme, il est non moins certain qu'un pareil grossissement, si l'on pouvait l'obtenir, bien loin d'être un résultat sans importance, constituerait la solution la plus satisfaisante possible du problème de la Dioptrique. Il y a donc lieu de se demander si le rapport de similitude de l'image et de l'objet peut être différent de 1.

» La réponse est négative, mais elle ne résulte pas du raisonnement de M. Bruns. Cette circonstance n'a pas, en effet, pour cause la seule invariance de l'équation $H = 0$, mais bien le caractère invariant de *son premier membre*; c'est ce que montre la théorie des invariants intégraux.

» Partons, par exemple, du *volume* (au sens de M. Poincaré, *Acta*

(1) *Das Eikonol* (*Abhandlungen der Sächs. Gesellsch.*, t. XXI; 1895).

(2) *Das Eikonol*, p. 48 (*Abhandl. der Sächs. Gesellsch.*, t. XXI; p. 370).

math., t. VIII). Ce volume est, dans l'exemple actuel, une intégrale sextuple, qu'on réduit aisément (1) à une intégrale quintuple, étendue d'une part aux points d'une certaine portion d'espace, d'autre part à un faisceau de rayons (à deux paramètres) issu de chacun de ces points. Cette intégrale conserve sa valeur lorsqu'on remplace les différents points-origines par les extrémités de segments portés sur les rayons correspondants et parcourus par la lumière dans un même temps.

» Mais de cette même intégrale on peut (2) en déduire une autre qui ne change pas lorsqu'on remplace les points-origines par les extrémités de segments *quelconques* portés sur les rayons qui en sont issus. Celle-ci est une intégrale quadruple, qui diffère de la précédente en ce que les points-origines remplissent, non plus une portion d'espace, mais une portion de surface. De chaque point est, comme précédemment, supposé issu un faisceau de rayons remplissant un angle solide déterminé.

» Cette intégrale quadruple fournit la démonstration demandée. Il suffit, à cet effet, de l'étendre, d'une part à un système de points-objets, d'autre part aux points-images correspondants. Les angles solides étant égaux de part et d'autre (en vertu des conclusions établies par M. Bruns), le rapport des deux intégrales est égal au carré du rapport de similitude cherché, lequel est, par conséquent, égal à l'unité.

» Ce qui précède conduit à penser que la théorie des invariants intégraux peut aider à la résolution d'une des questions fondamentales de l'Optique géométrique, posées par M. Bruns dans l'Ouvrage cité :

» *Trouver, parmi toutes les correspondances entre espaces réglés, celles qui sont susceptibles d'être obtenues par une série de réfractions.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les lois de réciprocité.*

Note de M. X. STOUFF, présentée par M. Darboux.

« Je désire ajouter quelques compléments à la Note présentée sur ce sujet en septembre 1896. Considérons un nombre premier $f(\alpha)$ formé avec les racines $\lambda^{\text{ièmes}}$ de l'unité, et le parallélépipède P dans l'espace $E_{\lambda-1}$, à $\lambda - 1$

(1) Voir mon Mémoire *Sur certaines propriétés des trajectoires en Dynamique* (*Journal de M. Jordan*, 5^e série, t. III, p. 379-380).

(2) *Les Méthodes nouvelles de la Mécanique céleste*, t. IV, p. 177.

dimensions construit sur les grandeurs géométriques

$$\frac{x f(x)}{1-x}, \quad \frac{x^2 f(x)}{1-x}, \quad \dots, \quad \frac{x^{\lambda-1} f(x)}{1-x};$$

il engendre le groupe Γ des substitutions

$$S[z(z), x^h z(z) + k(z) f(z)],$$

$h(z)$ étant un entier complexe quelconque. De là résulte la division de $E_{\lambda-1}$ en polyèdres congruents à P que l'on distinguera en polyèdres de classes $0, 1, 2, \dots, \lambda - 1$, suivant la valeur de h dans la substitution S qui transforme P dans l'un d'eux. Soit Π le parallélépipède homothétique à P par rapport à l'origine des coordonnées avec le rapport d'homothétie λ : le caractère $\left(\frac{\lambda}{f(z)}\right)$ est égal à

$$\omega = n_1 + 2n_2 + \dots + (\lambda - 1)n_{\lambda-1},$$

n_i désignant le nombre des points de Π dont toutes les coordonnées sont divisibles par λ et qui appartiennent à des polyèdres de $i^{\text{ème}}$ classe.

» Le calcul de ω paraît d'abord impraticable à cause des intersections compliquées des polyèdres congruents de P et du polyèdre Π . Mais on peut modifier assurément l'expression précédente d'une façon avantageuse.

» Le polyèdre Π engendre le groupe Γ' des substitutions

$$T[z(z), x^h z(z) + k(z)\lambda f(z)],$$

groupe contenu dans Γ . Réunissons des polyèdres du réseau de P de manière que l'ensemble forme un polyèdre Π_1 générateur de Γ' . On pourra choisir Π_1 , de telle sorte que ses limites, limites conjuguées deux à deux comme celles de Π , puissent se réduire à celles de Π par une déformation continue. Soit Φ_i la multiplicité-limite de Π qui se transforme en sa conjuguée par multiplication par x^i , et R_i la région engendrée par Φ_i lorsqu'elle se déforme de manière à devenir une limite de Π_1 . On doit envisager une suite continue de polyèdres formant la transition entre Π et Π_1 .

» Soit $\mu = \frac{\lambda-1}{2}$, et soient m_1, m_2, \dots, m_μ les nombres de points à coordonnées divisibles par λ situés dans les régions R_1, R_2, \dots, R_μ . Soit ω_1 la somme analogue à ω relative au polyèdre Π_1 , et

$$\omega'_1 = m_1 + 2m_2 + \dots + \mu m_\mu,$$

on a

$$\omega \equiv \omega_1 + \omega'_1, \quad \text{mod } \lambda.$$

» Par conséquent, le calcul de ω est bien simplifié, puisqu'on n'a plus à s'occuper de l'enchevêtrement des faces des polyèdres. Mais on peut aller plus loin. Si l'on construit une ligne brisée ou courbe joignant l'origine au point $\frac{f(x)}{1-x}$, et si l'on transforme cette ligne par multiplication par $\alpha, \alpha^2, \dots, \alpha^{\lambda-1}$, les lignes ainsi obtenues pourront manifestement servir à construire un parallélépipède P' analogue à P , engendrant le groupe Γ , et à faces brisées ou courbes. On démontre que, si l'on transforme Π' et Π'_i de la manière correspondante, en même temps que P , et si l'on ajoute les quantités ω_i et ω'_i relatives à la nouvelle figure, ω ne change pas. Dès lors, on peut faire en sorte que les limites de P' , Π' et des régions R_i se composent de multiplicités-limites parallèles aux plans coordonnés, en adjoignant aux directions $\alpha, \alpha^2, \dots, \alpha^{\lambda-1}$ des axes-coordonnées la direction auxiliaire 1. L'évaluation du nombre des points à coordonnées divisibles par λ dans les divers polyèdres est alors facile.

» On en conclut que, si les coefficients de deux nombres premiers $f(x)$, $\varphi(x)$ sont congrus mod λ^2 , les caractères $\left[\frac{\lambda}{f(x)} \right]$, $\left[\frac{\lambda}{\varphi(x)} \right]$ sont égaux. On peut même aller plus loin. Soit

$$f(x) = \sum_{i=1}^{\lambda-1} a_i x^i, \quad s = \sum_{i=1}^{\lambda-1} a_i;$$

si pour deux nombres premiers $f(x)$, $\varphi(x)$ les valeurs de s sont congrues mod λ^2 , les coefficients a_i n'étant astreints eux-mêmes qu'à être congrus mod λ^2 , les deux caractères sont égaux. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la transformation des fonctions abéliennes.*

Note de M. G. HUMBERT, présentée par M. Poincaré.

« Nous dirons, pour abrégé, qu'une fonction abélienne de deux variables a pour périodes (g, h, g') si le Tableau normal des périodes est

$$\begin{array}{cccc} 0 & 1 & g & h \\ 1 & 0 & h & g' \end{array};$$

en désignant par g_1, h_1, g'_1 les parties imaginaires de g, h, g' , nous supposons $g_1 g'_1 - h_1^2 > 0$ et $g_1, g'_1 > 0$.

» Étant donné un système de périodes (g, h, g') , le problème de la transformation, posé et résolu par M. Hermite, consiste à trouver tous les

systèmes (G, H, G') tels qu'une fonction abélienne quelconque, $F(U, V)$, formée avec ces nouvelles périodes s'exprime rationnellement à l'aide des fonctions abéliennes du système primitif, $f(u, v)$.

» Il est clair d'abord que U, V doivent être linéaires en u, v :

$$(1) \quad U = \lambda u + \mu v, \quad V = \lambda' u + \mu' v;$$

il faut et il suffit ensuite que, si l'on augmente u et v d'une de leurs périodes, U et V augmentent aussi d'une de leurs périodes, ce qui donne, en désignant par a_i, b_i, c_i, d_i , des entiers, les relations

$$(2) \quad \left\{ \begin{array}{ll} \lambda = a_0 + a_3 G + a_2 H, & \mu = b_0 + b_3 G + b_2 H, \\ \lambda' = a_1 + a_3 H + a_2 G', & \mu' = b_1 + b_3 H + b_2 G'; \\ \lambda g + \mu h = d_0 + d_3 G + d_2 H, & \lambda h + \mu g' = c_0 + c_3 G + c_2 H, \\ \lambda' g + \mu' h = d_1 + d_3 H + d_2 G', & \lambda' h + \mu' g' = c_1 + c_3 H + c_2 G'. \end{array} \right.$$

L'élimination de $\lambda, \mu, \lambda', \mu', G, H, G'$ conduit à l'équation

$$(h^2 - gg')[(ba)_{03} + (ba)_{12}] + g[(ca)_{03} + (ca)_{12}] \\ + g'[(bd)_{03} + (bd)_{12}] + h[(cb)_{03} + (ad)_{03} + (cb)_{12} + (ad)_{12}] \\ + [(dc)_{03} + (dc)_{12}] = 0$$

[où $(ba)_{ij} = b_i a_j - b_j a_i$].

» Si g, h, g' sont pris au hasard, les coefficients de $h^2 - gg', g, g', h$ et le terme constant doivent être nuls : c'est l'hypothèse qu'a faite M. Hermite et dont il a déduit la théorie ordinaire de la transformation. Mais si g, h, g' et $h^2 - gg'$ sont liés par une relation linéaire à coefficients entiers, il existera d'autres transformations *singulières* que celles habituelles.

» La relation supposée entre les périodes peut se ramener, comme je l'ai déjà indiqué, à la forme

$$\alpha g + \beta h + \gamma g' = 0 \quad \text{avec} \quad \beta^2 - 4\alpha\gamma > 0,$$

α, β, γ étant entiers (on peut même admettre $\alpha = 1$ et $\beta = 0$ ou 1). Les valeurs de G, H, G' et celles de $\lambda, \lambda', \mu, \mu'$ sont alors données par les relations (2), où les a, b, c, d sont des entiers liés uniquement par les relations

$$(3) \quad \left\{ \begin{array}{l} (ba)_{03} + (ba)_{12} = 0, \\ (dc)_{03} + (dc)_{12} = 0, \\ (ca)_{03} + (ca)_{12} = \alpha k, \\ (bd)_{03} + (bd)_{12} = \gamma k, \\ (cb)_{03} + (ad)_{03} + (cb)_{12} + (ad)_{12} = \beta k, \end{array} \right.$$

k étant un entier arbitraire.

» Soit $\vartheta(U, V)$ une fonction thêta du premier ordre aux périodes (G, H, G') ; par l'intermédiaire de (τ) , c'est une fonction de u, v ; $\varphi(u, v)$. Désignons par $\psi(u, v)$ le produit de φ par une exponentielle e^P , où P est un polynôme du second ordre en u, v , convenablement choisi: on trouve que ψ vérifie les équations

$$(4) \quad \begin{cases} \psi(u+1, v) &= \psi(u, v+1) = \psi(u, v), \\ \psi(u+g, v+h) &= \psi(u, v) e^{-2\pi i(lu + k\gamma v) + \text{const.}}, \\ \psi(u+h, v+g') &= \psi(u, v) e^{-2\pi i(-k\alpha u + (l-k\beta)v) + \text{const.}}, \end{cases}$$

cela, en tenant compte de (3) et en posant

$$l = (al)_{03} + (ad)_{12}.$$

» La fonction ψ est donc une de ces fonctions intermédiaires singulières que j'ai introduites dans une Note antérieure. Si $k = 0$, c'est-à-dire dans le cas des transformations ordinaires, $\psi(u, v)$ est une fonction thêta; réciproquement, si une transformation change une fonction thêta en une fonction thêta, k est nul, et la transformation est ordinaire.

» A un système de valeurs (U, V) correspondent $l^2 - \beta kl + k^2 \alpha \gamma$ systèmes de valeurs (non congruents) de u, v ; à un système (u, v) correspond naturellement un seul système U, V . Le nombre positif $l^2 - \beta kl + k^2 \alpha \gamma$, que nous désignerons par δ , sera dit l'indice de la transformation singulière considérée; pour une transformation ordinaire, l'indice est le carré de l'ordre.

» Posons maintenant

$$(5) \quad \begin{cases} \delta U_1 = lu + k\gamma v, & \delta V_1 = -k\alpha u + (l - k\beta)v; \\ G_1 = \frac{1}{\delta}(lg + k\gamma h), \\ H_1 = \frac{1}{\delta}(lh + k\gamma g') = \frac{1}{\delta}[-k\alpha g + (l - k\beta)h], \\ G'_1 = \frac{1}{\delta}[-k\alpha h + (l - k\beta)g']. \end{cases}$$

» La fonction $\psi(u, v)$ devient une fonction $\theta(U_1, V_1)$, et l'on a

$$\theta(U_1+1, V_1) = \theta(U_1, V_1+1) = \theta(U_1, V_1), \\ \theta(U_1+G_1, V_1+H_1) = e^{-2\pi i \delta U_1 + \text{const.}}, \quad \theta(U_1+H_1, V_1+G'_1) = e^{-2\pi i \delta V_1 + \text{const.}};$$

c'est-à-dire que $\theta(U_1, V_1)$ est une fonction thêta. D'ailleurs, on établit qu'à un système (U_1, V_1) correspond un seul système (u, v) , et, par suite,

un seul système (U, V) : la transformation qui fait passer de (U_1, V_1) à (U, V) est donc une transformation ordinaire. Il en résulte qu'une transformation singulière quelconque se ramène à une transformation ordinaire, précédée de la transformation singulière simple définie par (5), et dont l'indice est δ .

» Supposons $\delta = 1$, c'est-à-dire admettons que l et k soient liés par $l^2 - \beta kl + k^2 x\gamma = 1$, équation qui a une infinité de solutions, si $\beta^2 - 4x\gamma$ n'est pas un carré parfait : deux surfaces hyperelliptiques quelconques (s) et (S_1) , dont les périodes respectives (g, h, g') et (G_1, H_1, G'_1) sont liées par (5), se correspondent alors point par point.

» Ces deux surfaces ont-elles les mêmes modules? D'une manière plus précise, aux périodes (g, h, g') correspond une courbe de genre 2 bien définie, (e) ; aux périodes (G_1, H_1, G'_1) correspond une courbe de genre 2, (C_1) : a-t-on le droit d'admettre que (e) et (C_1) sont identiques?

» On doit répondre négativement à cette question.

» Ainsi deux surfaces de Kummer peuvent se correspondre point par point, sans être transformées homographiquement l'une de l'autre, c'est-à-dire sans que les six points doubles situés sur une même conique aient les mêmes rapports anharmoniques dans les deux surfaces. Cela revient aussi à dire que deux courbes de genre deux peuvent se correspondre couple de points par couple de points, sans se correspondre point par point. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *De l'énergie d'un système électrisé, considérée comme répartie dans le diélectrique.* Note de MM. H. PELLAT et P. SACERDOTE, présentée par M. Lippmann.

« L'un de nous a montré ⁽¹⁾ que l'excès d'énergie ΔU_T que présente un système de conducteurs et de diélectriques enfermés dans une enceinte conductrice, quand il est électrisé à température constante, est non pas $\frac{1}{2} \sum mV$, comme on l'admet habituellement, mais

$$(1) \quad \Delta U_T = \frac{1}{2} \sum mV - \frac{T}{2} \frac{\partial(\sum mV)}{\partial T},$$

(1) H. PELLAT, *De la variation de l'énergie dans les transformations isothermes. De l'énergie électrique* (Comptes rendus, t. CXXV, p. 699; 1897. *Journal de Physique*, 3^e série, t. VII, p. 18; 1898).

où la charge m de chaque partie doit être regardée comme indépendante de la température absolue T dans la dérivation. Cette relation suppose que les forces électriques qui s'exercent dans ce système sont contrebalancées par des forces intérieures (rigidité des supports) et, en toute rigueur, que chaque conducteur isolé est homogène.

» Nous nous proposons de transformer cette relation pour montrer qu'on peut encore considérer cet excès d'énergie ΔU_T comme ayant son siège dans le diélectrique. Nous bornerons la démonstration au cas où le diélectrique est homogène et isotrope et où les conducteurs ont même dilatation que le diélectrique, de façon que l'élévation de température ne produise ni tiraillement ni compression; c'est ce qui est réalisé, en particulier, dans les condensateurs où les faces du diélectrique sont métallisées.

» Nous partirons de l'égalité bien connue :

$$(2) \quad \frac{1}{2} \sum m V = \int \frac{K \varphi^2 dv}{8\pi},$$

où φ est l'intensité du champ électrique dans le volume dv du diélectrique dont le pouvoir inducteur spécifique est K , le signe \int s'étendant à tout le diélectrique.

» Pour avoir le second terme de l'expression (1), il faut dériver $\int \frac{K \varphi^2 dv}{8\pi}$ par rapport à la température en exprimant que *la charge électrique de chaque partie reste la même* en passant de la température T à la température $T + dT$. Or, si cette condition est remplie, la direction du champ en chaque point du système, qui demeure homothétique à lui-même en se dilatant, ne varie pas; en outre nous allons montrer qu'on doit avoir

$$(3) \quad \frac{\partial(K\varphi)}{\partial T} = -K\varphi \cdot 2\lambda,$$

λ étant le coefficient de dilatation linéaire vrai du diélectrique.

» En effet, considérons d'abord une surface conductrice qui, sur un élément superficiel ds , possède une densité électrique σ et, par conséquent, une charge $dm = \sigma ds$. En appelant φ l'intensité du champ dans le diélectrique en un point infiniment voisin de ds , on a

$$(4) \quad 4\pi\sigma = K\varphi,$$

d'où

$$4\pi dm = K\varphi ds.$$

Égalons les dérivées par rapport à T des deux membres :

$$(5) \quad 4\pi \frac{\partial(dm)}{\partial T} = \frac{\partial(K\varphi)}{\partial T} ds + K\varphi \frac{\partial(ds)}{\partial T} = ds \left[\frac{\partial(K\varphi)}{\partial T} + K\varphi \frac{1}{ds} \frac{\partial(ds)}{\partial T} \right].$$

» Comme $\frac{1}{ds} \frac{\partial(ds)}{\partial T} = 2\lambda$, il faut et il suffit pour avoir $\frac{\partial(dm)}{\partial T} = 0$, c'est-à-dire pour que la charge électrique sur l'élément, malgré sa dilatation et la variation de K et de φ , reste la même, que la relation (3) soit satisfaite.

» Considérons, en second lieu, une surface fermée S englobant une portion du diélectrique. Évaluons le flux d'induction dj à travers un élément de surface ds de S ; on a

$$(6) \quad dj = K\varphi ds \cos \alpha,$$

en désignant par α l'angle que forme le champ avec la partie de la normale à ds menée vers l'extérieur de S. Égalons les dérivées par rapport à T des deux membres de cette relation, en nous rappelant que α est indépendant de T :

$$(7) \quad \frac{\partial(dj)}{\partial T} = \cos \alpha \left[\frac{\partial(K\varphi)}{\partial T} ds + K\varphi \frac{\partial(ds)}{\partial T} \right] = ds \cos \alpha \left[\frac{\partial(K\varphi)}{\partial T} + K\varphi \frac{1}{ds} \frac{\partial(ds)}{\partial T} \right];$$

si la relation (3) est satisfaite, la quantité entre crochets sera nulle et l'on aura $\frac{\partial(dj)}{\partial T} = 0$. Par conséquent, le flux d'induction total j à travers la surface S, malgré la dilatation de cette surface et la variation de K et de φ , ne variera pas ; il en sera donc de même de la quantité d'électricité m contenue à son intérieur, d'après la relation $j = 4\pi m$. Ceci restant exact, quelque petit que soit l'espace enfermé dans S, en aucune région la charge électrique ne variera malgré la variation de température.

» Égalons, maintenant, les dérivées par rapport à T des deux membres de la relation (2) :

$$(8) \quad \begin{cases} \frac{\partial(\frac{1}{2}\Sigma mV)}{\partial T} = \frac{\partial}{\partial T} \int \frac{K\varphi^2}{8\pi} dv = \frac{\partial}{\partial T} \int \frac{K^2\varphi^2}{8\pi K} dv \\ \quad \quad \quad = \frac{1}{8\pi} \int 2K\varphi \frac{\partial(K\varphi)}{\partial T} \frac{dv}{K} + \frac{K^2\varphi^2}{K} \frac{\partial(dv)}{\partial T} - K^2\varphi^2 \frac{dv}{K^2} \frac{\partial K}{\partial T}. \end{cases}$$

» Tenons compte de la relation (3) pour obtenir, après multiplication par $-T$, le second membre de la relation (1) ; il vient, en remarquant que $\frac{1}{dv} \frac{\partial(dv)}{\partial T} = 3\lambda$:

$$(9) \quad -\frac{T}{2} \frac{\partial(\Sigma mV)}{\partial T} = \int \left(\lambda T + \frac{T}{K} \frac{\partial K}{\partial T} \right) \frac{K\varphi^2}{8\pi} dv;$$

d'où, d'après (1) et (2),

$$(10) \quad \Delta U_T = \int \left(1 + \lambda T + \frac{T}{K} \frac{\partial K}{\partial T} \right) \frac{K \varphi^2}{8\pi} dv.$$

» On voit que l'énergie, par unité de volume, que prend le diélectrique par la charge électrique du système, la température restant la même, est, non pas $\frac{K \varphi^2}{8\pi}$, mais $\left(1 + \lambda T + \frac{T}{K} \frac{\partial K}{\partial T} \right) \frac{K \varphi^2}{8\pi}$ (1). On retrouve ainsi, dans le cas général, où le diélectrique peut être électrisé et où les conducteurs sont en nombre quelconque, le même facteur correctif $\left(1 + \lambda T + \frac{T}{K} \frac{\partial K}{\partial T} \right)$ que dans le cas simple du condensateur (2). »

PHYSIQUE. — *Sur la conductibilité électrique des lames minces d'argent et l'épaisseur des couches dites de passage.* Note de M. G. VINCENT (3), présentée par M. J. Violle.

« Des recherches sur les lames métalliques minces m'ont conduit à étudier la conductibilité électrique des lames minces d'argent. Je me propose d'indiquer ici les résultats de cette étude sans insister sur le détail d'expériences assez délicates à réaliser et qui seront d'ailleurs exposées autre part.

» I. J'ai choisi l'argent parce que c'est le métal qu'il est le plus facile d'obtenir en couches très minces, homogènes, d'un poli parfait, toujours comparables à elles-mêmes et d'épaisseur facilement mesurable. Les couches à étudier étaient déposées chimiquement, par le procédé Martin, sur des plaques de glace soumises au préalable à un lavage minutieux; en employant des liqueurs argentifères de dilutions variées, on obtient telle épaisseur que l'on veut entre 0μ et 200μ . Aussitôt après le séchage, les lames argentées étaient soigneusement mises à l'abri de toute émanation pouvant les détériorer. Les mesures étaient faites huit jours après la préparation, mais j'ai vérifié que les précautions prises pouvaient les conserver inaltérées pendant plusieurs semaines.

» II. Avant d'entreprendre les mesures, je me suis assuré que les lames

(1) Cette démonstration ne s'appuie pas sur les lois de Coulomb. Mais, puisque celles-ci sont applicables dans le cas d'un diélectrique homogène, comme celui que nous considérons ici, on peut aussi, en s'appuyant sur ces lois et par la simple remarque que la dilatation laisse le système homothétique à lui-même, arriver facilement à l'expression ci-dessus.

(2) H. PELLAT, *Journal de Physique* (*loc. cit.*).

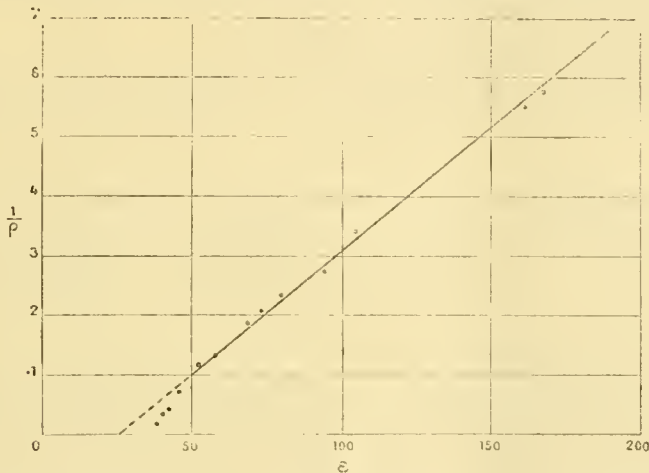
(3) Travail fait au laboratoire de Physique de l'École normale supérieure.

avaient une résistance définie; je n'ai constaté aucune variation en modifiant beaucoup l'intensité du courant, et les lames se sont montrées insensibles aux chocs.

» La méthode employée pour la mesure des résistances permettait de déterminer, pour deux régions données arbitrairement sur chaque couche, la résistance ρ , évaluée en ohms, d'un carré ayant 1^{mm} de côté; comme contrôle, les deux valeurs de ρ devaient être identiques.

» L'épaisseur ε de chaque lame était déterminée par la méthode de Wiener ⁽¹⁾ et contrôlée aux faibles épaisseurs par une méthode rapide dont le principe a été indiqué par Fizeau ⁽²⁾. Ces deux méthodes reposent, on le sait, sur la transformation de l'argent en iodure; c'est l'épaisseur de l'iodure qu'on mesure, et l'on en déduit celle de l'argent par une formule connue. On suppose essentiellement que l'iodure se comporte, au point de vue de la réflexion de la lumière et au voisinage de l'incidence normale, comme un corps transparent ordinaire. Les expériences de Wernicke ⁽³⁾ ont démontré qu'il en est bien ainsi, et l'on peut être sûr que les méthodes de Wiener et de Fizeau ne sont entachées d'aucune erreur systématique.

» III. Les limites d'épaisseur entre lesquelles j'ai opéré sont 38 μ et 170 μ . J'ai fait deux séries de mesures; elles concordent bien. La figure



ci-jointe représente les résultats de l'une d'elles. Les abscisses sont les

(1) *Wied. Ann.*, Bd. XXXI, p. 630-640 et 659-664; 1887.

(2) *Comptes rendus*, t. CH, p. 274; 1861.

(3) *Pogg. Ann.*, Ergbd., t. VIII, p. 70; 1877. — *Monatsberichte d. Akad. zu Berlin*, p. 670 et suivantes; 1875.

valeurs de l'épaisseur d'argent ε , les ordonnées celles de la conductibilité $\frac{1}{\rho}$. La figure se confond avec une droite à partir de l'épaisseur $\varepsilon = 50 \mu$ environ et au-dessus. Cette droite passe au-dessous de l'origine et coupe l'axe des abscisses au point $\varepsilon = 26 \mu$ environ. Pour les épaisseurs moindres que 50μ , la courbe s'abaisse nettement au-dessous de la droite et les ordonnées sont jusqu'à trois fois plus petites que les ordonnées correspondantes de la droite.

» Ces résultats s'interprètent facilement. La fonction $\frac{1}{\rho}$, pour les épaisseurs supérieures à 50μ , est de la forme $-A + B\varepsilon$. Cela implique l'existence d'une couche homogène, laquelle est comprise entre deux couches superficielles de conductibilité moindre au contact de l'air et du verre. Tant que la couche homogène intermédiaire existe, les points figuratifs se placent sur la droite précédente. Ils s'en séparent au contraire dès que l'épaisseur totale de la couche devient égale puis inférieure à la somme des épaisseurs de passage. *On peut donc, d'après ces expériences, fixer à 50μ environ la somme des épaisseurs de passage. C'est à peu près le nombre obtenu par Quincke dans ses expériences de capillarité (1).*

» IV. Une question se pose : les surfaces terminales des dépôts d'argent sont-elles comparables entre elles et, de plus, n'a-t-on pas affaire à des couches plus ou moins trouées ?

» Voici ce qu'a montré l'examen au microscope. Toutes les couches, même les plus minces qui ne sont plus conductrices, sont absolument continues. En outre, sur la surface, on aperçoit une multitude de petits grains qui se détachent en sombre sur une couche sous-jacente parfaitement homogène ; les diamètres et les distances respectives de ces grains semblent être voisins de 1μ ou un peu inférieurs. L'aspect de ces grains montre qu'il vaut mieux les considérer comme des ondulations de la surface que comme des grains discrets simplement posés dessus. Ces grains apparaissent identiques à toutes les épaisseurs : on les trouve dans des lames dont l'épaisseur est certainement inférieure à 14μ et peut-être même à 8μ ; ils sont seulement un peu plus difficiles à apercevoir à cause de leur transparence. On a ainsi une idée de la profondeur des rides qui bossuent la surface des couches car, même pour ces couches très minces, sous ces grains, il y a une couche sous-jacente homogène. Enfin j'ajoute que ces grains subsistent dans la transformation en iodure ; diamètres et distances restent invariables, l'épaisseur seule change.

(1) *Pogg. Ann.*, Bd. 137, 1869.

» Comment sont constituées ces couches à surface bossuée? A-t-on affaire à un véritable corps solide ou à un amas pulvérulent composé de grains extrêmement fins indiscernables au microscope? Si la couche est composée d'un amas de petits grains, leurs dimensions ne dépassent sans doute pas 1 μ . ou 2 μ . J'ai pu en effet obtenir des dépôts sur verre à peine visibles et dont l'épaisseur était certainement inférieure à cette limite; transformés en iodure, ils donnaient une pellicule montrant par réflexion le noir du premier ordre des anneaux de Newton. Les couches sur lesquelles j'ai opéré, d'après ces remarques et la concordance des résultats que j'ai obtenus, me semblent donc d'une constitution bien définie et peuvent être considérées comme un état d'agrégation bien déterminé des particules d'argent.

» V. L'équation de la droite, déduite de la moyenne des résultats, est

$$\frac{1}{\rho} = \frac{\varepsilon - 26}{24,2}.$$

» Les expériences ont toutes été faites entre 13° et 16°; on peut tirer de l'équation la valeur qu'aurait, à 0°, la résistance spécifique d'une plaque d'argent assez épaisse pour que l'on puisse négliger l'influence des couches superficielles. On trouve 1,45 environ en prenant comme unité la résistance spécifique de l'argent ordinaire recuit (nombre de Matthiessen). Ce résultat n'a rien de surprenant, l'argent sur lequel j'ai opéré n'ayant subi aucune des opérations mécaniques auxquelles l'autre a été soumis.»

PHYSIQUE. — *Quelques propriétés des décharges électriques produites dans un champ magnétique. Assimilation au phénomène de Zeemann.* Note de M. ANDRÉ BROCA, présentée par M. A. Cornu.

« Dans une précédente Note, j'ai montré que les rayons cathodiques se divisaient en deux parties, dans un champ magnétique intense : les uns, rayons de première espèce, qui s'enroulent autour des lignes de force, dans le sens du courant excitateur du champ; les autres, rayons de seconde espèce, qui suivent le champ. J'ai poursuivi des expériences de cette nature pour divers degrés de vide. J'ai employé pour cela des ampoules sphériques de 5^{cm} à 6^{cm} de diamètre, portant deux électrodes, sphériques elles-mêmes, symétriques par rapport au centre, et à 1^{cm} ou 1^{cm},5 de distance l'une de l'autre. Dans ces conditions, pour les degrés de vide peu élevés, on peut

très facilement étudier ce qui se passe dans le tube par l'illumination du gaz lui-même.

» Une ampoule qui donne le phénomène cathodique à son début, très molle, pour employer l'expression consacrée, donne des phénomènes tout à fait analogues à ceux déjà décrits. Mais un phénomène nouveau se passe à l'anode : une lame lumineuse, violacée, normale au champ, semble s'échapper du plan diamétral de l'anode normal au champ, et se perdre en s'estompant.

» Pour un degré de vide moindre encore (pression de plusieurs millimètres), les phénomènes deviennent plus frappants. J'ai retrouvé la description sommaire de phénomènes analogues dans un Mémoire tout récent de Paalzowet Neessen (*Wied. Ann.*, t. LXIII, p. 209; décembre 1897). La lumière cathodique violette (1) s'étale en forme de cylindre, ayant pour axe la ligne de force. La lueur ainsi formée s'éteint dans le gaz lui-même, sans arriver à la paroi, si le potentiel n'est pas assez élevé. Autour de l'anode se forme une couche plane normale au champ, de couleur chair. Celle-ci ne s'échappe maintenant que d'un seul côté de l'anode, tourne en sens inverse du courant excitateur du champ, puis s'étale dans le gaz lui-même, à une certaine distance de l'anode, en se redressant et s'épanouissant suivant les lignes de force.

» Quand on emploie des potentiels plus élevés, les phénomènes se modifient. Tout d'abord le cylindre lumineux parallèle au champ vient rencontrer la paroi, sans y produire aucun phénomène remarquable; l'illumination du gaz est rose violacé. Si à ce moment l'on interpose une étincelle convenable dans le circuit, ou si l'on introduit deux bouteilles de Leyde formant un dispositif de Lecher, on voit, malgré la haute pression de l'ampoule, un phénomène cathodique se produire au point de la paroi rencontré par le cylindre lumineux.

» Si l'on augmente l'énergie de la décharge, son aspect change. La lueur devient plus intense et tend vers le blanc. En même temps les phénomènes cathodiques disparaissent, qu'on emploie les hautes fréquence ou l'étincelle.

» Pour obtenir l'apparence nette que je viens de décrire, il est indispensable d'opérer avec une étincelle dans le circuit, ou en faisant les interruptions très rares, à la main par exemple. Dans le cas contraire, les deux électrodes sont le siège chacune des deux phénomènes, le phénomène décrit ici comme cathodique étant plus faible à l'anode et inversement.

» J'ai ensuite étudié ce qui se passe à la pression atmosphérique. Dans ce cas les résultats sont moins nets et moins faciles à interpréter. M. Cornu a montré récemment que les effluves électriques se dirigeaient normalement aux lignes de force dans le champ magnétique. J'ai étudié ce qui s'y passe pour l'arc électrique obtenu au moyen d'une puissante bobine d'induction, entre deux fils métalliques. Deux formes d'arc peuvent être obtenues : l'une comporte encore une étincelle entourée d'une flamme, l'autre ne comporte plus que la flamme:

(1) L'ampoule contient de l'air.

» Étudions ce qui se passe pour l'arc parallèle aux lignes de force.

» L'étincelle n'est aucunement modifiée. La flamme se contourne en une surface hélicoïdale, limitée par une double spirale conique ayant un sommet sur chaque électrode. D'ailleurs, pour les arcs longs, il arrive parfois que cette nappe contournée n'ait pas de sommet bien net.

» Quand on rapproche davantage les électrodes, on voit se produire à un instant une modification. La surface hélicoïdale s'allonge considérablement dans le sens du champ aux deux électrodes, les vapeurs étant dirigées à cet endroit dans le sens du champ, puis au milieu de l'arc, il se produit une surface de vis à pas très petit, réunissant les deux traits précédents.

» Quoi qu'il en soit, nous voyons nettement ici encore, à la pression atmosphérique, se produire deux mouvements distincts des molécules chargées dans le champ magnétique. Elles commencent par suivre une trajectoire nettement rectiligne, pour s'enrouler ensuite autour du champ.

» Quand l'arc devient plus petit encore, le phénomène se complique. Une large surface hélicoïdale se produit toujours; mais, au centre du phénomène, on voit deux traits de feu formant des hélices, l'une à droite, l'autre à gauche, et à pas très long. Parfois ces hélices semblent se réduire à une ligne rigoureusement droite. Nous ne savons d'ailleurs rien sur le sens dans lequel elles sont parcourues par les molécules matérielles.

» Quand l'arc est normal aux lignes de force, il est étalé en une large nappe lumineuse mince, normale aux lignes de force.

» En somme de toutes les expériences décrites dans cette Note et dans ma Note précédente, il résulte que les décharges électriques dans les milieux gazeux ont deux formes de trajectoires stables quand elles traversent un champ magnétique, l'une dans la direction même du champ, l'autre suivant des hélices qui s'enroulent autour de celui-ci.

» J'ai été conduit aux recherches qui précèdent par l'étude du phénomène de Zeemann. La théorie qui en a été donnée par MM. Lorentz et Zeemann admet dans la flamme l'existence d'ions en vibration. L'existence de molécules douées de charges électriques dans la flamme est bien montrée par la propriété qu'ont les gaz qui s'en échappent de décharger les corps électrisés. La notion que ce sont des *ions* semble prouvée par l'expérience bien connue de Villari. Ce savant a montré que les gaz de la flamme perdent la propriété de décharger les corps électrisés en passant à travers un ozoniseur.

» La théorie électromagnétique de la lumière est d'ailleurs satisfaite si les particules vibrantes des sources lumineuses sont susceptibles de produire un champ électromagnétique oscillant, c'est-à-dire sont douées de charges électriques.

» Dans les idées les plus répandues sur les rayons cathodiques, ceux-ci

sont produits également par des ions en mouvement. J'ai alors pensé que, dans ces idées, un tube de Crookes excité par le courant n'était autre chose, au point de vue physique, qu'une source lumineuse où les mouvements, limités par l'élasticité du milieu aux hautes pressions, étaient remplacés par des trajectoires finies; en un mot, une source lumineuse sans réactions élastiques. Il était alors rationnel de chercher un phénomène analogue à celui de Zeemann, visible directement par le phénomène de fluorescence, c'est-à-dire la scission des rayons cathodiques en deux espèces, les uns rectilignes suivant les lignes de forces, les autres s'enroulant autour de celles-ci. Il était probable qu'aux pressions croissantes des phénomènes analogues se produiraient, si l'énergie employée était suffisante pour rendre négligeable la réaction élastique du milieu vis-à-vis de la force vive des molécules. Les phénomènes précédents peuvent être interprétés dans ce sens, les phénomènes produits par l'arc d'induction étant moins nets à cause de la grandeur des réactions élastiques à la pression atmosphérique.

» En somme nous concluons que l'hypothèse des ions, qui a permis déjà de coordonner tant de faits, se présente à nous, non pas avec le caractère de la nécessité, mais avec celui de la suffisance, pour coordonner les faits relatifs à l'émission lumineuse des gaz incandescents et ceux relatifs à la décharge électrique dans les milieux gazeux. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la formule barométrique.*

Note de M. ALFRED ANGOT, présentée par M. Mascart.

« Les tentatives qui ont été faites, dans ces derniers temps, pour lancer, à de très grandes hauteurs dans l'atmosphère, des ballons non montés portant des instruments enregistreurs, ont ramené l'attention sur la formule barométrique due à Laplace. On a même énoncé l'intention de profiter de ces ascensions pour *vérifier* la formule.

» S'il s'agit simplement de constater que les hauteurs calculées par la formule de Laplace diffèrent, parfois notablement, des hauteurs vraies, c'est là un fait connu depuis longtemps; les observations faites dans les ballons-sondes ne sont, du reste, pas assez précises pour apporter sur ce point des renseignements réellement utiles. Au surplus, ces écarts ont des causes très complexes et ne proviennent pas exclusivement, comme on le dit quelquefois, d'une inexactitude dans l'hypothèse fondamentale.

» Cette hypothèse consiste à admettre que l'air est immobile, en équilibre statique, et que les différences de pression d'une couche à l'autre sont dues seulement au poids de l'air.

» Soient a le poids du mètre cube d'air à une hauteur z où la pression atmosphérique est p , la tension de vapeur f , la température t et l'accélération de la pesanteur g ; a_0 le poids du mètre cube d'air sec à 0° , sous la pression de $0^m,760$ de mercure, et D le poids du mètre cube de mercure à 0° , ces deux quantités étant mesurées au niveau de la mer et à la latitude de 45° , où l'accélération de la pesanteur est G . On a alors

$$dp = - a dz$$

et

$$a = a_0 \times \frac{g}{G} \times \frac{p - 0,377f}{D \times 0,760} \times \frac{1}{1 + \alpha t},$$

d'où

$$\frac{0,760 \times D}{a_0} \times \frac{dp}{p} = - \frac{g}{G} \times \frac{1 - 0,377 \frac{f}{p}}{1 + \alpha t} dz,$$

et, en intégrant entre les limites z_0 et z ,

$$\frac{0,760 \times D}{a_0} \text{Log} \frac{p_0}{p} = \int_{z_0}^z \frac{g}{G} \times \frac{1 - 0,377 \frac{f}{p}}{1 + \alpha t} dz,$$

g , $\frac{f}{p}$ et t sont des fonctions de z ; il y a donc en réalité non pas *une* formule barométrique, mais une infinité de formules, suivant que les fonctions g , $\frac{f}{p}$ et t ont telle ou telle expression. La vérification de l'hypothèse fondamentale de Laplace exigerait la connaissance exacte de ces fonctions, condition qui ne sera sans doute jamais remplie.

» La formule usuelle, généralement connue sous le nom de *formule de Laplace*, s'obtient en supposant que g , $\frac{f}{p}$ et t sont constantes et ont pour valeurs, dans toute la couche d'air considérée, la moyenne arithmétique des valeurs observées aux deux stations extrêmes. Il est clair qu'il n'y a pas lieu de chercher à vérifier cette formule particulière, qui peut être commode dans la pratique, mais qui n'a plus de signification théorique.

» Dans le Mémoire complet ⁽¹⁾ j'établis et je discute les expressions

(1) En cours d'impression dans les *Annales du Bureau central météorologique*

diverses auxquelles on parvient quand on assigne aux fonctions g , $\frac{f}{p}$ et t quelques formes simples. La différence vraie de hauteur $z - z_0$ peut être alors exprimée par deux termes, dont le principal est la hauteur approchée donnée par la formule usuelle et dont le second est une correction qui dépend des hypothèses faites sur les fonctions. Cette correction peut être souvent importante. Par exemple, dans une ascension en ballon-sonde correspondant aux données suivantes :

$$p_0 = 760^{\text{mm}}, \quad t_0 = + 10^{\circ}, \quad p = 150^{\text{mm}}, \quad t = - 70^{\circ},$$

la formule usuelle donnerait une différence de hauteur de 11540^{m} ; cette quantité devrait être diminuée de 105^{m} , si l'on admet que la température de la couche d'air, au lieu d'être constante, varie suivant une fonction linéaire de l'altitude; la correction, toujours de même signe, s'élèverait à 492^{m} , si l'on avait admis (loi de Mendéleieff) que la température varie suivant une fonction linéaire de la pression.

» En général, dans une ascension à grande hauteur, faite avec un ballon muni d'instruments enregistreurs, on reconnaîtra que l'atmosphère est divisée en un certain nombre de couches dans l'intérieur desquelles les variations des différents éléments sont régulières, tandis qu'au passage d'une couche à l'autre il peut y avoir des changements rapides, parfois même une véritable discontinuité. Les Tableaux contenus dans le Mémoire permettraient alors de calculer séparément la hauteur de chaque couche en employant d'abord la formule usuelle, puis en lui appliquant les corrections nécessitées par les différentes lois de variation de la température ou de l'humidité dans chaque couche, si ces lois sont données par les observations d'une manière suffisamment exacte. C'est seulement quand ce calcul complet sera réalisable qu'il pourra être question ensuite de comparer la hauteur totale, ainsi déduite des observations barométriques, avec celle qui aurait été déterminée au même moment par une triangulation. Tant que ces conditions ne seront pas remplies, il sera illusoire de chercher dans les mesures de hauteur, faites au moyen du baromètre, une évaluation de l'influence que peuvent avoir les mouvements de l'atmosphère sur la décroissance verticale de la pression. »

pour 1896, t. I. On trouvera également, dans ce Mémoire, des Tables nouvelles pour le calcul de la formule usuelle, plus exactes et plus étendues que les Tables anciennes.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les caractères des saisons et des années successives.*
 Note de M. P. GARRIGOU-LAGRANGE, présentée par M. Mascart.

« Dans une Communication faite au mois d'avril de l'an dernier, j'ai exposé une méthode générale pour la solution du problème des transformations atmosphériques, en exprimant l'anomalie, ou écart à la pression normale, en chaque point de l'hémisphère boréal, dans une situation donnée, en fonction des anomalies constatées aux divers points de cet hémisphère dans les situations antérieures. J'ai montré qu'on était ainsi amené à la considération de certains systèmes d'équations linéaires, dont la résolution, exacte ou approchée, donnait le sens et la grandeur probables des transformations, en même temps qu'elle permettait d'établir, entre les anomalies des années et des saisons successives, quelques relations générales intéressantes.

» Dans la Note relative à cette Communication, insérée aux *Comptes rendus* de la séance du 26 avril 1897, je disais au sujet des caractères de l'année qui vient de s'écouler :

» Dans la période 1875-1892, plus particulièrement étudiée, l'anomalie de pression change de signe sur l'hémisphère boréal d'une année à l'autre, et ce changement s'opère dans le voisinage du solstice d'été.

» On doit conclure de là, entre les anomalies de pression, une relation que j'énoncerai, sous sa forme la plus générale, de la façon suivante : au point de vue de la distribution des pressions sur l'hémisphère nord, les années se suivent et ne se ressemblent pas ; dans une même année, au contraire, estimée à compter du solstice d'été, les saisons se suivent et se ressemblent.

» L'hiver 1896-1897 offre de cette double relation un exemple intéressant. Il a été caractérisé au nord de l'hémisphère par une grande et persistante anomalie positive, dont le contre-coup a été pour Paris une anomalie négative, égale à $-2^{\text{mm}}, 23$. On en pourrait déduire un changement à brève échéance dans les conditions météorologiques et un renversement de l'anomalie, que les équations donnent en effet positive pour Paris et pour l'automne 1897 et l'hiver 1897-1898.

» Les changements importants qui se sont produits dans la situation atmosphérique, depuis l'hiver 1896-97, me permettent aujourd'hui de trouver dans la suite des événements quelque justification de ces idées. Si l'on calcule en effet, pour Paris et pour chaque saison, l'anomalie de la pression, on obtient :

Écart à la pression normale de Paris.

| | |
|----------------------|----------------------|
| Hiver 1896-1897..... | — 2,23 ^{mm} |
| Printemps 1897..... | — 1,22 |
| Été 1897..... | + 0,08 |
| Automne 1897..... | + 4,05 |
| Hiver 1897-1898..... | + 2,37 |

» Ces nombres sont empruntés aux statistiques de M. Renou, sauf celui de l'hiver 1897-1898, que j'ai calculé moi-même et qui doit être très approché. On y retrouve toutes les transformations annoncées l'an dernier : le changement de signe de l'anomalie au voisinage du solstice d'été et la persistance depuis lors d'une même situation à anomalie positive.

» La succession des phénomènes montre donc qu'entre deux hivers fort différents et marqués chacun par des caractères très particuliers, les saisons se sont entresuivies en la façon que j'avais prévue; d'où je crois avoir quelque raison de conclure que la méthode générale, que j'ai proposée pour les déduire les unes des autres, semble devoir donner, en ces questions très compliquées, d'heureux résultats. Les obscurités et les doutes qui y subsistent encore peuvent, je crois, être attribués, en grande partie, moins à la méthode elle-même qu'aux conditions défavorables où j'ai pu l'appliquer, n'ayant eu, pour établir les équations du problème, qu'un nombre fort restreint d'années d'observations, sur une trop petite partie du globe.

» Comme le changement qui, suivant moi, s'opère en moyenne dans le voisinage du solstice, doit s'entendre d'un renversement dans les conditions de la circulation générale sur la totalité ou sur une partie considérable de l'hémisphère, on comprendra aisément que ce ne sont ni les variations observées à Paris, ni même celles de l'Europe entière, qui peuvent donner une base solide aux calculs et permettre de déterminer le sens dans lequel va se transformer la situation actuelle. Bien que les documents relatifs aux autres parties de l'hémisphère n'aient pu encore être réunis et mis en œuvre, on peut dire cependant qu'il y a probabilité pour que le grand mouvement commencé depuis l'an dernier se continue. Les hautes pressions, signalées au nord de l'Europe et de l'Atlantique dans l'hiver 1897 et qui, depuis le solstice d'été, se sont peu à peu transportées et établies sur le centre de l'Europe, tendent à poursuivre leur mouvement et à descendre plus au sud et au sud-ouest, amenant ainsi, dans un temps plus ou

moins voisin du solstice, une situation nouvelle, caractérisée par l'augmentation du maximum barométrique des Açores et la diminution du minimum de l'Islande. »

CHIMIE. — *Sur les causes du déplacement réciproque de deux acides.*

Note de M. ALBERT COLSON, présentée par M. E. Grimaux.

« L'attaque d'un sel pur et sec par un acide pur présente des phases variées, qu'il importe d'étudier expérimentalement pour en donner l'explication rationnelle. J'ai déjà dit que certains cas de décomposition rentrent dans la catégorie des phénomènes de dissociation réversible (¹); puis j'ai montré comment des actions secondaires, en détruisant les corps antagonistes, empêchent toute réversibilité. Je vais aujourd'hui montrer le rôle prépondérant joué par la température dans des réactions totales en désaccord avec les lois de Berthollet.

» *Phosphate tribasique d'argent*, PO^3Ag^3 . — Enfermons dans une ampoule vide d'air 1^{er},07 de phosphate triargentique, séché à 130°. Introduisons cette ampoule dans un tube manométrique contenant 54^{cc} de gaz sulfhydrique sec à la pression et à la température normales. Brisons l'ampoule. L'absorption du gaz H^2S , assez rapide au début, se ralentit, puis cesse au bout de trois jours, vers 12°. La tension du gaz restant équivaut alors à une pression mercurielle de 125^{mm}. Cette tension finale varie d'ailleurs avec les conditions de l'expérience; mais dès qu'elle est atteinte, l'absorption du gaz H^2S n'est plus sensiblement influencée par une augmentation de pression de 60^{mm} agissant pendant dix heures. Elle n'est accentuée que par une élévation de température.

» Il semblerait que le contact du sel d'argent avec le gaz H^2S , imparfait à basse température, ne se produit que si la température s'élève. Cependant l'arrêt de la réaction n'est pas dû à la formation d'une couche protectrice de sulfure sur le phosphate d'argent. En effet, donnons à l'ampoule remplie de phosphate argentique la forme d'un long cylindre, et provoquons une fêlure à l'une des extrémités de ce tube après l'avoir porté dans le gaz sulfhydrique sec. On constate une abondante formation de sulfure Ag^2S noir, près de la fêlure, tandis qu'à l'extrémité opposée le phosphate conserve sa teinte jaune primitive, même après quarante-huit heures de con-

(¹) *Comptes rendus*, 1896, t. CXXIII, p. 1285; 1897, 1^{er} sem., p. 81.

tact. La tension du gaz H^2S restant s'abaisse à 35^{mm} de mercure; à la température de 8° , elle ne varie pas vingt-quatre heures après rupture totale de l'ampoule; mais à 109° la tension tend rapidement vers zéro, c'est-à-dire vers l'absorption totale de H^2S .

» Si l'on opère sous pression réduite ($< 120^{\text{mm}}$), il y a toujours, au début, absorption du gaz H^2S , même au-dessous de 0° . Cela peut provenir d'une dessiccation imparfaite des corps.

» *Pyrophosphate d'argent.* — I. L'action du gaz H^2S pur sur le pyrophosphate d'argent $\text{P}^2\text{O}^7\text{Ag}^4$, séché à 130° , présente des particularités analogues à celles que je viens de signaler pour le phosphate normal. C'est ainsi qu'en opérant comme ci-dessus, à 12° , le pyrophosphate d'argent noircit de proche en proche en s'échauffant, dès qu'il arrive au contact de H^2S ; puis la réaction se ralentit et s'arrête finalement quand la tension du gaz sulfhydrique atteint 390^{mm} . Cette tension diminue (c'est-à-dire que H^2S est de nouveau absorbé) dès que l'on chauffe, même brutalement, à la lampe.

» II. En refaisant l'expérience sous un vide partiel correspondant à une pression mercurielle de 80^{mm} , et ne mettant en contact le gaz H^2S et le sel d'argent qu'à basse température (-10°), le phosphate se recouvre d'un léger voile gris, la pression diminue, mais très peu si l'appareil est propre et sec. Si l'on chauffe l'ampoule à la lampe, il y a production immédiate de sulfure noir d'argent Ag^2S , et la pression diminue rapidement de 68^{mm} .

» III. Pour étudier plus à fond l'influence de la température, j'ai opéré, de novembre en février, dans une salle dont la température est restée constamment inférieure à 10° . Le pyrophosphate d'argent étant porté à -21° et le gaz sulfhydrique bien sec étant à la pression atmosphérique, j'établis le contact entre les deux corps en fêlant l'extrémité de l'ampoule à phosphate d'argent. Ce sel noircit aussitôt au voisinage de la fêlure et le mercure s'élève de 149^{mm} dans le tube manométrique. Au bout de douze jours, à la température de la salle (6° à 10°), l'absorption du gaz H^2S correspond à une élévation manométrique de 16^{mm} . Si l'on élève la température, on constate que, à 80° , la dépression manométrique atteint 6^{mm} par minute.

» Le 25 novembre, la tension mercurielle du gaz H^2S restant était 489^{mm} à 6° ; elle a conservé cette valeur pendant deux mois, à une température comprise entre 1° et 8° ; dans cet intervalle il ne s'est donc fait aucune réaction entre le sel d'argent et le gaz H^2S . Dès qu'on élève la tempé-

rature la réaction se fait de nouveau jusqu'à absorption totale de H^2S .

» J'ai contrôlé ces résultats par d'autres expériences.

» En résumé, quand on traite un chlorure métallique par un acide fixe, le gaz chlorhydrique se dégage; au contraire, le gaz sulfhydrique est absorbé par les sels métalliques purs et secs. La première réaction est endothermique, la seconde est fortement exothermique; mais, dans les deux cas, une élévation de température active la réaction; un abaissement de température la retarde, l'arrête même. On peut donc affirmer que la température est le facteur principal des actions chimiques que nous avons étudiées. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau siliciure de chrome*. Note de M. **CU. ZETTEL**, présentée par M. H. Moissan.

« On ne connaissait jusqu'ici que deux siliciures de chrome : le premier, répondant à la formule $SiCr^2$, a été obtenu, au four électrique, par M. Moissan (1); l'autre, d'après une Note de M. de Chalmot (2), aurait été préparé également au four électrique et correspondrait à la formule Si^2Cr .

» J'ai obtenu un nouveau siliciure de chrome de formule $SiCr^3$ en chauffant fortement un mélange de cuivre, d'aluminium et de sesquioxyde de chrome dans un creuset de terre réfractaire, au four Perrot, et en utilisant la grande quantité de chaleur qui se produit par la réduction du sesquioxyde de chrome par l'aluminium. Le silicium était fourni par le creuset de terre réfractaire et par un agitateur de même matière, qui étaient fortement attaqués par la réaction et fondus sur une profondeur de 5^{mm} environ.

» La présence du cuivre dans le bain est indispensable; en employant un bain ne renfermant que de l'aluminium, j'ai obtenu un alliage de chrome et d'aluminium, mais jamais de siliciure.

» J'ai fait plusieurs essais pour préparer le siliciure $SiCr^3$ au four électrique par différentes méthodes; il se formait toujours des mélanges de plusieurs siliciures de chrome qui, ayant à peu près les mêmes propriétés chimiques, ne pouvaient être séparés.

(1) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 624.

(2) *Ann. chem. Journ.*, t. XIX, p. 69. — *Bull. Soc. chim.*, 3^e série, t. XVII-XVIII (Extr.), p. 533.

» *Préparation.* — J'ai fondu, dans un creuset de terre réfractaire, au four Perrot, 140^{gr} de cuivre et 140^{gr} d'aluminium. Quand le bain est bien liquide, on ajoute par petites portions 200^{gr} de sesquioxyde de chrome, calciné au préalable. Après avoir mélangé le tout à l'aide d'un agitateur en terre réfractaire et l'avoir chauffé aussi fortement que possible pendant une demi-heure, on ajoute une petite quantité de limaille d'aluminium pour déterminer la réduction, ainsi que l'a indiqué M. Moissan à propos de la préparation des alliages d'aluminium (1). Aussitôt une réaction très vive se produit, toute la masse est portée au rouge blanc et fournit une lumière éblouissante. On remue au moyen de l'agitateur en terre pendant une ou deux minutes; on sort ensuite le creuset du four et l'on coule la matière fondue. On obtient un lingot métallique de chrome, de cuivre et d'aluminium dans lequel se trouve un corps bien cristallisé, composé de chrome et de silicium et répondant à la formule SiCr^3 . Ce composé est séparé des métaux par l'action de l'eau régale. On lave à l'eau, puis l'on sèche à l'étuve.

» *Propriétés.* — Le siliciure de chrome, préparé dans les conditions que je viens d'indiquer, se présente sous la forme d'une poudre cristalline, grise, formée de petits cristaux arborescents.

» Sa densité est de 6,52 à +18°; il raye facilement le verre, mais est sans action sur le quartz, tandis que le siliciure SiCr^2 de M. Moissan raye même le corindon avec la plus grande facilité.

» L'acide chlorhydrique en solution aqueuse, l'acide azotique, l'eau régale sont sans action; l'acide fluorhydrique en solution aqueuse l'attaque complètement, même à froid, et la réaction ne tarde pas à devenir assez vive.

» Le chlore et le brome décomposent ce nouveau siliciure au rouge en produisant une légère incandescence.

» Le soufre est sans action à la température du rouge sombre.

» Le chlorate de potassium fondu l'attaque avec difficulté au rouge.

» La potasse fondue le détruit lentement; le mélange d'azotate et de carbonate alcalins le décompose rapidement.

» *Analyse.* — Le siliciure de chrome SiCr^3 a été attaqué par un mélange de carbonate de potassium (2 parties) et d'azotate de potassium (8 parties). Le tout était repris par l'acide chlorhydrique et, après évaporation, chauffé à l'étuve à 125° pour insolubiliser la silice. Le chrome était dosé sous forme d'oxyde en le précipitant par l'ammoniaque.

» Le chrome peut également être dosé en attaquant le siliciure directement par l'acide fluorhydrique; on évapore, on traite le résidu par l'acide sulfurique, on évapore à nouveau, et l'on pèse le sesquioxyde de chrome après l'avoir calciné.

» J'ai obtenu les chiffres suivants :

| | I. | II. | III. | Théorie pour SiCr^3 . |
|---------|-------|-------|-------|-----------------------------------|
| Si..... | 15,40 | » | 15,52 | 15,21 |
| Cr..... | 83,81 | 84,68 | 84,98 | 84,79 |

(1) H. MOISSAN, *Sur une nouvelle méthode de préparation des alliages d'aluminium* (Comptes rendus, t. CXXII, p. 1302).

» En résumé, j'ai préparé un nouveau siliciure de chrome bien cristallisé de formule SiCr^3 . Ce composé est très stable et résiste à l'action des acides, à l'exception de l'acide fluorhydrique. »

CHIMIE. — *Sur une nouvelle méthode de fractionnement des terres yttriques.*

Note de M. G. URBAIN (1), présentée par M. Friedel.

« J'ai étudié, au point de vue de la façon dont ils se comportent au fractionnement, un grand nombre de sels yttriques.

» Les dérivés dont la cristallisation fractionnée m'a donné les meilleurs résultats sont les éthylsulfates. Ces sels, magnifiquement cristallisés en beaux prismes hexagonaux, ont été décrits par M. Alen et déterminés par M. Topsoë. Ils se préparent très aisément par double décomposition entre les sulfates yttriques et l'éthylsulfate de baryum.

» Ils se comportent au fractionnement de la manière suivante :

» Les cristaux qui se déposent en premier, à peine colorés, présentent une légère teinte orangée. Ils sont pauvres en terres à bandes d'absorption. Ils ont des poids atomiques plus faibles que les eaux-mères.

» Si la dissolution renferme du didyme, le didyme s'y accumule à tel point qu'on ne peut plus l'apercevoir dans les autres portions du fractionnement, quoique l'éthylsulfate de didyme soit très soluble, en l'absence de terres yttriques.

» Des terres du groupe erbique que renferment les premiers cristaux, l'X de Soret apparaît avec un spectre sensiblement plus intense que celui du nouvel erbium.

TABLEAU I. — *Terres yttriques de l'Æschynite (cristaux de tête).*

| Divisions du micromètre. | Longueurs d'onde. | Éléments. | 1 ^{ers} cristaux (têtes). | 2 ^{es} cristaux. |
|--------------------------------|----------------------|-------------|---------------------------------------|---------------------------|
| 32 | 654 | Er (Erbium) | Faible. | Assez forte. |
| 34 | 640 | X (Holmium) | Faible. | Assez forte. |
| 54-56 | 582-572 | Di (Didyme) | Faible et diffuse. | » |
| 67 | 543 | X | » | Faible. |
| 69 | 540 | Er | » | Faible. |
| 72 | 536 | X | Faible. | Forte. |

(1) Travail fait au laboratoire de M. Friedel.

| Divisions du micromètre. | Longueurs d'onde. | Éléments. | 1 ^{re} cristaux (têtes). | 2 ^{es} cristaux. |
|--------------------------------|----------------------|-----------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 78 | 523 | Er | Faible. | } Assez forte. Estompée à droite. |
| 79 | 520 | Di | Très faible. | |
| 100 | 484 | X | Faible. | Forte. |
| 108 | 474 | Dy (Dysprosium) | Très faible. | Faible. |
| 125-130 | 453-450 | Dy | Faible. | Très forte. |

TABLEAU II. — *Terres yttriques des sables monazités (cristaux de tête).*

| Divisions du micromètre. | Longueurs d'onde. | Éléments. | Eaux-mères. Dissolution alcoolique. | Deuxièmes cristaux. |
|--------------------------------|----------------------|-----------|--|---------------------|
| 31 | 654 | Er | Faible. | Assez forte. |
| 34 | 640 | X | Faible. | Assez forte. |
| 54-56 | 582-572 | Di | Très faible. | Faible. Estompée. |
| 66 | 546 | Er | » | Faible. |
| 67 | 543 | X | » | Faible. |
| 69 | 540 | Er | » | Faible. |
| 72 | 536 | X | Faible. | Forte. |
| 78 | 523 | Er | Assez forte. | Assez forte. |
| 79 | 520 | Di | Faible. | Faible. |
| 99 | 484 | (X) | Douteuse. | Forte. |
| 101 | 482 | Di | » | Faible. |
| 108 | 474 | Dy | Douteuse. | Faible. |
| 124-129 | 453-450 | Dy | Faible. | Forte. |

» Ce Tableau montre que le fractionnement des éthylsulfates yttriques des sables monazités se comporte comme celui de l'æschnyrite. Il montre en outre que le fractionnement dans l'alcool se comporte vis-à-vis du didyme comme le fractionnement dans l'eau, mais que l'inverse se passe pour les terres yttriques à bandes d'absorption qui s'accumulent dans les têtes du fractionnement alcoolique.

» L'étude spectrale de ces portions a été complétée par la détermination des poids atomiques.

» Je retrouve par cette méthode les résultats que nous avons obtenus, M. Budischowsky (1) et moi, par le fractionnement des acétylacétonates, et que MM. Schützenberger (2) et O. Boudonard ont obtenus par la fusion des nitrates et le fractionnement des sulfates.

(1) G. URBAIN et BUDISCHOWSKY, *Comptes rendus*, 1897.

(2) SCHÜTZENBERGER et BOUDOUARD, *Comptes rendus*, 1897.

» La teinte orange de cet oxyde paraît y déceler la présence du terbium.

» En outre, le spectre d'absorption de cette linite, quoique très faible, y accuse la présence d'au moins quatre substances à poids atomique élevé.

» Je supposerai donc, jusqu'à preuve du contraire, que cette substance est de l'yttrium impur.

» Les cristaux qui se déposent ensuite dans le fractionnement des éthyl-sulfates deviennent de plus en plus roses. Le spectre de l'X de Soret y diminue graduellement. Le spectre du dysprosium paraît plus persistant. On obtient ensuite des cristaux dont la dissolution ne présente plus que le spectre du nouvel erbium très intense, et dans lequel les bandes du thulium semblent apparaître.

» Le spectre des cristaux qui se déposent en dernier s'affaiblit graduellement, et finalement on obtient une eau-mère qui ne cristallise plus sensiblement et qui ne présente plus de bandes d'absorption.

» Cette terre a un poids atomique élevé et son oxyde est rigoureusement blanc.

TABLEAU III. — *Spectre des derniers cristaux. (Æschynite.)*

| Divisions du micromètre. | Longueurs d'onde. | Éléments. | |
|--------------------------------|----------------------|--------------|--------------|
| 24 | 684 | Tm (Thulium) | Faible. |
| 31 | 654 | Er | Faible. |
| 69 | 540 | Er | Très faible. |
| 78 | 523 | Er | Forte. |
| 99 | 485 | (X) | Forte. |
| 115-120 | 469-463 | Tm? | Faible. |
| 128 | 451 | Er | Faible. |

TABLEAU IV. — *Fractions intermédiaires. (Æschynite.)*

| Divisions du micromètre. | Longueurs d'onde. | Éléments. | I. | II. | III. | IV. |
|-----------------------------|----------------------|-----------|--|--|-------------------------------------|------------------------------|
| 24 | 684 | Tm | Faible. Nette. | » | » | » |
| 27,5 | 675 | Er | Faible, plus forte que 684. | Très faible. | Extrém. faible. | » |
| 31 | 654 | Er | Forte. | Forte. | Assez forte. | Assez forte. |
| 34 | 640 | X | Faible, comme 684. | Faible. | Assez forte. | Assez forte. |
| 66 | 546 | Er | Très faible. | Extrém. faible. | Douteuse. | » |
| 69 | 540 | Er | Assez forte. | Assez forte. | Faible. | Assez faible. |
| 72 | 536 | X | Ass. forte, nette, plus faible que 540. | Assez forte; plus forte que 540. | Assez forte; plus forte que 640. | Forte. Estompée à droite. |
| 78 | 523 | Er | Très forte. Es- tompée jusqu'à la division 80. | Très forte. Es- tompée jusqu'à la division 80. | Très forte. Es- tompée à gauc. | Forte. Estompée à gauche. |

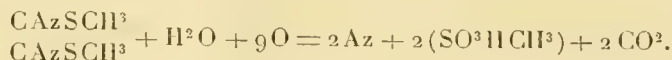
| Divisions du micromètre. | Longueurs d'onde. | Éléments. | I. | II. | III. | IV. |
|-----------------------------|----------------------|-----------|--|---|-------------------------------------|-------------------|
| 97 | 489 | Er | Faible; large. Estompée à gauc. | Faib.; large. Estomp. à droite et à gauche. | Tr. faible; large; estompée. | Extrém. faible. |
| 99 | 485 | (X) | Forte, nette; pl. forte que 65 $\frac{1}{2}$. | Forte. Estompée à droite. | Très forte. Estompée. | Forte, nébuleuse. |
| 108 | 474 | Dy | Très faible. | Très faible. | Très faible. | Très faible. |
| 117 | 461 | Tm? | Douteuse. | » | » | » |
| 129 | 451 | Dy | Forte, nette. Estompée à gauc. | Très forte. Estompée à gauc. | Estompée. La plus forte du spectre. | Très forte. |
| 136 | 444 | (Di) | Faible; pl. forte que 489. | Faible; pl. faible que 489. | Douteuse. | » |

» En résumé, on peut déduire des mesures précédentes que les terres yttriques se séparent, dans le fractionnement des éthylysulfates, de la façon suivante : yttrium, terbium, holmium et dysprosium, erbium, ytterbium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux modes de décomposition de quelques éthers sulfocyaniques.* Note de M. OESCHNER DE CONINCK.

« J'ai étudié l'action des hypochlorites à excès d'alcali sur quatre éthers sulfocyaniques : les sulfocyanates de méthyle, d'éthyle, d'amyle et de méthylène.

» 1^o *Sulfocyanate de méthyle.* — Cet éther, très pur, est mis, en cloche courbe, au contact d'une solution d'hypochlorite de calcium, préparée en épuisant 11^{er} de chlorure de chaux frais par 95^{er} d'eau distillée (1). A froid, la réaction est faible; mais il suffit de chauffer l'appareil avec une lampe à alcool, à une température voisine du point d'ébullition de l'éther, pour que la décomposition s'accroisse. Il se dégage de l'azote, il se fait de l'acide méthylsulfureux et de l'acide carbonique :



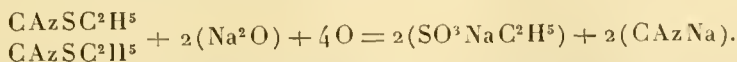
» En faisant agir l'hypochlorite de sodium à excès de soude (2) sur le sulfocyanate de méthyle, l'action à froid est peu sensible; mais, si l'on introduit l'éther dans un appareil semblable à celui qui permet de doser les gaz de l'eau, avec un grand excès du réactif, et si l'on chauffe vivement, on recueille une quantité notable d'azote; il y a production d'acide méthylsulfureux et d'une petite quantité d'acide sulfurique.

» 2^o *Sulfocyanate d'éthyle.* — En cloche courbe et à froid, cet éther pur n'est pas

(1) Les proportions respectives étaient, en volume, 2^{cc} de l'éther pour 42^{cc} du réactif; il en a été de même pour les autres expériences en cloche courbe.

(2) Pour la préparation de cette solution, voyez mes Notes à l'Académie, de décembre 1895 et janvier 1896.

décomposé par une solution d'hypochlorite de calcium (préparée comme il vient d'être dit). A chaud, il y a légère décomposition, avec mise en liberté correspondante d'azote; une partie du soufre fournit de l'acide éthylsulfureux; une autre, plus petite, est changée en acide sulfurique. L'hypochlorite de sodium à excès de soude ne réagit pas à froid sur le sulfocyanate d'éthyle; à chaud, il réagit pour donner, non de l'azote, mais de l'éthylsulfite et du cyanure de sodium (1).



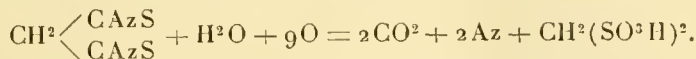
» L'action oxydante de l'hypochlorite de sodium étant épuisée, le réactif agit à la longue comme réactif alcalin, et le sulfocyanate se décompose suivant l'équation de Brüning :



» D'ailleurs, dans toutes les réactions de cet ordre, les proportions respectives des éthers sulfocyaniques et des réactifs, la richesse de ceux-ci en hypochlorites ou en alcalis libres, la concentration des solutions, les températures employées, constituent autant de facteurs, dont l'influence se fait sentir par l'apparition de la réaction qui dégage de l'azote et qui oxyde le soufre, ou de celle qui produit le sulfure organique, un cyanure et un cyanate. Plus d'une fois, les deux réactions ont pris naissance simultanément, ou dans deux phases à peine distinctes.

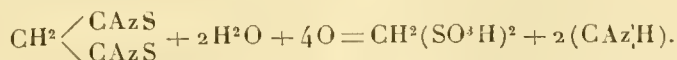
» 3° *Sulfocyanate d'amyle*. — Les hypochlorites de calcium et de sodium alcalins n'agissent que lentement sur cet éther. Il se fait peu à peu de l'amylsulfite et du cyanure de sodium, et il y a production d'une très faible proportion d'acide sulfurique.

» 4° *Sulfocyanate de méthylène*. — Une solution concentrée d'hypochlorite de calcium alcalin attaque vivement, à chaud, cet éther, avec dégagement d'azote et formation d'acides méthylène-disulfureux et carbonique :



» Ce résultat est confirmé par celui qu'a obtenu Lermontoff en oxydant le même éther, au moyen de l'acide nitrique. Ce chimiste a isolé aussi de l'acide méthylène-disulfureux.

» Les hypochlorites de calcium et de sodium alcalins peuvent, dans d'autres conditions, donner de l'acide méthylène-disulfureux et un cyanure, dans le sens suivant :



» Il ne se forme que des traces de cyanate, et qu'une très petite quantité d'acide sulfurique.

» *Isosulfocyanate d'allyle* (essence de moutarde) $\text{CSAz.C}^3\text{H}^5$. — J'ai traité, par

(1) Il y a, là aussi, genèse d'un peu d'acide sulfurique.

une solution concentrée d'hypochlorite de calcium alcalin, un certain poids de cet éther à froid, il n'y a aucune action. Il faut chauffer fortement pour qu'il y ait dégagement d'azote. Il y a, en même temps, formation d'acide sulfurique. Je me propose d'étudier d'autres isosulfocyanates, moins riches en carbone, qui seront sans doute moins stables. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques éthers oxydes du β -naphtol.*

Note de M. F. **BODROUX** (1), présentée par M. E. Grimaux.

« J'ai préparé quelques éthers oxydes du β -naphtol par l'action d'un iodure ou d'un bromure gras sur le naphtol β dissous dans la potasse alcoolique.

» Pour cela, je chauffe le mélange au bain-marie pendant une heure. Aussitôt que le liquide bout, la réaction se produit, la couleur de la solution passant du vert au jaune en même temps que, sur les parois du ballon, se forme un dépôt blanc cristallin de bromure ou d'iodure de potassium. Après refroidissement, je décante et je distille au bain d'huile, de façon à chasser l'alcool. Ce qui reste alors est traité par l'eau et par un excès de potasse. L'éther phénolique se précipite, vient surnager à la surface du liquide et, quelquefois, se solidifie au contact de l'air. On peut alors le séparer facilement.

» *Éthyl- β -naphtol* : $C^{10}H^7 - O.C^2H^5$. — Ce corps est déjà connu depuis longtemps (2). Il cristallise facilement dans l'alcool sous la forme de lames nacrées, d'une odeur agréable, qui fondent entre 36° et $36^\circ,5$.

» *Propyl- β -naphtol* : $C^{10}H^7 - O - CH^2 - CH^2 - CH^3$. — J'ai employé :

| | |
|------------------------|-------------------|
| Alcool..... | 150 ^{gr} |
| Iodure de propyle..... | 40 |
| Potasse..... | 18 |
| Naphtol β | 36 |

Résultat de l'opération : 25^{gr} de produit brut.

» L'éther oxyde cristallise facilement dans l'alcool sous forme d'aiguilles prismatiques incolores, d'une odeur pénétrante et peu agréable, fusibles entre $39^\circ,5$ et 40° .

» L'analyse conduit à la formule $C^{10}H^7 - O - C^3H^7$.

» En solution alcoolique, ce corps donne, avec l'acide picrique, un composé cristallisant par évaporation partielle de la solution sous forme de grandes aiguilles jaune orangé fusibles à 75° .

(1) Laboratoire de Chimie de l'Université de Poitiers.

(2) ONNDORFF et KORTRIGHT, *American Chemical Journal*, t. XIII, p. 162.

» *Isopropyl-β-naphtol* : $C^{10}H^7 - O - CH \begin{matrix} \langle CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}$ — Proportions employées :

| | |
|--------------------------|-------------------|
| Alcool..... | 150 ^{gr} |
| Iodure d'isopropyle..... | 40 |
| Potasse..... | 18 |
| Naphtol β..... | 36 |

» L'opération a donné environ 25^{gr} de produit liquide. Celui-ci a été solidifié au moyen d'un mélange réfrigérant et séché entre des feuilles de papier buvard. Après une cristallisation nouvelle dans l'alcool, il s'est présenté sous forme de longues aiguilles incolores, d'une odeur faible, peu agréable, fusibles à 41°.

» L'analyse conduit à la formule $C^{10}H^7 - C - C^3H^7$.

» Le composé picrique se présente sous la forme de longues aiguilles orangées, fusibles à 92°.

» *Isobutyl-β-naphtol* : $C^{10}H^7 - O - CH^2 - CH \begin{matrix} \langle CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}$ — Proportions employées :

| | |
|--------------------------|-------------------|
| Alcool... .. | 150 ^{gr} |
| Bromure d'isobutyle..... | 55 |
| Naphtol β..... | 56 |
| Potasse..... | 28 |

» L'opération a donné 20^{gr} d'un produit solide qui, après cristallisation dans l'alcool, se présente sous forme de lamelles nacrées d'odeur excessivement faible, fondant à 33°.

» L'analyse conduit à la formule $C^{10}H^7 - O - C^4H^9$.

» Son composé picrique se présente sous forme de grandes aiguilles jaunes fondant entre 80° et 80°, 5.

» *Isoamyl-β-naphtol* : $C^{10}H^7 - O - CH^2 - CH^2 - CH \begin{matrix} \langle CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}$ — Proportions employées :

| | |
|------------------------|-------------------|
| Alcool..... | 150 ^{gr} |
| Potasse..... | 20 |
| Iodure d'isoamyle..... | 50 |
| Naphtol β..... | 36 |

L'opération a donné 51^{gr} d'un corps liquide coloré en rouge brun par des matières étrangères.

» Ce corps a été rectifié plusieurs fois. Finalement il passait entre 315° et 316°. C'était un liquide incolore à la température ordinaire. Pour le solidifier, je l'ai dissous dans l'alcool, puis refroidi par un mélange de neige carbonique et d'éther. L'isoamyl-β-naphtol s'est précipité sous forme de lamelles blanches qui, purifiées par expression, fondaient facilement à 26°, 5.

» L'analyse conduit à la formule $C^{10}H^7 - O - C^5H^{11}$.

» Avec l'acide picrique, ce corps ⁽¹⁾ donne un dérivé cristallisé en longues aiguilles jaunes, fusibles à 90°, 5-91°. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le produit d'oxydation de la glycérine par la bactérie du sorbose.* Note de M. **GABRIEL BERTRAND** ⁽²⁾, présentée par M. Duclaux.

« M. Grimaux ⁽³⁾ a montré qu'en abandonnant un mélange de glycérine et de noir de platine au contact de l'air il se produisait un corps sirupeux, présentant les principaux caractères du glucose : notamment, ce corps réduisait la liqueur de Fehling et subissait la fermentation alcoolique sous l'influence de la levure.

» Quelque temps après, MM. Fischer et Tafel arrivèrent au même résultat en faisant réagir la vapeur de brome sur le glycérate de plomb. Ils donnèrent au corps ainsi obtenu le nom de *glycérose*, mais reconnurent bientôt que c'était un mélange, formé vraisemblablement d'aldéhyde glycérique et de dioxyacétone ⁽⁴⁾.

» C'est ce dernier corps, dont la place est si importante dans l'histoire des sucres, que M. Piloty vient d'obtenir tout récemment à l'état de pureté parfaite, grâce à une série de transformations chimiques, d'ailleurs fort compliquées ⁽⁵⁾. C'est également lui qui prend naissance, comme je vais l'établir, dans l'action de la bactérie du sorbose sur la glycérine.

» Quand on cultive ce microbe sur un liquide nutritif contenant de la glycérine, on constate que le liquide acquiert rapidement la propriété de réduire à froid la liqueur de Fehling.

» Pour déterminer plus facilement la nature du corps réducteur qui apparaît dans ces circonstances, sans être gêné par un trop grand excès de substances étrangères, j'ai ensemencé la bactérie du sorbose sur une décoction de levure ne contenant pas plus de $\frac{1}{2}$ pour 100 d'extrait et addi-

(1) M. Costa a signalé l'éther isoamylique du β -naphтол comme un liquide bouillant entre 323° et 326° (*Gazzetta chimica italiana*, t. XIX, p. 496).

(2) Travail du laboratoire de Chimie du Muséum.

(3) *Bull. Soc. chim.*, 2^e série, t. XLV, p. 481; 1886, et *Comptes rendus*, t. CIV, p. 1276; 1887.

(4) *Berichte der chem. Ges.*, t. XX, p. 2634; 1887.

(5) *Id.*, t. XXX, p. 3161; 1898.

tionnée de 2 à 5 centièmes de glycérine. La culture très prospère se faisait à $+ 30^{\circ}$, en matras stérilisés, sous une épaisseur de liquide de 3^{cm} environ.

» Après une vingtaine de jours, le pouvoir réducteur du bouillon correspondait à 60^{gr} de glucose par litre, soit, à cause de l'évaporation, à la moitié du poids de la glycérine mise en expérience.

» J'ai d'abord soumis ce bouillon réducteur à l'action de la phénylhydrazine.

» Pour cela, 125^{cc} ont été, après filtration, additionnés de 15^{gr} de phénylhydrazine pure et de 15^{gr} d'acide acétique à 50 pour 100. Le mélange, abandonné à lui-même à la température ambiante, a laissé déposer peu à peu un précipité cristallin qui, recueilli après quatre jours et desséché, pesait 14^{gr}. Dissous à chaud dans le benzène, il a donné, par refroidissement, de belles lamelles cristallines jaunes, brillantes, ayant le point de fusion (142° au bloc Maquenne) et les autres propriétés de la glycérosozone ⁽¹⁾.

» Son analyse élémentaire a fourni les résultats suivants :

| | Trouvé. | Calculé pour C ¹² H ¹⁶ Az ⁴ O. |
|----------|----------------|---|
| C | 66,95 pour 100 | 67,16 pour 100 |
| H | 6,01 » | 5,97 » |
| O | 6,15 » | 6,05 » |
| Az | 20,89 » | 20,82 » |

» Cette expérience prouve que le corps réducteur contenu dans le bouillon de culture est de l'aldéhyde glycérique CH²OH.CHOH.CO²H ou de la dioxyacétone CH²OH-CO-CH²OH (ou bien encore un mélange des deux); mais elle ne permet pas de décider entre les deux substances, toutes deux engendrant la même osazone. Pour résoudre la question, j'ai dû recourir à l'emploi de l'hydroxylamine.

» Un demi-litre de bouillon a été réduit à 50^{cc} par distillation, dans le vide, à la plus basse température possible. On a repris le résidu par 3^{vol} d'alcool absolu et 6^{vol} d'éther et, après repos et décantation, la liqueur limpide a été additionnée d'un léger excès d'hydroxylamine en solution alcoolique, suivant la méthode indiquée par Piloty. Le produit de la réaction, desséché dans le vide, a été broyé à plusieurs reprises avec de l'acide acétique, pour dissoudre l'oxime, et la solution évaporée vers 30^o. Il est resté une masse cristalline qu'on a essorée, lavée avec de l'éther acétique, puis recris-

(1) Obtenue à partir de la glycérine oxydée par le brome en présence de carbonate de sodium.

tallisée dans un peu d'alcool absolu. Le corps ainsi préparé, fondant à 83°-84°, était identique à l'oxime obtenue par Piloty à l'aide de la dioxyacétone de synthèse (1).

| | Calculé |
|-----------------|--|
| | (CH ² OH) ² C. Az. OH. |
| Trouvé. | |
| Azote | 13,43 13,33 |

» Ainsi, la bactérie du sorbose agit sur la glycérine comme sur la sorbite et la mannite. Conformément à la règle générale que j'ai énoncée dans une Note antérieure (2), elle lui enlève deux atomes d'hydrogène et la transforme en un véritable sucre cétonique en C³, la dioxyacétone. »

HYGIÈNE. — *Sur la stérilisation des liquides par filtration.*

Note de M. J. HAUSSEK, présentée par M. Friedel.

« On a fait de nombreuses tentatives pour obtenir, par filtration, la stérilisation des liquides. Les filtres Chamberland et surtout ceux de Garros peuvent stériliser complètement en porcelaine d'amiante; mais les rendements en sont minimes et le nettoyage difficile. Dans ces filtres, ce sont des terres agglomérées par fusion partielle qui constituent la paroi stérilisante. Cette fusion partielle, en unissant trop intimement les particules, diminue considérablement la porosité de la matière au bénéfice de la solidité de la paroi, d'où le faible débit de ces appareils.

» J'ai songé à utiliser des terres cuites au-dessous de leur température de fusion. L'expérience m'a montré qu'un grand nombre de matières minérales, calcinées au-dessous de leur point de fusion et réduites en poudres fines, peuvent, par agglomération mécanique, former d'excellentes parois filtrantes et stérilisantes. Mais, de toutes celles que j'ai étudiées, la terre d'infusoires, connue aussi sous les noms de *farine fossile* et *kieselguhr*, est celle qui m'a donné les meilleurs résultats.

» Voici comment il convient de préparer cette matière : on la tamise pour en séparer les grains de sable et les autres impuretés grossières qu'elle peut contenir. On la porte ensuite à une température comprise entre 800° et 1000° environ. Après refroidissement, on la pulvérise et, s'il est nécessaire de l'avoir en poudre impalpable, on la traite par lévigation. Cette dernière condition n'est exigible que pour la filtration de

(1) *Berichte d. ch. Ges.*, t. XXX, p. 1656; 1897.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 762; 1898.

certains liquides spéciaux, que l'expérience seule peut indiquer. La poudre, obtenue par simple calcination et pulvérisation subséquente, peut servir directement pour stériliser la plupart des liquides, notamment l'eau et la bière. Pour le vin, il est nécessaire, en raison de l'acidité de ce liquide, d'en compléter la purification par un lavage avec un acide minéral ou organique. La matière obtenue à la suite de ces traitements successifs est insoluble dans la plupart des liquides et ne leur communique aucun goût.

» Pour l'employer, on la délaie dans le liquide à filtrer et l'on verse cette dilution sur un filtre-support quelconque. Le liquide s'écoule, et la poudre, en raison de sa grande légèreté, se dépose, par entraînement, en une couche parfaitement régulière. Cette couche constitue une paroi filtrante très compacte et à pores d'une extrême finesse. Elle est capable de retenir les moindres particules et les plus petits micro-organismes en suspension. Comme il n'y a pas eu de fusion, il ne saurait y avoir ici, de ce fait, aucune perte de débit. Ces parois filtrantes, toutes choses égales d'ailleurs, débitent en effet couramment de quinze à vingt fois plus que les filtres Chamberland, par exemple. L'absence de rigidité de ces parois n'est, du reste, qu'un avantage de plus en leur faveur, car elle en permet très facilement le renouvellement et le nettoyage. Quand le pouvoir filtrant d'une pareille paroi est épuisé, il suffit, en effet, de l'entraîner par un courant d'eau et de la remplacer par de la nouvelle masse. Quant à la poudre encrassée, on lui rend ses propriétés primitives en la lavant avec un acide très étendu, la séchant et la calcinant à nouveau.

» Il va sans dire que les premières portions de liquide filtré, n'étant pas stériles, doivent être repassées sur le filtre. D'autre part il est important, si l'on tient à la stérilisation *continue*, de ne pas interrompre la filtration sans motif.

» Une épaisseur de $\frac{4}{10}$ à $\frac{5}{10}$ de millimètre est, sur un support rigide, suffisante pour stériliser.

» Un fait remarquable, c'est le pouvoir absorbant que la calcination sans fusion donne à la matière. Non seulement elle est devenue capable d'absorber les gaz, mais aussi de retenir jusqu'à certaines matières organiques en dissolution. Voici quelques faits démonstratifs à cet égard.

» Dans 100^{cc} d'eau on a trouvé, en matière oxydable par le permanganate, les proportions ci-après :

| | Seine. | Bièvre. | |
|-----------------------|--|--------------------|------|
| Avant filtration..... | 4,8 ^{cc} | 36,0 ^{cc} | |
| Après filtration. { | Couche filtrante de 0 ^{mm} ,4 d'épaisseur . . | 4,3 | 29,2 |
| | » 0 ^{mm} ,8 » .. | 3,65 | 23,2 |
| | » 1 ^{mm} ,2 » .. | 3,70 | 22,0 |

» Tous les liquides filtrés de ces exemples étaient stériles. Il est donc probable que la matière organique entraînée était en dissolution. Or le

Tableau montre qu'elle diminue considérablement avec l'augmentation de l'épaisseur de la couche filtrante (1). »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Des différents modes d'élimination de la chaux chez les rachitiques et des diverses périodes du rachitisme.* Note de M. J. BABEAU, présentée par M. Armand Gautier. (Extrait.)

« Depuis deux années nous nous appliquons à l'examen du mode d'élimination de la chaux dans le rachitisme. Nous avons systématiquement étudié l'urine et les fèces de tous les rachitiques présentés à la consultation externe ou hospitalisés à la clinique infantile de l'Hôpital général de Montpellier. Le mouvement annuel des malades est de 3 500 à 4 000 malades.

» La dissemblance des résultats obtenus a d'abord attiré notre attention. Chez certains rachitiques, aucune excrétion (urines, fèces) ne traduisait de déperdition anormale de chaux. Chez d'autres, l'urine contenait une quantité de chaux égale à celle qui existe dans les urines d'un enfant sain de même âge et vivant dans des conditions identiques; mais les fèces révélaient une quantité de chaux supérieure à la normale. Enfin, dans d'autres cas, les urines étaient très riches en chaux, les fèces normales.

» Nous citerons ici seulement trois cas types, pris chez des enfants rachitiques, comparés à des enfants normaux de même âge :

1^{er} CAS. — *Augment de chaux urinaire; fèces normales.*

| | | Enfants | |
|----------------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|
| | | rachitiques. | normaux. |
| <i>Urines</i> (par litre). | { Chaux | 0,288 | 0,062 |
| | { Magnésie | 0,270 | 0,112 |
| <i>Fèces.</i> | Chaux | 8,60 pour 100 de cendres | 9,0 pour 100 de cendres |

(1) Dans une Note ultérieure, je me propose de donner des renseignements plus étendus sur les applications de cette masse filtrante. J'indiquerai, notamment, les résultats très encourageants que nous avons obtenus, M. Lozé et moi, par l'emploi d'un support imaginé par lui en vue même de l'utilisation de la masse.

2^e CAS. — *Augment de chaux dans les fèces; urines normales.*

| | | Enfants | | |
|------------------------|---|--------------------|------------------------|-------------------------|
| | | rachitiques. | normaux. | |
| Urines (par litre). | { | Chaux | 0,090 | 0,070 |
| | | Magnésie | 0,112 | 0,090 |
| Fèces. | { | Chaux | 35 pour 100 de cendres | 9,5 pour 100 de cendres |

3^e CAS. — *Rachitiques plus âgés revenus à l'état normal.*

| | | | | |
|------------------------|---|--------------------|------------------------|------------------------|
| Urines (par litre). | { | Chaux | 0,230 | 0,119 |
| | | Magnésie | 0,116 | 0,112 |
| Fèces. | { | Chaux | 16 pour 100 de cendres | 15 pour 100 de cendres |

» La comparaison des résultats numériques, obtenus par des analyses nombreuses, que nous publierons dans un autre Recueil, nous conduit à formuler les conclusions suivantes :

» I. Les déformations rachitiques peuvent, dans la majorité des cas, être rapportées à deux modes d'élimination différents de la chaux :

» 1^o *Élimination de la chaux en excès par les urines*, correspondant à une désassimilation de la chaux qui entre dans la constitution de la charpente osseuse ;

» 2^o *Élimination de la chaux en excès par les fèces*, correspondant à un défaut d'absorption de la chaux, la quantité de chaux éliminée par les urines pouvant, dans ces cas, être normale ou inférieure à la normale.

» Ces données permettent d'expliquer les résultats, en apparence contradictoires, qui ont été publiés jusqu'ici, relativement à la quantité de chaux des urines rachitiques.

» II. On peut, dans le rachitisme, distinguer trois périodes :

» Une *période rachitissante*, au cours de laquelle l'enfant élimine de la chaux en excès, soit par ses urines (rachitisme par désassimilation), soit par ses fèces (rachitisme par défaut d'absorption).

» Cette déperdition en chaux aboutit au stade des déformations et des fractures spontanées des os : c'est la *période de rachitisme constitué* ou de *rachitisme proprement dit* (seconde période).

» A une troisième période, ni les fèces ni les urines ne traduisent de déperdition anormale de chaux ; les déformations seules restent, comme

indices d'une période rachitique antérieure, chez le sujet dont la nutrition est redevenue normale.

» III. Certaines déformations rachitiques reconnaissent, sans doute, un processus pathogénique particulier : celui qui aboutit aux nouures et aux malformations par augmentation de volume de l'os. Nous en recherchons actuellement la nature et la cause (1). »

ZOOLOGIE. — *Embryogénie de la larve double des Diplosomidés (Ascidies composées)*. Note de M. ANTOINE PIZOX, présentée par M. Edmond Perrier.

« J'avais commencé depuis longtemps l'étude de l'embryogénie de la larve double des Diplosomidés, afin d'établir si elle provient d'un embryon double issu de l'œuf ou si elle est le résultat du bourgeonnement précoce d'un embryon ordinaire.

» Je résume ici mes observations sur cette question, à laquelle Salensky a consacré assez récemment un Mémoire très important (2). Mes résultats confirment ceux du naturaliste russe en ce qui concerne le développement de l'appareil branchio-intestinal. J'établis de plus le rôle des tubes épiscardiques et l'origine des jeunes bourgeons, qui apparaissent déjà avant l'éclosion sur chacun des deux individus de la larve double.

» I. La segmentation de l'œuf aboutit à la formation d'une cavité entérique qui prend rapidement la forme d'un U couché sur le vitellus et dont le milieu de l'anse est situé juste au-dessous de la vésicule nerveuse en voie de développement.

» α. La branche latérale de gauche de cette cavité primitive formera l'intestin terminal de chacun des deux individus, elle s'isole peu à peu en même temps qu'elle s'étrangle progressivement en deux tronçons dont le plus inférieur, celui qui est situé à l'extrémité libre de la branche, deviendra l'intestin terminal de l'individu ventral, et l'autre formera l'intestin terminal de l'individu dorsal, appelé encore l'*oozoïde* lequel porte la vésicule sensorielle, les papilles adhésives et la chorde.

» β. La branche latérale droite subit une évolution beaucoup plus complexe; elle se transforme en deux sacs à peu près parallèles : l'un qui est le *sac branchial primitif*, l'autre le *sac stomacal primitif*. Le premier de ces deux sacs s'étrangle progressivement dans la suite pour produire le *sac branchial* de l'individu dorsal et celui de l'individu ventral, qui restent longtemps reliés l'un à l'autre par un canal étroit.

(1) Laboratoire de l'Hôpital général de Montpellier.

(2) SALENSKY, *Mittheilungen zool. Stat. Neapel*, t. XI; 1894.

Le *sac stomacal primitif* s'étrangle de son côté en deux autres qui deviennent respectivement l'estomac de l'individu dorsal et celui de l'individu ventral.

» Chaque individu se constitue par la soudure ultérieure de ses trois tronçons primitifs, branchie, estomac et intestin terminal. Les deux estomacs restent longtemps reliés l'un à l'autre par un canal étroit qui n'est même pas complètement disparu au moment de l'éclosion.

» Ces résultats confirment ceux de Salensky sur la formation de la cavité branchio-intestinale.

» Il me reste à signaler, à propos de cette cavité, un diverticule qu'elle envoie dans la profondeur du vitellus jusqu'à l'origine de la chorde dorsale, sous laquelle il se termine. Ce diverticule ne disparaît que très tard et forme encore un petit cordon cellulaire étroit chez la larve prête à éclore. Son apparition est bien plus précoce que Salensky ne l'a dit, et il ne représente pas un diverticule secondaire du sac stomacal primitif, mais bien une portion de la cavité entérique primordiale; il possède, par suite, une grande importance phylogénétique, et je le considère comme un reste du tube digestif de la forme ascidienn primitive, chez laquelle ce tube aurait eu une forme allongée, parallèle à la chorde, que la fixation a, dans la suite, profondément modifiée.

» II. Chaque sac branchial envoie *deux tubes épicaudiques* qui s'étendent le long de l'estomac et se comportent comme chez les Ascidiozoïdes des colonies plus âgées, pour engendrer le *péricarde* et le *cœur*; leurs deux extrémités libres se soudent et forment une sorte d'U dont la portion médiane s'isole pour donner le *sac péricardique*, lequel s'invagine pour engendrer à son tour la *cavité cardiaque*.

» Les stades où ces processus sont visibles ont échappé à Salensky, d'après lequel le cœur se constituerait aux dépens d'un amas de cellules mésenchymateuses et ne présenterait jamais de relations avec les tubes épicaudiques.

» III. Tandis que chez certaines Ascidies composées, telles que les *Botryllidés* et les *Pyrosomes*, l'oozoïde n'a qu'une existence éphémère ou n'arrive même pas à se constituer complètement par suite d'une extrême accélération dans le développement des bourgeons; l'oozoïde des Diplosomidés ne fait que perdre certains organes larvaires (organes sensoriels et chorde) et persiste, avec l'individu qui l'accompagne, pour prendre part à la formation de la nouvelle colonie; je m'en suis assuré sur des larves que j'ai réussi à faire vivre une dizaine de jours fixées sur des lames de verre.

» De plus, les rudiments d'un nouvel Ascidiozoïde s'ébauchent *sur chacun des individus de la larve double* bien longtemps avant l'éclosion, et par les processus ordinaires du bourgeonnement que nous ont fait connaître Ganin, Della Valle, Jourdain et Caullery. Ces rudiments consistent, au moment où les premières fentes branchiales apparaissent chez les Ascidiozoïdes larvaires, en deux parties, savoir :

» 1° Un diverticule pyriforme, à parois épaisses, qui s'est détaché des tubes épicaudiques, soudés préalablement l'un à l'autre par leurs extrémités, et qui, au moment que nous considérons, est encore adjacent à la fente du cœur, issu de ces mêmes tubes épicaudiques.

» Il donnera la branchie et l'œsophage.

» 2° Un autre diverticule voisin du précédent et renflé comme lui est envoyé par

l'œsophage du parent avec lequel il est encore en communication; il représente l'ébauche du bourgeon abdominal (estomac, intestin et glande intestinale) (1). La troisième partie du jeune Ascidiozoïde, c'est-à-dire l'ébauche du rectum, ne paraît pas encore à ce moment.

» Ces résultats, qui montrent que les deux individus larvaires bourgeonnent par les mêmes processus que ceux d'une colonie plus âgée, ne me permettent pas d'accepter sur ce point ceux de Salensky, qui prétend que chaque nouvel Ascidiozoïde consiste seulement *en un diverticule œsophagien* s'élargissant en deux grands sacs aveugles et inégaux, qui représentent les rudiments de tout le nouvel appareil branchio-intestinal.

» Les faits qui précèdent ont une grande importance pour déterminer la signification de cette singulière larve des Diplosomidés. On ne peut le faire sans tenir compte de ce que les deux individus sont également développés au moment de l'éclosion, qu'ils persistent tous les deux pour former la nouvelle colonie et qu'ils bourgeonnent tous les deux, par des processus identiques, tandis que ces deux premiers individus paraissent résulter plutôt d'une bipartition de la cavité entérique primitive. A ces éléments de discussion, il faut ajouter aussi l'origine du système nerveux de l'individu ventral, qui, d'après Salensky, serait un prolongement de celui de l'oozoïde.

» Je continue mes recherches pour étudier ce dernier point, qui est indispensable pour l'interprétation précise de la larve double. »

ZOOLOGIE. — *Sur le clivage de la cuticule, en tant que processus temporaire ou permanent.* Note du P. PAUTEL, présentée par M. Edmond Perrier.

« La cuticule des Arthropodes est toujours décomposable en une zone externe, constituée de strates anciennes, où l'activité physiologique décroît successivement de dedans en dehors, et une zone interne jeune, pleinement active, zone de transition dont les caractères passent d'un côté à ceux des formations chitineuses et de l'autre à ceux du protoplasme. La première ne paraît point susceptible d'un changement quelconque de direction dans l'activité dont elle est encore le siège. Par contre, la zone interne peut, à un moment donné, manifester une activité néoformatrice plus ou moins caractérisée et produire des accidents ou annexes tout différents de

(1) Ce sont ces ébauches que j'ai signalées dans une Communication déjà ancienne (*Comptes rendus*, janvier 1891) chez l'individu ventral de la larve, mais j'avais négligé d'étudier l'oozoïde lui-même à ce point de vue.

ceux qui ornaient la vieille cuticule. Alors éclate entre les deux zones une rupture que nous étudions sommairement dans cette Note sous le nom de *clivage de la cuticule*.

» I. L'existence de ce clivage, en tant que processus temporaire, périodiquement généralisé sur le tégument tout entier aussi bien que sur le système trachéen, est mise hors de doute par le phénomène bien connu de la mue ou *ecdyse*. Comment se produit-il?

» D'après nos observations sur la larve de *Thrixion* nous croyons pouvoir y distinguer deux périodes : l'une lente, préparatoire, durant laquelle il se développe, par un procédé difficile à préciser, au-dessous de la cuticule ancienne, une couche d'épaisseur uniforme, hyaline, semi-liquide, mais adhérente toutefois et probablement non dépourvue de toute structure ; l'autre rapide, n'intervenant qu'au moment même de la mue, pour le décollement de la dépourille. Ce qu'on peut dire, en général, de la période préparatoire, c'est qu'à un moment donné, lorsque doit s'organiser la cuticule de remplacement, le siège du travail cuticulogène se transporte plus profondément ; la nouvelle couche cuticulaire ne se formant pas immédiatement au-dessous des anciennes mais à une certaine distance, tandis que la couche protoplasmique interposée aux deux feuilletts ainsi séparés devient brillante, molle et homogène, comme si les trabécules du réticulum s'y résorbaient progressivement. Cette couche constitue une sorte de magma de remplissage dans lequel la cuticule nouvelle peut librement développer des tubercules ou des piquants, la cuticule ancienne étant simplement jetée à la manière d'un pont sur les parties saillantes.

» A l'égard de la période rapide, nous possédons des données plus catégoriques, ayant pu la suivre en entier sur la larve au deuxième stade.

» Rappelons d'abord qu'aux époques très voisines de la mue les cellules hypodermiques sont turgescents, hautes, mais peu étalées parallèlement à la surface générale du corps, par suite de la faible extensibilité de la vieille cuticule. Les préliminaires de la mue elle-même consistent dans la production de vacuoles qui se montrent subitement çà et là dans la couche hyaline, grandissent presque à vue d'œil, à mesure qu'elles reçoivent de l'hypoderme, à travers la cuticule jeune et encore perméable, l'excès de liquide enchylémateux dont il était gorgé, et s'étalent bientôt sous la forme d'une fissure tangentielle qui se propage jusqu'à la rencontre des fissures voisines. Le décollement se généralise avec rapidité partout où le système cuticulaire ne repose que sur les cellules hypodermiques. Au niveau des insertions musculaires, l'adhérence est plus grande, mais ces points d'attache

finissent par céder au même mécanisme et la larve n'a plus, pour se libérer, qu'à faire éclater sa dépouille. Le décollement de la vieille cuticule, préparé lentement, à la fin de chaque stade larvaire, par la formation d'une couche molle intercuticulaire, est donc réalisé hydrauliquement par la pression d'un liquide particulier, sécrété en temps opportun par les cellules hypodermiques.

» Cette conclusion diffère de celle que Verson et Bisson (1) ont adoptée dans leurs études sur le Ver à soie. Ces observateurs attribuent comme nous le décollement à l'infiltration d'un liquide sécrété, mais la sécrétion est reportée par eux sur des cellules spéciales, localisées métamériquement, qu'ils appellent *cellules hypostigmatiques*. Nous devons faire observer que les cellules dont il s'agit ne sont probablement que les *onocytes* (2); dès lors elles ne sauraient se trouver partout où se montrent la sécrétion et le clivage; elles n'existent pas, entre autres, dans l'organe antenniforme, où nous avons à signaler un clivage très net, ni sur les trachées, où la mue cuticulaire ne comporte pourtant pas un autre mécanisme que sur le tégument.

» II. Ce qui se produit temporairement à fin de chaque stade, pour l'ensemble du revêtement cuticulaire, se produit, durant toute la durée d'un même stade, dans l'armature chitineuse de l'organe antenniforme.

» Chez une très jeune larve de *Thrixion* au deuxième stade, immédiatement après la première mue, l'organe antenniforme se montre comme un lobe obtus, coiffé d'une cupule évasée, dont la coupe optique est un rebord hyalin en forme de croissant à cornes très prolongées sur les côtés du lobe et toujours incomparablement plus épais que la cuticule générale. Ce rebord est anhiste, traversé çà et là par des bâtonnets sensoriels qui émergent du massif neuro-hypodermique sous-jacent et viennent se terminer au-dessous de petites élevures externes, très semblables à celles signalées chez d'autres larves de Brachycères. Cependant, plusieurs circonstances nous renseignent sur la véritable nature de cette formation.

» Pour diverses larves de même âge et normales, l'ourlet est tantôt très large, tantôt très étroit, et pour une même larve maintenue quelques heures en observation, sa largeur augmente ou diminue, probablement

(1) E. VERSON et E. BISSON, *Cellule glandulari ipostigmatiche nel Bombyx Mori*, in *Publicaz. d. R. Stazione bacologica di Padova*, 1891.

(2) V. GRABER, *Ueber die embryonale Anlage der Blut- und Fettgewebes der Insekten*, in *Biol. Centralblatt*, 1891.

au gré de l'animal; d'où il faut conclure qu'il existe là, interposée entre deux feuillets cuticulaires dont elle se distingue à peine optiquement, une couche de liquide tour à tour sécrétée ou réabsorbée par les cellules hypodermiques et dans laquelle baignent librement les bâtonnets sensoriels destinés à recueillir les ébranlements qu'elle leur transmettra. Cette interprétation est confirmée par ce fait que lorsque la petite larve meurt, le plasma jaune du sang filtre à travers les cellules hypodermiques et colore le rebord hyalin, tandis que la cuticule générale reste parfaitement incolore. Inutile d'ajouter que ce clivage spécial ne reconnaît pas, au fond, une autre cause que la mue; la seule différence réside en ce qu'il s'agit ici d'un phénomène localisé et persistant, comme il convenait à une disposition sensorielle.

» Au cours du deuxième stade, la forme de l'organe se modifie, et durant sa dernière période, le feuillet cuticulaire interne subit un nouveau clivage, en sorte qu'il existe à cette époque trois feuillets cuticulaires distincts, séparés par deux poches à liquide: l'un externe qui sera exuvié, les deux autres internes qui formeront la nouvelle armature de l'organe et resteront jusqu'à la nymphose. Cette armature est fort différente de celle décrite au stade précédent. Le clivage s'étend sur une surface discontinue, limitée extérieurement par un contour ovalaire et intérieurement par deux cercles, correspondant aux extrémités des bulbes sensoriels, qui se touchent entre eux sans toucher ce contour, et tandis que le feuillet externe reste en place, le feuillet interne s'invagine très profondément autour des bulbes et se chitïnise pour leur former une gaine protectrice individuelle. Il se constitue par là une structure assez inattendue et compliquée, difficile à interpréter sans les données fournies par le stade précédent. Aussi pensons-nous qu'elle est mal traduite dans les figures qui ont été publiées de l'organe antenniforme des Brachycères. »

BOTANIQUE AGRICOLE. — *Essai de culture du Tricholoma nudum*. Note de MM. J. COSTANTIN et L. MATRUCHOT, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une Communication à la Société de Biologie (1), nous avons déjà fait connaître la germination des spores du *Tricholoma nudum*, et

(1) COSTANTIN et MATRUCHOT, *Sur la production du mycélium des Champignons supérieurs* (Comptes rendus des séances de la Société de Biologie, 11 janvier 1896).

donné très succinctement les caractères du mycélium obtenu. Nous revenons aujourd'hui sur cette question pour compléter les notions acquises sur le développement du mycélium, et pour faire connaître le développement, récemment obtenu par nous, des *fructifications complètes* de ce Champignon basidiomycète.

» I. *Mycélium*. — La spore de *Tricholoma nudum* germe assez rapidement et donne un mycélium qui, cultivé sur divers milieux, prend des caractères extérieurs variant avec la nature du substratum.

» Sur des substratums compacts, comme une tranche de pomme de terre stérilisée, par exemple, le développement est lent et peu abondant. Le mycélium, couché en forme de gazon aplati à la surface du milieu nutritif, présente d'ailleurs très nettement la nuance lilas pâle si caractéristique de cette espèce.

» Sur des feuilles mortes de diverses sortes d'arbres (hêtre, peuplier, etc.), le mycélium pousse aussi assez lentement; mais il prend un aspect plus florissant, et forme des touffes épaisses, d'abord hémisphériques, qui, à la longue, au bout de trois mois environ à une température moyenne de 15°, ont totalement envahi les tubes de culture.

» Il semble toutefois que ce soit sur les milieux de consistance terreuse que le développement du mycélium se fasse le plus régulièrement et le plus abondamment. Dans ce cas, à une température de 25° environ, il suffit de trois semaines pour que les tubes de culture soient entièrement envahis par le mycélium.

» La nuance du mycélium n'est pas toujours violacée. Souvent elle est d'un blanc très pur : il en est ainsi, par exemple, dans les cordons que forme le mycélium en s'agrégeant. Ces cordons n'ont d'ailleurs ni la longueur, ni souvent la netteté de contour des cordons du Champignon de couche.

» Sur ce mycélium nous avons observé des boucles d'anastomose assez rares, mais particulièrement développées, atteignant parfois en diamètre la dimension même du filament qui les porte. Ajoutons enfin que jamais nos cultures ne nous ont présenté de formes comidiennes.

» II. *Développement des fructifications complètes*. — Jusqu'ici on n'a pu obtenir le développement normal et complet, par une méthode certaine (1), d'aucune espèce de *Tricholoma*. M. Brefeld (2) a fait germer les spores de

(1) M. Huyot, il est vrai, a récolté un certain nombre de fructifications de *Tricholoma nudum* en transportant dans une cave le sol même sur lequel étaient attachés des filaments de cette espèce. D'ailleurs, cette pratique, qui consiste à transplanter le substratum, a déjà été employée par certains gardes forestiers pour installer des mousseronnières. M. Boudier a obtenu, en 1870, de la même façon, un développement du mycélium de *Cantharellus cibarius*; mais l'expérience a été interrompue par la guerre. Ces essais isolés n'ont pas été repris, à notre connaissance, et ne nous semblent pas constituer de véritables méthodes de culture.

(2) BREFELD, *Untersuchungen aus dem Gesamtgebiete der Mykologie*, t. VIII, p. 54.

Tricholoma sordidum, mais le mycélium obtenu est toujours resté stérile. M. Voglino (1), pour le *T. terreum*, est allé plus loin : il a fait germer les spores, étudié le mycélium, vu se former les sclérotés et une forme conidienne, et enfin obtenu des chapeaux rudimentaires ; mais ceux-ci sont toujours restés à l'état d'ébauches, atteignant à peine 2^{mm} de hauteur.

» Pour le *Tricholoma nudum*, au point de vue de l'appareil basidiosporé, nous avons obtenu des résultats plus complets.

» Nous avons cultivé le mycélium en serre, soit dans des pots à fleurs recouvert d'une cloche, soit dans des meules découvertes. Dans l'un et l'autre cas, un mycélium abondant vient s'effleurir à la surface, parfois en touffes épaisses et floconneuses, parfois en couches denses et crustacées (2), et, un à deux mois après l'introduction des mises, se développent les chapeaux fructifères.

» Dans les cultures en pots, les fructifications sont très nombreuses, leur nombre dépassant une centaine pour un seul pot de culture ; mais ces fructifications restent le plus souvent à l'état d'ébauches. Nous avons obtenu dans le nombre, il est vrai, des chapeaux portant des lames et des basides, mais les plus grands ne dépassaient pas 15^{mm} de diamètre, avec un long pied de 0^m,03 de hauteur. En somme, la plupart des fructifications obtenues dans ces conditions sont comme atrophiées. Elles présentent toutefois les couleurs si caractéristiques des individus de *Tricholoma nudum* qu'on trouve dans la nature : les unes sont entièrement lilas pâle, d'autres entièrement lilas foncé, d'autres enfin présentent deux nuances différentes, le pied étant lilas et le chapeau brun foncé. Chez toutes, le pied, d'abord renflé à la base, s'allonge en s'amincissant vers le haut ; puis elles se flétrissent et prennent toutes une teinte uniforme ocracée. Il est à noter enfin que certaines fructifications se forment (comme c'est aussi le cas pour le Champignon de couche) hors du substratum, ici sur les parois mêmes des pots de culture.

» Dans les cultures en meule, le développement des chapeaux fructifères est plus complet et plus normal. Le premier chapeau que nous venons d'obtenir dans ces conditions nous a paru être très comparable, comme aspect et comme dimensions, à un *Tricholoma nudum* naturel. Ce chapeau, charnu et brun, porte des lames bien développées, et le pied, trapu, renflé à la base, est d'une belle couleur lilas. Bien qu'encore très jeune, cet échantillon présente les dimensions suivantes : diamètre du chapeau, 4^{cm} ; diamètre du pied, à la base, 3^{cm}, en haut, 1^{cm},5 ; hauteur du pied, 3^{cm},5. Ce sont là, on le voit, les dimensions presque normales de l'espèce considérée.

» Il résulte de ce qui précède que nous avons réussi à cultiver le *Tricholoma nudum*. Ce résultat offre un certain intérêt théorique, car il ajoute

(1) VOGLINO, *Morfologia e sviluppo di un fungo agaricino (Tricholoma terreum Schaeffer)* [*Nuovo Giornale botanico italiano (Nuova serie)*, Vol. II, p. 272 ; 1895].

(2) Nous n'avons pas jusqu'ici observé de sclérotés analogues à ceux du *T. terreum*.

une espèce et même un genre de plus à la très courte liste des Basidiomycètes qu'on sait cultiver. Il offre aussi un réel intérêt agricole, car le Champignon dont il s'agit est une espèce comestible très estimée. Nous allons poursuivre nos recherches pour essayer de rendre pratique cette culture.

» Il est d'ailleurs à remarquer qu'au point de vue utilitaire le *Tricholoma nudum* présente sur le Champignon de couche divers avantages. En premier lieu, c'est une espèce d'aspect très caractéristique, qu'on ne saurait confondre avec aucune autre, et pour laquelle l'inspection de la vente, aux Halles et sur les marchés publics, serait des plus faciles (1). En second lieu, et c'est là un point important, ce Champignon est une espèce d'hiver, très rustique, se développant et fructifiant même au froid (2). Sa culture pourrait donc, sans doute, se faire *en plein air*, presque à toute saison de l'année, tandis que le Champignon de couche exige, comme l'on sait, des conditions de température souvent difficiles à réaliser au dehors. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action des différents sels sur la structure des plantes.* Note de M. CHARLES DASSONVILLE, présentée par M. Gaston Bonnier.

« J'ai étudié l'action de divers sels minéraux sur le développement et la structure de différentes espèces végétales (Ricin, Chanvre, Maïs, Blé, Avoine, Tomate, Pomme de terre, Lupin, Fève, Courge, Ipomée, Pin, Sarrasin, etc.).

» Les principaux résultats que j'ai obtenus peuvent être résumés ainsi :

» Le *sulfate de magnésie* retarde la croissance au début de la végétation ; plus tard, il l'active et se montre indispensable aux besoins de la plante. Son effet avantageux varie avec la dose de sel employé, qui passe par un optimum. Ce sel nuit au développement des faisceaux primaires de la racine, ce qui paraît être la cause du retard que la végétation subit au début. Plus tard, il active le développement des formations secondaires et celui des racines adventives qui, dès lors, suppléent à l'insuffisance des vaisseaux primaires et modifient l'allure de la végétation. Il favorise aussi la différenciation des fibres péricycliques et des faisceaux libéro-ligneux de la tige.

(1) Le *Tricholoma nudum* est vendu, sous le nom de *Petit-pied-bleu*, sur divers marchés provinciaux (Poitiers, etc.). A Paris, on n'autorise la vente que de cinq espèces seulement : Champignon de couche, Chanterelle, Cèpe, Morille et Truffe.

(2) Nous avons récolté des fructifications de cette espèce dans une partie légèrement abritée d'un jardin, en plein mois de janvier.

» Le *phosphate de potasse* est en tout temps indispensable. Quand le milieu en est totalement dépourvu, les racines restent atrophiées et prennent une forme spéciale, caractéristique. Il active très fortement la différenciation : ainsi, par exemple, il sclérifie le péricycle de l'axe hypocotylé du Lupin et lignifie très fortement la base de la tige du Blé.

» Le *silicate de potasse* donne aux feuilles une couleur vert foncé et un brillant très particulier. Son action sur la structure porte exclusivement sur le sommet de la tige et sur la feuille. Elle se traduit : dans le premier cas, par une lignification très intense des éléments de la périphérie ; dans le second, par la formation de hautes lignifiées qui relient les nervures de la feuille à l'épiderme.

» Les *nitrites* ont une action très différente selon les espèces, suivant l'époque de la végétation et suivant les doses auxquelles ils sont employés. Quelle que soit leur base, ils donnent aux feuilles une teinte verte spéciale qu'il convient d'attribuer à l'influence de l'acide azotique.

» La *potasse* favorise la croissance et augmente la quantité d'eau contenue dans la plante ; mais elle retarde la différenciation des éléments de soutien. Ce retard peut nuire à la rigidité de la plante et l'exposer à se ployer sous l'influence du vent.

» La *soude* favorise moins la croissance que la potasse ; elle hâte la lignification de la base de la tige des Graminées et cutinise l'épiderme. Par suite, elle augmente la rigidité de la plante.

» L'ensemble de ces résultats montre que la *structure des plantes varie beaucoup suivant la composition chimique du milieu* dans lequel elles vivent. On pressent donc que l'anatomie des végétaux de la flore naturelle peut être très différente pour une même espèce, même dans des contrées très rapprochées, puisque le sol dans lequel croissent ces végétaux peut renfermer beaucoup de chaux, de silice, de magnésie, de potasse, etc., ou être, au contraire, très pauvre en ces éléments.

» D'une façon générale, on peut dire que *les solutions minérales qui se montrent les plus favorables au développement de la plante sont aussi celles qui provoquent en elle une plus grande différenciation*.

» Cette conclusion pourrait paraître en contradiction avec ce que nous avons annoncé dans de précédentes Communications. Nous avons montré, en effet, que lorsque l'on compare des plantes en voie de croissance et de même âge, cultivées les unes dans l'eau distillée, les autres dans la solution de Knop, on constate que la cutinisation, la sclérification, la lignification sont plus accentuées dans le premier cas que dans le second.

» Cette contradiction n'est qu'apparente. Si, en effet, on poursuit l'étude du développement, on voit que, dans l'eau distillée, on a affaire à des plantes qui différencient rapidement leurs éléments dans une structure plus simple que celle des plantes vivant dans un milieu salin.

» Dans la solution nutritive, au contraire, la structure ne reste pas au degré de simplicité qu'elle a dans l'eau distillée; elle se complique parce que le protoplasma utilise les matériaux de la solution saline pour s'accroître et produire de nouveaux éléments qui restent plus longtemps jeunes en conservant leurs parois minces. Ce n'est que très tard qu'ils se différencient; mais alors, le degré de différenciation peut être aussi grand et même plus grand que dans l'eau distillée.

» Enfin, lorsque le milieu est très favorable au développement de la plante, on voit apparaître de bonne heure certaines différenciations; mais ce sont des différenciations spéciales, qui se localisent dans des tissus particuliers, destinés à jouer un rôle déterminé. Ce sont, par exemple, les fibres péryccliques qui deviennent abondantes, les faisceaux libéroligneux qui prennent une grande importance. A côté de ces différenciations, l'assise génératrice conserve très longtemps la propriété de se diviser.

» Par suite, dans des recherches du genre de celles dont nous nous occupons, il faut éviter de confondre deux faits semblables en apparence, mais fort différents en réalité: d'une part, une sclérose générale qui immobilise la plante dans une structure simple et constitue un véritable arrêt de développement; d'autre part, une sclérose localisée qui augmente la différenciation des tissus et qui est l'indice d'un perfectionnement organique de l'être vivant. »

BOTANIQUE. — *Sur un nouveau type générique des Schizomycètes, le Chatinella.* Note de M. E. ROZE.

« Il s'agit ici d'un Champignon saprophyte qui vit dans les tissus mortifiés des végétaux, et dont j'ai déjà constaté la présence dans les débris de paille de fumier et de crottin, dans le parenchyme pâteux des Pommes de terre tuées par le *Phytophthora* et dans le tissu foliaire de Tulipes ramolli après mortification par le *Pseudocommis*.

» Ce Saprophyte se présente d'abord sous la forme de sphérules plasmatiques nues, dont le diamètre peut varier de 12^µ à 27^µ, en raison du milieu nutritif plus ou moins favorable: le plasma qui les constitue est incolore, granuleux, assez rarement vacuaire, restant fixe et immobile. Ces sphérules nues se montrent ensuite comme ayant très légèrement augmenté de volume et présentent alors une sorte de ligne équatoriale due, non à une membrane de séparation, mais à la seule condensation rétractive du plasma, qui se divise ainsi en deux moitiés égales, lesquelles se détachent peu à peu l'une de l'autre pour former deux sphérules-filles. Cette propagation par scissiparité

est la seule que j'aie pu constater. Les sphérules nues s'entourent ensuite d'une membrane enveloppante (1) qui n'a pas, au début, 1^µ d'épaisseur, mais qui, plus tard, peut être épaisse d'environ 3^µ. Dès lors, le plasma interne paraît se contracter légèrement et se trouve libre et séparé de la sphère à peine réfringente qui l'enveloppe. Il arrive même que le plasma interne s'entoure successivement d'autres membranes, car j'ai observé des cas où ce plasma se trouvait enfermé dans deux et même trois sphères concentriques.

» La reprise de la période végétative s'effectue par la dissolution de ces sphères enveloppantes, et cela m'a paru coïncider avec une bipartition du plasma interne, que j'ai vu libre alors dans l'enveloppe protectrice à demi dissoute sous la forme de deux sphérules nues.

» Ces sphères enveloppantes ne m'ont pas semblé être constituées par de la cellulose, car elles résistent à l'action du chloro-iodure de zinc qui colore seulement en brun rougeâtre le plasma interne. Elles subissent, en somme, la même réaction que des spores de Mucédinées avec lesquelles je les comparais.

» Ce Champignon saprophyte n'a pas été encore signalé. Je suis heureux de pouvoir le dédier à mon vénéré Maître M. Ad. Chatin. Je le désignerai donc sous le nom *Chatinella scissipara*, pour rappeler en même temps son mode unique et spécial de propagation.

» La fixité et l'immobilité de son plasma, ainsi que l'absence de tout mycélium, mais surtout cette division par scissiparité, me portent à croire qu'il s'agit d'un type primordial, d'organisation des plus simples, auquel on peut assigner une place à part parmi les Schizomycètes. »

M. DARGET adresse une Note relative à diverses reproductions photographiques.

La séance est levée à 4 heures un quart.

J. B.

(1) Leur plasma est généralement sphérique; mais il se présente parfois aussi sous une forme ovoïde et, dans ce cas, la membrane enveloppante a cette même forme.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 7 MARS 1898.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. BERTHELOT, FRIEDEL, MASCART, MOISSAN. Septième série. Mars 1898. Tome XIII. Paris, Masson et C^{ie}, 1898; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des secrétaires de la Société, MM. COLLIGNON et AIMÉ GIRARD. Février 1898. Paris, 1 vol. in-4°.

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par E. MASCART, Directeur du Bureau central météorologique. Année 1897. N° 12. Décembre 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-4°.

Les Annélides des côtes de France (Manche et Océan), par M. le baron DE SAINT-JOSEPH. Paris, Masson et C^{ie}, 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Sur l'ellipsoïde de Jacobi, par le D^r S. KRUGER, S. I. 1 broch. in-8°. (Présentée par M. Wolf.)

La Photographie et l'étude des nuages, par JACQUES BOYER. Paris, Ch. Mendel, 1898; 1 vol. in-12.

Dérivation des sources de la Vigne et de Ferneuil. Profil géologique de l'aqueduc, coupes géologiques de l'aqueduc, dressés par G. RAMOND. Mars 1897, 2 Atlas in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Lectures on Physiology. First series on animal electricity. by AUGUSTUS D. WALLER M. D. F. R. S. New York and Bombay, 1897; 1 broch. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

La Viabilidad legal y la Fisiologica, por el Doctor D. ANTONIO DE GORDON Y DE ACOSTA. Habana, 1897; 1 broch. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 14 MARS 1898.

Revue de Mécanique, publiée sous le patronage et la direction technique d'un Comité de rédaction. M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, Président. Tome II. N° 2. Février 1898. Paris, Viciq-Dunod, 1898; 1 fasc. in-4°.

L'Anatomie comparée des animaux basée sur l'Embryologie, par LOUIS ROULE, professeur à l'Université de Toulouse. Paris, Masson et C^{ie}, 1898; 2 vol. grand in-8°. (Présentés par M. Milne-Edwards.)

Guide-manuel du Patron-pêcheur, par GEORGES ROCHÉ, EUGÈNE CANN et S. MANGON DE LA LANDE. Paris, Aug. Challamel, 1898; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Journal de bord du Patron-pêcheur. Paris, Aug. Challamel, 1 broch. in-4°. (Présentée par M. Milne-Edwards.)

Grönland-Expedition der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 1891-1893, unter Leitung von ERICH VON DRYGALSKI. Berlin, W.-H. Köhl, 1897; 2 vol. in-4°. (Présentés par M. Marcel Bertrand.)

L'Aérophile, revue mensuelle illustrée de l'Aéronautique et des Sciences qui s'y rattachent. Directeurs : GEORGES BESANÇON et WILFRID DE FONVIELLE. 1897. Paris, 1897; 1 vol. grand in-8°.

Annuaire de l'Instruction publique et des Beaux-Arts pour l'année 1898, rédigé et publié par MM. DELALAIN, imprimeurs de l'Université. Paris, Delalain frères; 1 vol. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées, 1^{re} Partie : *Mémoires et documents relatifs à l'art des constructions et au service de l'ingénieur*. 1897, 4^e trimestre. Paris, Vicq-Dunod et C^{ie}; 1 vol. in-8°.

Lehrbuch der Algebra von HEINRICH WEBER, Professor der Mathematik an der Universität Strassburg. Braunschweig, 1898; 1 vol. in-8°.

An index to the transactions of the clinical Society of London. Vol. I-XXX. London, Longmans, Green and C^o, 1898; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

—

(Séance du 7 mars 1898.)

Note de M. A. *Chatin*, Du nombre et de la symétrie des faisceaux, etc. :

Page 700, lignes 30 et 36, *au lieu de* ⁽¹⁾, *lisez* ⁽²⁾.

Page 701, lignes 5, 12 et 14, *au lieu de* ⁽¹⁾, *lisez* ⁽³⁾.

Même page, ligne 26, *au lieu de* *Irisine latior*, *lisez* *Iresine elatior*.

Même page, ligne 27, *au lieu de* ⁽¹⁾, *lisez* ⁽³⁾.

Page 702, ligne 2, *au lieu de* ⁽²⁾, *lisez* *(a)*.

Même page, ligne 6, *au lieu de* ⁽¹⁾, *lisez* ⁽³⁾.

Même page, lignes 32 et 33, *supprimez* les deux premiers renvois.

Page 703, ligne 17, *au lieu de* *Corollyflores*, *lisez* *Corolliflores*.



On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4° Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1^{er} janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : 20 fr. — Départements : 30 fr. — Union postale : 34 fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,

| | chez Messieurs : | | chez Messieurs : |
|-------------------------------|--|------------------------------------|---|
| <i>Agen</i> | Ferran frères. | <i>Lorient</i> | { Baumal. M ^{re} Texier. |
| <i>Alger</i> | { Chaix. Jourdan. Ruff. | <i>Lyon</i> | { Bernoux et Cumin. Georg. Côte. Savy. Vitte. |
| <i>Amiens</i> | Courtin-Hecquet. | <i>Marseille</i> | Ruat. |
| <i>Angers</i> | { Germain et Grassin. Lachèse. | <i>Montpellier</i> | { Calas. Coulet. |
| <i>Bayonne</i> | Jérôme. | <i>Moulins</i> | Martial Place. |
| <i>Besançon</i> | Jacquard. | <i>Nancy</i> | { Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères. |
| <i>Bordeaux</i> | { Feret. Laurens. Muller (G.). | <i>Nantes</i> | { Loiseau. Veloppé. |
| <i>Bourges</i> | Renaud. | <i>Nice</i> | { Barma. Visconti et C ^{ie} . |
| <i>Brest</i> | { Derrien. F. Robert. J. Robert. Uzel frères. | <i>Nîmes</i> | Thibaud. |
| <i>Caen</i> | Jouan. | <i>Orléans</i> | Luzeray. |
| <i>Chambery</i> | Perria. | <i>Poitiers</i> | { Blanchier. Marche. |
| <i>Cherbourg</i> | { Henry. Marguerie. | <i>Rennes</i> | Plihon et Hervé. |
| <i>Clermont-Ferrand</i> | { Juliot. Ribou-Collay. Lamarche. | <i>Rochefort</i> | Girard (M ^{re}). |
| <i>Dijon</i> | { Ratel. Rey. | <i>Rouen</i> | { Langlois. Lestringant. |
| <i>Douai</i> | { Lauverjat. Degez. | <i>S^t-Étienne</i> | Chevalier. |
| <i>Grenoble</i> | { Drevet. Gratier et C ^{ie} . | <i>Toulon</i> | { Rumébe. |
| <i>La Rochelle</i> | Foucher. | <i>Toulouse</i> | { Gimet. Privat. Boisselier. |
| <i>Le Havre</i> | { Bourdignon. Dombre. | <i>Tours</i> | { Péricat. Suppligeon. |
| <i>Lille</i> | { Thorez. Quarré. | <i>Valenciennes</i> | { Giard. Lemaitre. |

On souscrit, à l'Étranger,

| | chez Messieurs : | | chez Messieurs : |
|-----------------------------|--|--|---|
| <i>Amsterdam</i> | { Feikema Caarelsen et C ^{ie} . | <i>Londres</i> | { Dulau. Hachette et C ^{ie} . Nutt. |
| <i>Athènes</i> | Beck. | <i>Luxembourg</i> | V. Bück. |
| <i>Barcelone</i> | Verdaguer. | <i>Madrid</i> | { Libr. Gutenberg. Romo y Fussel. Gonzalès e hijos. F. Fé. |
| <i>Berlin</i> | { Asher et C ^{ie} . Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller. | <i>Milan</i> | { Bocca frères. Hœpli. |
| <i>Berne</i> | Schmid et Francke. | <i>Moscou</i> | Tastevin. |
| <i>Bologne</i> | Zanichelli. | <i>Naples</i> | { Prass. Marghieri di Gius Pellerano. Dyrsen et Pfeiffer. |
| <i>Bruzelles</i> | { Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et C ^{ie} . | <i>New-York</i> | { Stechert. Lemcke et Buechner. |
| <i>Bucharest</i> | { Sotcheck et C ^o . Müller (Carol). | <i>Odessa</i> | Rousseau. |
| <i>Budapest</i> | Kilian. | <i>Oxford</i> | Parker et C ^{ie} . |
| <i>Cambridge</i> | Deighton, Bell et C ^o . | <i>Palerme</i> | Clausen. |
| <i>Christiania</i> | Cammermeyer. | <i>Porto</i> | Magalhaës et Montz. |
| <i>Constantinople</i> | Otto Keil. | <i>Prague</i> | Rivnac. |
| <i>Copenhague</i> | Höst et fils. | <i>Rio-Janeiro</i> | Garnier. |
| <i>Florence</i> | Seeber. | <i>Rome</i> | { Bocca frères. Loescher et C ^{ie} . |
| <i>Gand</i> | Hoste. | <i>Rotterdam</i> | Kramers et fils. |
| <i>Gènes</i> | Beuf. | <i>Stockholm</i> | Samson et Wallin. |
| <i>Genève</i> | { Cherbuliez. Georg. Stapelmoir. | <i>S^t-Petersbourg</i> | { Zinserling. Wolff. |
| <i>La Haye</i> | Belinfante frères. | <i>Turin</i> | { Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier. |
| <i>Lausanne</i> | { Benda. Payot. Barth. Brockhaus. | <i>Varsovie</i> | Gebethner et Wolff. |
| <i>Leipzig</i> | { Lorentz. Max Rübe. Twietmeyer. | <i>Verone</i> | Drucker. |
| <i>Liège</i> | { Desoer. Gnusé. | <i>Vienne</i> | { Frick. Gerold et C ^{ie} . |
| | | <i>Zürich</i> | Meyer et Zeller. |

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1^{er} 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix..... 15 fr.
Tomes 32 à 61. — (1^{er} Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix..... 15 fr.
Tomes 62 à 91. — (1^{er} Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix..... 15 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I: Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. DERBÈS et A.-J.-J. SOLIER. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. HANSEN. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. CLAUDE BERNARD. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856..... 15 fr.
Tome II: Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. VAN BENEDEN. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur BRONN. In-4°, avec 27 planches; 1861... 15 fr.

À la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences**.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 14 mars 1898.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

| | Pages. | | Pages. |
|---|--------|---|--------|
| M. BERTHELOT. — Actions chimiques de l'effluve électrique. Composés azotés en présence de l'azote libre..... | 775 | leur nutritive du sucre sur celle de la graisse, eu égard à la valeur thermogène respective de ces deux aliments simples. | 795 |
| M. ARMAND GAUTIER. — Sur le dosage de l'oxyde de carbone dilué dans de grandes quantités d'air..... | 793 | M. EDMOND PERRIER. — Les larves des Spongiaires et l'homologation des feuilletés. | 802 |
| M. A. CHAUVEAU. — Sur l'importance du sucre considéré comme aliment. Nouvelle démonstration de la supériorité de la va- | | M. MARCEL BERTRAND. — L'expédition au Groënland de la Société de Géographie de Berlin..... | 805 |

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

| | | | |
|--|-----|--|-----|
| M. A. MARX adresse la suite de son Mémoire « L'éther, principe universel des forces ». | 808 | photographies stéréoscopiques obtenues par les procédés de reproduction des couleurs par voie indirecte..... | 809 |
| M. MASCART présente, au nom de MM. Auguste et Louis Lumière, une série de | | | |

CORRESPONDANCE.

| | | | |
|--|-----|---|-----|
| M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, « L'Aérophile », publication mensuelle illustrée de MM. Georges Besançon et Wilfrid de Fonvielle..... | 809 | chrome..... | 833 |
| M. H. LAURENT. — Sur la théorie des nombres premiers..... | 809 | M. G. URBAIN. — Sur une nouvelle méthode de fractionnement des terres yttriques... | 835 |
| M. HADAMARD. — Les invariants intégraux et l'Optique..... | 811 | M. OEHNSNER DE CONINCK. — Sur deux modes de décomposition de quelques éthers sulfocyaniques..... | 838 |
| M. A. STOUFF. — Sur les lois de réciprocité..... | 812 | M. F. BODROUX. — Sur quelques éthers oxydes du β-naphtol..... | 840 |
| M. G. HUMBERT. — Sur la transformation des fonctions abéliennes..... | 814 | M. GABRIEL BERTRAND. — Sur le produit d'oxydation de la glycérine par la bactérie du sorbose..... | 842 |
| MM. H. PELLAT et P. SACERDOTE. — De l'énergie d'un système électrisé, considérée comme répartie dans le diélectrique..... | 817 | M. J. HAUSSER. — Sur la stérilisation des liquides par filtration..... | 844 |
| M. VINCENT. — Sur la conductibilité électrique des lames minces d'argent et l'épaisseur des couches dites <i>de passage</i> | 820 | M. JOSEPH BABEAU. — Des différents modes d'élimination de la chaux chez les rachitiques et des diverses périodes du rachitisme..... | 846 |
| M. ANDRÉ BROCA. — Quelques propriétés des décharges électriques produites dans un champ magnétique. Assimilation au phénomène de Zeemann..... | 823 | M. ANTOINE PIZON. — Embryogénie de la larve double des Diplosomidés (Ascidies composées)..... | 848 |
| M. ALFRED ANGOT. — Sur la formule barométrique..... | 826 | Le P. PAUDEL. — Sur le clivage de la cuticule, en tant que processus temporaire ou permanent..... | 850 |
| M. P. GARRIGOU-LAGRANGE. — Sur les caractères des saisons et des années successives..... | 829 | MM. J. COSTANTIN et L. MATRUCHOT. — Essai de culture du <i>Tricholoma nudum</i> | 853 |
| M. ALBERT GULSON. — Sur les causes du déplacement réciproque de deux acides.. | 831 | M. C. DASSONVILLE. — Action des différents sels sur la structure des plantes..... | 856 |
| M. ZETTEL. — Sur un nouveau siliciure de | | M. E. ROZE. — Sur un nouveau type générique des Schizomycètes, le <i>Chatinella</i> .. | 858 |
| BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE..... | | M. DARGET adresse une Note relative à diverses reproductions photographiques ... | 859 |
| ERRATA..... | | | 860 |
| | | | 862 |

1898

APR 8 1898

PREMIER SEMESTRE.

3029

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

=====
TOME CXXVI.
=====

N° 12 (21 Mars 1898).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
Quai des Grands-Augustins, 55.

—
1898

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES

3 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux des Membres et de l'analyse des Mémoires ou Rapports présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* contient 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1^{er}. — Impressions des travaux de l'Académie.

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie contiennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — Planches et tirage à part.

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5^h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

APR 6 1898

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 MARS 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ARITHMÉTIQUE. — *Solutions algébriques de diverses questions concernant les équations indéterminées du second degré à trois termes.* Note de M. DE JONQUIÈRES.

« L'emploi absolu des notations algébriques dans les questions de cette nature, lorsqu'il y est possible (ce qui est assez rare), a l'avantage de conduire à des solutions et à des formules générales, qui dispensent de recommencer toute une série laborieuse de calculs, chaque fois que viennent à changer les données numériques d'un problème concernant l'infinité des nombres d'une même famille. J'en ai donné, il y a quelques années, un exemple s'appliquant au procédé de Lagrange pour le développement en fraction continue de la racine carrée d'un nombre entier (¹).

(¹) *Comptes rendus*, séance du 26 mars 1883 et suivantes.

sujet qui, au fond, a des liens intimes avec le sujet de la présente Communication. Je vais de nouveau m'en servir pour résoudre, avec la même généralité, divers problèmes concernant certaines équations indéterminées du second degré à trois termes.

» THÉORÈME I. — L'équation $(a^2 - 4)x^2 - 4y^2 = 1$ (ou -1) n'est pas résoluble en nombres entiers, sauf le cas de $a = 3$.

» Les indications fournies *a priori* par les congruences sont insuffisantes pour trancher la question; il faut donc recourir à une autre méthode. J'ai choisi celle qui est indiquée (au point de vue numérique) dans le n° 205 des *Disquisitiones*. On y voit que, un nombre M étant donné (celui que Gauss désigne par N est nul dans le cas présent, où $M = 1$), on doit s'assurer d'abord si la forme proposée $f = |(a^2 - 4), 0, -4|$ (dont le déterminant positif est $D = 4a^2 - 16$) est, ou n'est pas *proprement équivalente* à la forme $\varphi = |\pm 1, 0, \mp(4a^2 - 16)|$; car si cette équivalence n'existe pas, ni l'une, ni l'autre des équations en x^2, y^2 , qui s'y rapportent, n'est résoluble. Pour décider ce point, il faut (*Disq.*, n° 195) écrire la période de la forme f , d'après le procédé du n° 188 et dans les conditions requises par le n° 183, § 1^{er}, et constater si l'une ou l'autre des deux formes φ fait partie, ou non, des formes réduites contiguës dont cette période se compose.

» Appliquant ce procédé au nombre indéterminé $a^2 - 4$, dont la valeur numérique dépend de celle qu'on attribuera à la lettre a , et remarquant que si l'équation proposée est résoluble, elle ne peut l'être que pour des valeurs impaires de a , on obtient aisément ces trois premiers termes de la période de f :

$$|a^2 - 4, 0, -4| - 4, 2(a - 1), 2a - 5 | 2a - 5, 2(a - 4), -16 |,$$

qui conviennent à toutes les valeurs de a , sauf $a = 3$ et $a = 5$, ainsi qu'on le verra ci-après.

» Arrivé à ce point, on rencontre une difficulté, née de l'apparition, dans le troisième terme de la troisième réduite, du terme numérique 16, sans aucune adjonction de l'indéterminée a . Pour la lever, il faut avoir égard à la *qualité* du nombre impair a , selon qu'il est de l'une des formes $4n - 1$, ou $4n + 1$. Ces deux cas veulent être examinés séparément.

» *Premier cas* : $a = 4n - 1$. — Pour déterminer la valeur z du terme moyen de la quatrième réduite, il faut poser

$$z + 2(a - 4) = 16t,$$

car, d'après la règle du n° 183, la somme de ce terme z et du terme moyen

$2(a - 4)$ de la réduite précédente doit être un certain multiple t du troisième terme 16 de celle-ci, ce terme étant pris en valeur absolue, sans égard à son signe. Si l'on y écrit $4n - 1$ au lieu de a , l'équation ci-dessus devient

$$z = 16t - (8n - 2) + 8$$

et l'on satisfait aux conditions requises, savoir que z soit positif et compris entre \sqrt{D} et $\sqrt{D} - 16$, dès que a est plus grand que 2, en prenant $t = n - 1$, d'où l'on tire

$$z = 2(a - 2)$$

et, pour le dernier terme de cette quatrième réduite,

$$\frac{D - \overline{2(a - 2)}^2}{16} = a - 2.$$

La période se continue alors ainsi

$$|-16, 2(a - 1), a - 2| a - 2, 2(a - 2), -16 | -16, 2(a - 4), 2a - 5 | \\ |2a - 5, 2(a - 1), -4| -4, 0, a^2 - 4|.$$

» Elle commence donc à revenir sur ses pas après la quatrième réduite et se reproduit de nouveau, à la neuvième, en débutant par la forme initiale $|a^2 - 4, 0, -4|$, sans qu'aucune des deux formes $|\pm 1, 0, \mp(4a^2 - 4)|$ se soit présentée. On en conclut que la *représentation* du nombre $+1$, ou du nombre -1 , par l'une ou l'autre des deux formes

$$|\pm a^2 - 4), 0, \mp 4|$$

est impossible, et que l'équation en x^2 et y^2 l'est elle-même pour les valeurs impaires de a qui ont la forme $4n - 1$.

» Toutefois, il y a exception pour $a = 3$: car la deuxième réduite devenant alors $|-4, 4, 1|$, la troisième est $|1, 0, -20|$, où 20 est le déterminant D de la forme $|5, 0, -4|$. L'équation proposée est, dans ce cas particulier, $5x^2 - 4y^2 = 1$, du type $(a + 1)x^2 - ay^2 = 1$, toujours résoluble, comme je le montrerai ci-après.

» *Deuxième cas* : $a = 4n + 1$. — Les trois premières réduites de la période sont identiques à celles du premier cas; mais il n'en est pas de même des suivantes, ni comme nombre, ni comme valeur.

» Raisonnant comme plus haut, il faut, pour trouver le terme moyen z de la quatrième réduite, poser

$$z + 2(a - 4) = 16t$$

et y remplacer, cette fois-ci, a par $4n + 1$, ce qui donne

$$z = 16t - 8n + 6.$$

On satisfait à toutes les conditions requises en prenant encore $t = n - 1$, d'où l'on tire

$$z = 2(a - 6),$$

et de là, pour le dernier terme de la quatrième réduite,

$$\frac{D - 2(a - 6)^2}{16} = 3a - 10.$$

La période se continue alors sans nouvel incident, avec deux réduites de plus que dans le premier cas, comme il suit

$$\begin{aligned} & | -16, 2(a - 6), 3a - 10 | 3a - 10, a + 2, -(a + 2) | \\ & | -(a + 2), a + 2, 3a - 10 | 3a - 10, 2(a - 6), -16 | -16, 2(a - 4), 2a - 5 | \\ & | 2a - 5, 2(a - 1), -4 | -4, 0, a^2 - 4 | \end{aligned}$$

et elle recommence par la réduite initiale $| a^2 - 4, 0, -4 |$, sans qu'on y ait rencontré l'une des formes $| \pm 1, 0, \mp(4a^2 - 16) |$. La conclusion est donc la même que dans le premier cas, pour ce qui concerne l'impossibilité de résoudre l'équation donnée du second degré.

» Il faut remarquer que la présence du terme $2(a - 6)$, au centre de la quatrième réduite, indique que les formules ne conviennent qu'aux valeurs de $a > 6$, puisque le terme central d'une réduite ne peut jamais être nul, ni négatif. Ainsi le cas de $a = 5$ doit être considéré à part, ainsi que je l'ai annoncé plus haut; d'ailleurs, il ne fait pas exception à la conclusion, comme le prouve la période particulière qui lui convient.

» En résumé, le théorème ne comporte que l'unique exception de $a = 3$. c. q. f. d.

» THÉORÈME II. — *L'équation $(a^2 - 1)x^2 - 4y^2 = \pm 1$ (où a ne pourrait qu'être pair) n'est pas résoluble en nombres entiers.*

» Ce théorème, beaucoup plus simple que le précédent, et qui peut se démontrer par de simples considérations de congruences, mériterait à peine d'être mentionné ici, s'il ne fournissait pas, dès la deuxième réduite de la période, le sujet d'une remarque intéressante, dont le caractère est général. La période des réduites est

$$\begin{aligned} & | a^2 - 1, 0, -4 | -4, 2(a - 1), 2(a - 1) | 2(a - 1), 2(a - 1), -4 | \\ & | -4, 0, a^2 - 1 | a^2 - 1, 0, -4 | \dots \end{aligned}$$

» La remarque dont il s'agit consiste dans l'égalité entre le terme moyen et le troisième terme de la deuxième réduite. La conséquence à en tirer, et qui serait la même si le terme moyen était un multiple du troisième, ou encore si les deux termes extrêmes étaient identiques, c'est que la troisième réduite sera l'associée ⁽¹⁾ de la seconde, et ainsi de suite, en sorte qu'aucune des deux réduites $|\pm 1, 0, -D|$ ne peut plus se présenter dans la période, et qu'ainsi l'impossibilité de l'équation proposée se manifeste dès lors, sans qu'il soit besoin de pousser le calcul au delà de la réduite où se produit l'un quelconque de ces trois incidents.

» Passant à la solution de quelques équations quadratiques ayant pour second membre $+1$ ou -1 , je commencerai par rappeler les formules du n° 205 des *Disquisitiones*, en les accommodant au cas où l'équation proposée n'a pas de terme en xy . Les valeurs générales de x et y sont alors

$$(1) \quad x = \alpha t - \gamma Cu, \quad y = \gamma t + \alpha Au.$$

La forme donnée étant $|A, 0, -C|$ et $D = +AC$, α et γ sont respectivement le premier et le troisième des quatre *coefficients de substitution* $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ qui, à l'aide des binômes $x = \alpha x' + \beta y', y = \gamma x' + \delta y'$, font passer de la forme $|A, 0, -C|$ à la forme $|\pm 1, 0, -D|$; t et u sont les racines qui satisfont indéfiniment à l'équation $t^2 - Du^2 = 1$, toujours résoluble; leurs *moindres valeurs* t_1, u_1 (après $t=1, u=0$), d'où découlent, par des formules connues, leurs valeurs générales, sont (n° 198) égales à $\frac{1}{2}(\alpha_n + \delta_n)$ et $\frac{\gamma_n}{A}$, respectivement, α_n, γ_n et δ_n étant fournies par le Tableau des substitutions du n° 188; l'indice n est le numéro d'ordre de la $\overline{n+1}$ ^{ième} réduite, en affectant l'indice 1 à la réduite f_1 qui suit immédiatement la forme initiale f .

» Ces préliminaires étant rappelés, j'aborde les problèmes ci-après, en commençant par le plus simple de tous et réservant pour lui les explications de détail, afin de moins compliquer l'écriture.

» PROBLÈME I. — Résoudre algébriquement l'équation $(a+1)x^2 - ay^2 = 1$ (a étant un entier positif).

» Il faut, d'après ce qui a été dit plus haut, établir (par l'algorithme du n° 188 des *Disq.*), le Tableau de la première période de la forme

(1) Gauss appelle réduites *associées* celles qui se composent des mêmes termes rangés dans un ordre inverse.

$|a + 1, 0, -a|$ et, en regard, celui des coefficients de transformation $\alpha, \beta, \gamma, \delta$. Le résultat est le suivant :

| Réduites. | | Valeurs de h . | Coefficients des substitutions | | | |
|--------------------|-----------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------|------------|------------|
| | | | α . | β . | γ . | δ . |
| $f = a + 1,$ | $0, -a$ | | 1 | 0 | 0 | 1 |
| $f_1 = -a,$ | $a, -1$ | $h_1 = \frac{a+0}{-a} = -1$ | 0 | -1 | 1 | -1 |
| $f_2 = 1,$ | $0, -(a^2 + a)$ | $h_2 = \frac{a+0}{1} = a$ | -1 | -a | -1 | -(a+1) |
| | | | | | | |
| $f_3 = -(a^2+a),$ | $0, 1$ | $h_3 = 0$ | -a | 1 | -(a+1) | 1 |
| $f_4 = 1,$ | $a, -a$ | $h_4 = \frac{0+a}{1} = a$ | 1 | 2a | 1 | 2a+1 |
| $f_5 = -a,$ | $0, a+1$ | $h_5 = \frac{a+0}{-a} = -a$ | 2a | -(2a+1) | (2a+1) | -2(a+1) |
| $f_6 = f = (a+1),$ | $0, -a$ | $h_6 = 0$ | -(2a+1) | -2a | -2(a+1) | -(2a+1) |
| | | | | | | |

» La période se compose de six termes, nombre *impairement* pair, et la forme $(1, 0, -D)$, qui occupe toujours le dernier rang de la première demi-période quand elle apparaît, s'y trouve au troisième rang impair, *donc avec son signe*; ce qui prouve que l'équation proposée est résoluble. Les coefficients transformateurs α, γ , qui occupent le même rang que cette forme, ayant ici les valeurs -1 et -1 , les équations (1) deviennent, en y changeant tous les signes (ce qui est permis dans la question présente) :

$$(3) \quad x = t + au, \quad y = t + (a + 1)u.$$

» Les coefficients α_6, δ_6 sont égaux entre eux; on a donc, pour les moindres valeurs t_1, u_1 des racines de l'équation $t^2 - (a^2 + a)u^2 = 1$, les deux nombres

$$t_1 = \frac{1}{2}(\alpha_6 + \delta_6) = 2a + 1, \quad u_1 = \frac{\gamma_6}{\Delta} = \frac{2(a+1)}{a+1} = 2,$$

et, par suite, les moindres valeurs x_1, y_1 de l'équation proposée sont

$$x_1 = 4a + 1, \quad y_1 = 4a + 3.$$

» PROBLÈME II. — Résoudre l'équation $(ma^2 + 1)x^2 - my^2 = 1$, dont le déterminant $D = m^2a^2 + m$.

» En opérant de la même façon que pour le problème précédent, on

trouve que la forme $(1, 0, -D)$ se présente au troisième rang de la période des réduites contiguës, composée de six formes; l'équation est donc résoluble. Les valeurs de α et γ , dans la troisième substitution, étant $\alpha = -1, \gamma = -a$, les formules (1) deviennent

$$x = t + mau, \quad y = at + (ma^2 + 1)u.$$

Les coefficients α, δ, γ de la septième substitution donnent

$$t_1 = 2ma^2 + 1, \quad u_1 = 2a,$$

d'où l'on conclut que les moindres valeurs de x et y sont

$$x_1 = 4ma^2 + 1, \quad y_1 = 4ma^3 + 3a.$$

» PROBLÈME III. — Résoudre l'équation $(ma^2 - 1)x^2 - my^2 = -1$, où $D = m^2a^2 - m$.

» Dans ce cas, la période des réduites contiguës est la suivante :

$$\begin{aligned} & | \quad ma^2 - 1, \quad 0, \quad -m |, \quad | -m, \quad m(a-1), \quad 2am - m - 1 |, \\ & | 2am - m - 1, \quad am - 1, \quad -1 |, \quad | -1, \quad 0, \quad m^2a^2 - m |, \\ & | (m^2a^2 - m), \quad 0, \quad -1 |, \quad | -1, \quad ma - 1, \quad 2am - m - 1 |, \\ & | 2am - m - 1, \quad m(a-1), \quad -m |, \quad | -m, \quad 0, \quad ma^2 - 1 |, \end{aligned}$$

et la seconde période recommence par la réduite $[m(a^2 - 1), 0, -m]$.

» Ici, ce n'est plus la réduite $(1, 0, -m^2a^2 - m)$ qui apparaît dans le cours de la période, mais son associée $(-1, 0, m^2a^2 - m)$, et celle-ci apparaît au quatrième rang de la période qui se compose de huit réduites, nombre *pairement* pair. Il s'ensuit que la valeur du second terme de l'équation proposée ne peut être $+1$, mais est -1 , comme le dit l'énoncé du problème. Les calculs, conduits comme précédemment, donnent les résultats suivants :

$$\begin{aligned} t_1 &= 2ma^2 - 1, & u_1 &= 2a, \\ x_1 &= 4ma^2 - 1, & y_1 &= 4ma^3 - 3a, \end{aligned}$$

c'est-à-dire *les mêmes que ci-dessus*, sauf le changement de signe du second terme dans les membres qui en ont deux.

» PROBLÈME IV. — Résoudre l'équation

$$(ma^2 + 4)x^2 - my^2 = 1 \quad (D = m^2a^2 + 4m; a \text{ et } m \text{ impairs}).$$

» Dans ce cas, la période se compose de quatorze formes contiguës, et la réduite $(1, 0, -D)$ s'y présente au septième rang impair; ce qui prouve

que l'équation est résoluble. Les valeurs des coefficients α_7, γ_7 de la septième substitution sont, d'après des calculs analogues aux précédents,

$$\alpha = \frac{ma^2 + 1}{2}, \quad \gamma = \frac{1}{2}[a(ma^2 + 3)];$$

les formules (1) deviennent

$$\begin{aligned} x &= \frac{1}{2}[(ma^2 + 1)t + ma(ma^2 + 3)u], \\ y &= \frac{1}{2}[a(ma^2 + 3)t + (ma^2 + 1)(ma^2 + 4)u]. \end{aligned}$$

Les coefficients α_{14}, δ_{14} sont égaux entre eux et donnent

$$t_1 = \frac{1}{2}[ma^2(m^2a^1 + 6ma^2 + 9) + 2],$$

et le terme $\frac{\gamma_{14}}{\Lambda} = u_1 = \frac{1}{2}(m^2a^5 + 4ma^3 + 3a)$; d'où l'on déduit

$$x_1 = \frac{1}{2}[m^2a^1(m^2a^1 + 7ma^2 + 15) + 10ma^2 + 1]$$

et

$$y_1 = \frac{1}{2}[m^2a^1(m^2a^1 + 9ma^3 + 27a) + 30ma^3 + 9a].$$

Un calcul, que j'ometts ici et qui n'a de pénible que sa longueur, vérifie que ces valeurs de x_1 et y_1 satisfont identiquement à la proposée.

» PROBLÈME V. — Résoudre l'équation

$$(ma^2 - 4)x^2 - my^2 = -1 \quad (m \text{ et } a \text{ impairs; } D = m^2a^2 - 4m).$$

» La période se compose de seize réduites, et la forme $|-1, 0, D|$ apparaît au huitième rang; ce qui prouve que l'équation proposée est résoluble, et ne le serait pas si le second membre était $+1$ au lieu de -1 .

» Les valeurs de t_1, u_1, x_1, y_1 sont composées des mêmes termes que celles correspondantes du problème IV, mais avec un changement de signe aux termes de rang pair, savoir :

$$\begin{aligned} t_1 &= \frac{1}{2}[ma^2(m^2a^1 - 6ma^2 + 9) - 2], \\ u_1 &= \frac{1}{2}[m^2a^5 - 4ma^3 + 3a], \\ x_1 &= \frac{1}{2}[m^2a^1(m^2a^1 - 7ma^2 + 15) - 10ma^2 + 1], \\ y_1 &= \frac{1}{2}[m^2a^1(m^2a^5 - 9ma^3 + 27a) - 30ma^3 + 9a]. \end{aligned}$$

» Quant aux valeurs générales de x et y en fonction de t et u , elles sont

$$\begin{aligned} x &= \frac{1}{2}[(ma^2 - 1)t + ma(ma^2 - 3)u], \\ y &= \frac{1}{2}[a(ma^2 - 3)t + (ma^2 - 1)(ma^2 - 4)u]. \end{aligned}$$

» La période présente cette particularité digne de remarque : La qua-

trième réduite étant $| - 4, ma - 2, m(a - 1) - 1 |$ et la sixième

$$| - 4m, m(a - 4), 2m(a - 2) - 1 |,$$

il s'ensuit que, pour $a = 3$, leurs derniers termes deviennent égaux à $2m - 1$. Le calcul numérique fait donc sauter de la quatrième réduite à la septième, et la période, qui se rapporte alors à l'équation

$$(9m - 4)x^2 - my^2 = - 1,$$

n'est plus composée que de douze réduites au lieu de seize, sans que d'ailleurs cette dernière équation cesse d'être résoluble. Ce cas particulier ne déroge donc pas à la conclusion générale. »

CHIMIE. — *Action de quelques réactifs sur l'oxyde de carbone, en vue de son dosage dans l'air des villes; par M. ARMAND GAUTIER.*

« Des analyses publiées par de nombreux auteurs il résulte que l'oxyde de carbone existe dans les gaz de nos foyers, industriels ou domestiques, en proportions pouvant varier de 0^{vol},01 à 16 volumes pour 100 et plus. En général, nos cheminées d'appartement ou d'usines, à houille ou à coke, déversent dans l'atmosphère de 6 à 7 volumes d'oxyde de carbone par 100 volumes d'acide carbonique produits. Si l'on calcule qu'à Paris seulement on brûle, chaque année, sans tenir compte du chauffage au bois, 3 millions de combustible minéral, produisant tous les jours, par mètre carré de surface, 125 litres d'acide carbonique, on voit que, par chaque mètre carré du sol de la ville, il est versé dans l'atmosphère un peu plus de 8 litres d'oxyde de carbone par vingt-quatre heures.

» Sans doute, ce gaz, aussi bien que l'acide carbonique qui l'accompagne, est bientôt diffusé dans l'air ou balayé vers les hautes régions; mais sur l'énorme superficie de Paris (8000 hectares; environ 10 kilomètres de l'est à l'ouest) par temps calmes, les légers souffles du vent ne font que déplacer lentement, d'un quartier à l'autre, l'air qui baigne la ville, et, la production de l'oxyde de carbone se renouvelant sans cesse, il semble que ce gaz doive se retrouver dans l'air que nous respirons, passer dans le sang et contribuer peut-être, au moins dans les quartiers les plus industriels, à l'anémie de la population (1).

(1) D'après des expériences préliminaires faites dans l'hiver de 1893, j'ai trouvé dans

» Si l'on admettait que les 8 litres d'oxyde de carbone dégagés au minimum par mètre carré se diffusent ou se mélangent dans la colonne de 300^m de hauteur d'air qui baigne immédiatement nos maisons, cet air contiendrait encore 0^{vol},0000267, soit 27^{cc} de ce gaz environ par mètre cube.

» Dans ces proportions sa recherche est-elle accessible à nos moyens d'investigation? Sa présence dans l'air est-elle dangereuse?

» Ces questions se sont posées pour ainsi dire d'elles-mêmes depuis l'époque où l'on observa l'extrême toxicité du gaz oxyde de carbone (*Leblanc; Cl. Bernard*) et dès qu'on eut reconnu les effets qu'il manifeste quand on le respire même lorsqu'il est très dilué, mais de façon continue (blanchisseuses, plâtriers, etc.). On sait qu'il en résulte de la lassitude, de l'anémie, des céphalalgies, la tendance aux vertiges, ou, si l'empoisonnement est plus aigu, des accidents qui, lorsqu'ils ne sont pas immédiatement mortels, laissent le patient dans un état de déchéance tel que bien souvent, même après des semaines, il est tout à coup frappé de paralysie et d'autres symptômes graves qui peuvent se terminer par la mort (*Bourdon*). L'influence de l'oxyde de carbone sur la santé des populations des grandes villes ou des cités industrielles paraît plus probable encore depuis que l'on sait, par les expériences de Cl. Bernard et de M. Gréhan, que l'hémoglobine du sang possède la singulière propriété de s'unir en quantité très sensible à ce gaz vénéneux, alors même qu'il n'est contenu dans l'air qu'à des doses bien inférieures au dix-millième.

» Lorsque, comme dans les produits gazeux de nos cheminées, l'oxyde de carbone existe pour quelques centièmes, sa recherche et son dosage sont relativement aisés. La méthode consiste à absorber par le chlorure cuivreux acide; encore faut-il se souvenir que d'autres gaz, en particulier l'acétylène qui l'accompagne souvent dans les produits de combustion, se dissolvent dans ce réactif ou s'y combinent en proportions notables. Mais quand l'oxyde de carbone ne représente que quelques millièmes ou dix-millièmes du volume gazeux à analyser, son dosage par le chlorure cuivreux, même avec l'excellente modification de M. de Saint-Martin (¹),

l'air de mon laboratoire, par une méthode que je décrirai bientôt, de 0^{vol},00001 à 0^{vol},000001 d'oxyde de carbone. Je pense pouvoir démontrer que l'air des rues et des places, à Paris, contient aussi une trace d'oxyde de carbone de l'ordre de grandeur du dernier de ces chiffres, appréciable surtout l'hiver, par temps calmes et dans les quartiers industriels.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1006.

devient tout à fait insuffisant; l'acétylène en particulier s'y dissout, et avec lui d'autres hydrocarbures qui, lorsqu'on soumet à l'analyse eudiométrique les gaz qu'on extrait du réactif par le vide, sont comptés comme oxyde de carbone.

» Le nitrate d'argent ammoniacal, lorsqu'il a été presque exactement neutralisé, dissous au $\frac{1}{10}$ ou au $\frac{1}{20}$, oxyde bien l'oxyde de carbone, même s'il est mêlé à beaucoup d'air, ainsi que l'a reconnu depuis longtemps M. Berthelot (1). Mais la réaction est lente pour les dernières parties du gaz qui s'échappent. La réaction est différente à froid et à chaud, suivant que le réactif est ou non saturé. Voici quelques nombres : Introduit dans 10630^{cc} d'air 507^{cc},3 d'oxyde de carbone ($\frac{1}{200}$ environ); fait passer le mélange gazeux en cinq heures et à 20° dans un barboteur spécial très puissant (2), rempli de nitrate d'Ag ammoniacal au $\frac{1}{10}$, non exactement saturé. L'air qui a circulé contenait 176^{cc},5 de CO pesant 0^{gr},221. Augmentation du poids du barboteur 0^{gr},012. Il ne se fait pas d'acide carbonique. — Autre expérience avec le réactif saturé : Passé 4^{lit} d'air contenant 128^{cc},1 de CO pesant 0^{gr},157; absorbé 0^{gr},050. A chaud, la réaction est plus complète, mais la nécessité d'empêcher le départ de l'ammoniaque, tout en agissant sur de grands volumes d'air, rend l'opération très délicate sinon impossible. Le nitrate d'argent ammoniacal étant d'ailleurs réduit par beaucoup de gaz ne peut servir à reconnaître l'oxyde de carbone que si celui-ci n'est pas accompagné d'autres corps réducteurs. C'est ce qu'avait déjà dit M. Berthelot.

» Le moyen indiqué par M. Mermet (3), pour reconnaître les traces d'oxyde de carbone dans l'air, en se fondant sur l'oxydation de l'oxyde de carbone, à froid, par le permanganate de potasse en présence de sels d'argent, est assez infidèle, un grand nombre de gaz, l'acétylène et l'éthylène lui-même, agissant plus ou moins sur ce réactif à la façon de l'oxyde de carbone (4).

(1) *Bull. Soc. chim.*, 3^e série, t. V, p. 569.

(2) Il a été imaginé en vue de ces études. Je le décrirai séparément.

(3) *Bull. Soc. chim.*, 3^e série, t. XVII, p. 467.

(4) Le permanganate de potasse acidifié ou alcalinisé suffit déjà à oxyder l'éthylène à froid et par conséquent ne permet pas la distinction avec l'oxyde de carbone. Pris 47^{cc} de C²H⁴ mis en présence de permanganate en excès alcalinisé. *Gaz disparu* après quarante-huit heures 46^{cc}. Pris 48^{cc} de C²H⁴ mis en présence de permanganate acidifié par SO²H²: *Acide carbonique formé* après une heure et demie 22^{cc}. Après quarante-huit heures même résultat.

» J'espérais, au début de ces études, arriver à doser l'oxyde de carbone dilué d'air, en l'oxydant d'abord à basse température grâce à un réactif bien choisi, puis recevant dans de l'eau de baryte titrée l'acide carbonique produit; la différence des titres déterminée sans aucune filtration préalable, en présence de phénolphthalcine, mesure susceptible d'une grande exactitude, devait me permettre de doser l'acide carbonique formé. Il est regrettable que cette méthode soit passible, pour les grandes dilutions d'oxyde de carbone et les faibles poids de CO^2 formé, de beaucoup d'incertitudes et de difficultés; mais, en la poursuivant, j'ai observé quelques réactions intéressantes que je crois devoir consigner ici.

» L'*acide chromique*, en solution aqueuse concentrée, oxyde mal l'oxyde de carbone. *Exemple*: Mis CrO^3 au quinzième (20^{cc} de solution) en présence de 32^{cc},1 de CO à 25°; après une heure il s'est fait seulement 13^{cc},5 de CO^2 . Même en solution sulfurique, la réaction n'est pas complète. L'acide chromique à 2 pour 100 n'oxyde qu'imparfaitement, à 100°, un mélange d'air et d'oxyde de carbone. *Exemple*: Fait passer dans ce réactif un volume de ce mélange au $\frac{1}{1000}$, contenant 112^{cc},5 de CO; dégagé 0^{gr},0019 de CO^2 répondant à 0^{cc},0019 de CO. Par les solutions à 10 et 20 pour 100 d'acide chromique et à 100°, l'oxydation est rapide, mais jamais complète.

» Le permanganate de potasse au $\frac{1}{1000}$ est réduit très lentement à froid par l'oxyde de carbone avec formation d'acide carbonique. Avec le permanganate au $\frac{1}{100}$, la réaction est bien plus rapide. Il se fait à froid de l'acide carbonique et des acides fixes.

» La solution d'*acide iodique* au $\frac{1}{100}$ n'oxyde pas à froid l'oxyde de carbone. Au $\frac{1}{10}$ et à 100° la réaction devient très sensible; il se fait de l'acide carbonique et l'iode est déplacé.

» L'anhydride iodique oxyde à chaud l'oxyde de carbone qui en dégage l'iode, ainsi que M. Ditte l'avait observé (¹). J'ai remarqué que la réaction est quantitative; qu'elle commence à 40° et même un peu avant, et qu'elle est totale et rapide à 60°. J'y reviendrai.

» Le chlorure d'or au $\frac{1}{100}$ est un excellent réactif de l'oxyde de carbone. Avec le gaz pur la réaction est presque immédiate, même à froid; l'or réduit, couleur pourpre, se dépose bientôt. C'est là un très bon réactif qualitatif pour reconnaître l'oxyde de carbone mélangé à l'air, à condition

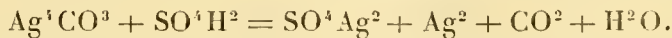
(¹) *Bull. Soc. chim.*, t. XIII, p. 319.

que celui-ci soit privé de ses poussières, qu'il soit lavé à la potasse et qu'il ne contienne pas d'autres gaz réducteurs.

» L'oxyde d'argent humide absorbe lentement le gaz oxyde de carbone. Il en résulte une poudre noirâtre amorphe qui se conduit comme un carbonate d'oxyde d'argent, formé d'après l'équation :



L'acide acétique étendu de trois volumes d'eau ne dégage pas d'abord d'acide carbonique de cette matière amorphe, mais ce gaz se forme ensuite peu à peu, en même temps qu'il se fait de l'acétate d'argent; il reste un corps gris constitué surtout par de l'argent métallique. Traité par l'acide sulfurique étendu, le produit de la réaction de l'oxyde de carbone sur l'oxyde d'argent humide se détruit aussitôt à la façon des sels argenteux :



» Il se fait dans la même réaction une trace d'acides formique et oxalique.

» L'oxyde mercurique humide ainsi que l'oxyde mercurieux ne paraissent pas absorber l'oxyde de carbone. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **GIROD**, d'Ahmenèges (Orne), adresse l'indication d'un procédé pour la détermination de la place des projectiles dans les tissus et une réclamation de priorité à ce sujet.

(Renvoi à une Commission composée de MM. Marey, Guyon, Lannelongue.)

M. **A. CHALLE** soumet au jugement de l'Académie une Note intitulée : *Projet ayant pour but d'éviter les abordages en mer pendant les temps brumeux.*

(Commissaires : MM. de Jonquières, de Bussy, Hatt.)

M. **A. PONCHEL** adresse une Note relative à la construction d'un aérostat.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. MERLATO adresse, pour les concours des prix Montyon, une Note relative à ses diverses inventions.

(Renvoi aux Commissions des prix Montyon.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner), pendant le quatrième trimestre de 1897. Note de M. J. GUILLAUME, présentée par M. Mascart.*

« Les Tableaux suivants résument ces observations.

TABLEAU I. — *Taches.*

| Dates extrêmes d'observ. | Nombre d'observ. | Pass. au mér. central. | Latitudes moyennes | | Surfaces moyennes réduites. | Dates extrêmes d'observ. | Nombre d'observ. | Pass. au mér. central. | Latitudes moyennes | | Surfaces moyennes réduites. |
|--------------------------|------------------|------------------------|--------------------|-------|-----------------------------|----------------------------|------------------|------------------------|--------------------|-------|-----------------------------|
| | | | S. | N. | | | | | S. | N. | |
| Octobre 1897. 0,19 | | | | | | Novembre 1897 (suite) 0,33 | | | | | |
| 27-7 | 7 | 2,2 | -7 | | 85 | 19 | 1 | 15,2 | -17 | | 3 |
| 27-8 | 8 | 3,0 | | +9 | 137 | 12-13 | 2 | 16,4 | -8 | | 37 |
| 28-4 | 3 | 4,2 | -9 | | 4 | 13 | 1 | 17,0 | | +9 | 2 |
| 29-6 | 4 | 5,0 | | +14 | 10 | 17-19 | 3 | 17,9 | | +5 | 11 |
| 6-8 | 3 | 6,7 | -3 | | 11 | 19 | 1 | 23,5 | | +2 | 3 |
| 10-11 | 2 | 8,3 | -10 | | 4 | 26 | 1 | 25,5 | -8 | | 11 |
| 4-10 | 4 | 10,0 | | +2 | 3 | 18 j. | | | -10°,1 | +5°,3 | |
| 13 | 1 | 10,3 | -7 | | 2 | Décembre 1897. 0,00 | | | | | |
| 13-15 | 3 | 12,8 | | +11 | 9 | 26 | 1 | 1,6 | | +7 | 56 |
| 10-11 | 2 | 16,3 | | +12 | 49 | 27-30 | 3 | 2,6 | | +8 | 67 |
| 13 | 1 | 17,2 | | +9 | 7 | 30 | 1 | 3,3 | -8 | | 4 |
| 14-20 | 3 | 19,2 | | +10 | 4 | 29-30 | 2 | 4,7 | -11 | | 20 |
| 20-21 | 2 | 21,6 | | +3 | 9 | 9 | 1 | 5,7 | | +12 | 13 |
| 22-25 | 2 | 22,1 | -0 | | 1 | 9-13 | 4 | 7,5 | -15 | | 25 |
| 23 | 1 | 23,4 | | +9 | 2 | 10-11 | 2 | 11,9 | | +4 | |
| 20-25 | 6 | 24,7 | | +5 | 7 | 9-18 | 7 | 12,6 | 13,0 | +9 | +11 908 |
| 22-23 | 2 | 26,6 | -6 | | 3 | 9-18 | 7 | 13,3 | | +12 | |
| 21 j. | | | -6°,0 | +8°,4 | | 10-18 | 6 | 14,2 | | +16 | |
| Novembre 1897. 0,33 | | | | | | 13-18 | 3 | 14,7 | | +5 | 6 |
| 30 | 1 | 4,4 | -12 | | 2 | 16-18 | 3 | 21,0 | | +3 | 45 |
| 3 | 1 | 5,9 | | +5 | 2 | 31 | 1 | 28,0 | -9 | | 47 |
| 3-11 | 6 | 8,2 | -12 | | 15 | 29 | 1 | 30,0 | | +6 | 2 |
| 9 | 1 | 8,8 | -12 | | 2 | 12 j. | | | -10°,7 | +7°,4 | |
| 9-13 | 3 | 13,4 | -2 | | 7 | | | | | | |

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

| 1897. | Sud. | | | | | | Nord. | | | | | | Totaux mensuels. | Surfaces moyennes réduites. | |
|-------------|------|------|------|------|------|-----|--------|--------|-----|------|------|------|------------------|-----------------------------|------|
| | 90°. | 40°. | 30°. | 20°. | 10°. | 0°. | Somme. | Somme. | 0°. | 10°. | 20°. | 30°. | | | 40°. |
| Octobre.... | » | » | » | » | 7 | 7 | 7 | 10 | 7 | 3 | » | » | » | 17 | 347 |
| Novembre.. | » | » | » | 4 | 3 | 7 | 4 | 4 | » | » | » | » | 11 | 95 | |
| Décembre.. | » | » | » | 2 | 2 | 4 | 7 | 5 | 2 | » | » | » | 11 | 1193 | |
| Totaux... | » | » | » | 6 | 12 | 18 | 21 | 16 | 5 | » | » | » | 39 | 1635 | |

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

| 1897. | Sud. | | | | | | Nord. | | | | | | Totaux mensuels. | Surfaces moyennes réduites. |
|-------------|------|------|------|------|------|-----|--------|--------|-----|------|------|------|------------------|-----------------------------|
| | 90°. | 40°. | 30°. | 20°. | 10°. | 0°. | Somme. | Somme. | 0°. | 10°. | 20°. | 30°. | | |
| Octobre.... | » | » | » | 7 | 9 | 16 | 15 | 9 | 5 | 1 | » | » | 31 | 33,8 |
| Novembre.. | » | » | » | 5 | 7 | 12 | 4 | 3 | 1 | » | » | » | 16 | 14,2 |
| Décembre.. | » | » | » | 4 | 5 | 9 | 8 | 6 | 2 | » | » | » | 17 | 19,5 |
| Totaux... | » | » | » | 16 | 21 | 37 | 27 | 18 | 8 | 1 | » | » | 64 | 67,5 |

» Le premier donne, à droite de l'indication du mois, le nombre proportionnel des jours sans taches; les colonnes successives renferment les dates extrêmes d'observation, le nombre d'observations de chaque groupe, le moment du passage au méridien central du disque solaire (en jour et en fraction de jour, temps civil de Paris), les latitudes moyennes, les surfaces moyennes des groupes de taches, exprimées en millièmes de l'aire d'un hémisphère et réduites au centre du disque; à la fin de chaque mois, on a indiqué le nombre de jours d'observation et la latitude moyenne de l'ensemble des groupes observés dans chaque hémisphère.

» Le deuxième Tableau donne les nombres mensuels de groupes de taches contenus dans des zones consécutives de 10° de largeur et les surfaces mensuelles des taches.

» Le troisième, enfin, renferme des données analogues pour les régions d'activité du Soleil, c'est-à-dire pour les groupes de facules contenant ou non des taches; dans ce dernier Tableau, les surfaces mensuelles des facules, toujours réduites au centre du disque, sont exprimées en millièmes de l'hémisphère.

» Le nombre des observations faites dans ce trimestre est de 51.

» Le nombre des groupes notés est sensiblement égal à celui du précédent trimestre (39 au lieu de 40), mais la surface totale a diminué de moitié : on a en effet 1635 millièmes au lieu de 3250.

» Le Soleil a été vu sans taches huit fois : quatre en octobre et quatre en

novembre; il n'y avait alors que des pores très fugitifs. A ce sujet, le mois de novembre a présenté quelques particularités intéressantes. Le 16, par exemple, nous n'avons pu voir ni taches ni facules; mais, grâce à la définition des images qui était excellente, nous avons noté de nombreux groupes de pores disséminés entre $+37^{\circ}$ et -44° de latitude. Le 27, dans les mêmes conditions d'observation, nous avons noté deux groupes de *taches voilées* à $+10^{\circ}$ et -18° de latitude, et des groupes de pores jusqu'aux hautes latitudes de $\pm 48^{\circ}$.

» Le mois de novembre a d'ailleurs présenté un minimum accentué et il faut remonter au premier semestre de 1890, c'est-à-dire peu de temps après un *minimum* du cycle des taches, pour en trouver un plus marqué.

» A cette diminution de l'activité des taches a succédé une forte recrudescence temporaire, en décembre, due à un groupe très étendu dont le milieu a traversé le méridien central le 13 à la latitude de $+11^{\circ}$, et qui a été visible à l'œil nu (c'est le seul qui ait été vu de cette façon; il y en avait eu deux le précédent trimestre, tous deux dans l'hémisphère austral).

» Ce groupe, le plus étendu de ceux observés en 1897, était incliné sur l'équateur solaire d'environ 16° ; ses taches extrêmes étaient distantes entre elles de 34° en longitude et de 17° en latitude (ces différences au moment du passage au méridien central étaient respectivement de 28° et 11° , et sa plus grande largeur de 8°). On peut le rapprocher de celui de septembre 1896 avec lequel il a beaucoup d'analogie malgré un aspect un peu différent : étendue d'un peu plus de 28° en longitude sur 5° de large, différence de latitude des taches extrêmes 11° , latitude moyenne 12° , inclinaison sur l'équateur 15° ; néanmoins, ces similitudes n'autorisent pas à voir dans ce second groupe une réapparition du premier après 452 jours, leur différence de longitude étant de 116° .

» *Régions d'activité.* — Le nombre des groupes de facules a diminué de 6 au sud et augmenté de 3 au nord (respectivement 37 et 27 au lieu de 43 et 24), et au total on a 64 groupes et une surface de 67,5 millièmes au lieu de 67 groupes et 64,3 millièmes. On voit qu'il y a peu de différence comparativement au trimestre précédent.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Nouvelle série de photographies de la chromosphère entière du Soleil.* Note de M. H. DESLANDRES, présentée par M. Lœwy.

« En février 1892 j'ai annoncé, en même temps que Hale, directeur de l'observatoire de Chicago, que les raies violettes H et K du calcium apparaissent brillantes dans le spectre des facules du disque solaire et assurent la photographie des vapeurs de calcium correspondantes.

» J'ai montré, de plus, que ces mêmes raies apparaissent encore brillantes, mais à un degré bien moindre, sur tous les autres points du disque, et décèlent en réalité la chromosphère entière du Soleil, dans la partie très étendue qui est projetée sur le disque et qui, jusqu'alors, avait échappé à l'observation (*Comptes rendus*, t. CXIII, p. 307, t. CXIV, p. 276 et 578, t. CXV, p. 222, t. CXVII, p. 716 et 1053, t. CXVIII, p. 842 et 1312).

» D'autre part, j'ai organisé en 1893, à l'Observatoire de Paris, avec le sidérostas de Foucault, deux spectrographes automatiques qui enregistrent séparément les formes et les vitesses radiales des plages les plus brillantes de la chromosphère entière (1).

» Le spectrographe des formes, qu'on appelle aussi *spectrohéliographe* ou encore *spectrographe à deux fentes*, présente dans le plan focal de la lunette une seconde fente fine qui isole, dans le spectre total, la raie chromosphérique et dont l'idée première a été indiquée par M. Janssen dans une Note publiée en 1872 sur l'observation oculaire des protubérances (2).

» Or les règles posées, en 1893, pour obtenir avec ce spectrographe l'intensité exacte des vapeurs et la netteté maxima, ont été confirmées par toutes les observations ultérieures. Une faible dispersion est une des conditions nécessaires : un prisme de flint léger, traversé sous une épaisseur moyenne de 0^m,02, donne d'excellents résultats.

» En fait, le spectrographe employé au début comprend un collimateur

(1) Le spectrographe des vitesses enregistre en plus l'épaisseur de la chromosphère au bord.

(2) Le premier spectrographe des formes a été construit en 1888 par Lohse, de Potsdam, pour la photographie des protubérances, mais n'a pas donné de résultats avec la raie rouge de l'hydrogène, qui agit trop faiblement sur les plaques photographiques; le second a été construit par Hale en 1892 et a fourni des images avec la raie violette du calcium.

de 0^m,50 avec un objectif à quatre verres et à un grand champ, un seul prisme de 60°, et une lunette de 1^m avec un objectif à deux verres. La fente du collimateur et le spectrographe tout entier se meuvent devant une image fixe du Soleil fournie par un objectif de 0^m,12 et de 3^m de distance focale, pendant que la plaque photographique, placée derrière la seconde fente, a un mouvement relatif proportionnel.

» L'image de la chromosphère a un diamètre de 50^{mm}; obtenue avec une pose relativement courte, elle se distingue par sa netteté et son éclat des images similaires obtenues en Amérique et en Angleterre. Elle a montré couramment, en 1893 et 1894, de petits maxima de lumière (appelés *flammes faculaires* dans les Notes précédentes), non seulement dans la zone des taches, mais dans la région des pôles, qui en était privée sur les épreuves faites au même moment à l'étranger. Ces petits maxima forment sur le disque entier une sorte de réseau que j'appelle *réseau chromosphérique*.

» La photographie de la chromosphère a été poursuivie sans interruption pendant les années suivantes, car elle se rattache à une question actuellement très importante : à l'extension des variations périodiques des taches solaires aux autres parties du Soleil.

» Les variations des taches sont suivies, comme on sait, avec un retard plus ou moins grand, par les facules du disque d'une part, par les protubérances et les rayons coronaux de l'atmosphère solaire, d'autre part. S'étendent-elles aussi, et dans quelle proportion, aux plages brillantes de la chromosphère qui sont placées entre les facules et la couronne, et n'ont pas encore été étudiées? Il convient de combler cette lacune pour le disque entier et surtout pour la région des pôles, particulièrement intéressante par les grands changements des facules et de la couronne.

» Les premières épreuves de la chromosphère ont été faites dans les années 1893 et 1894, qui correspondent à un maximum de taches; depuis, les taches ont sensiblement diminué ainsi que les protubérances (1) et les

(1) Je m'appuie en particulier sur les relevés de Tacchini, Mascari, Guillaume, relevés qui ne donnent que les protubérances ayant une hauteur de quelques minutes d'arc. D'ailleurs, on sait que les protubérances les plus hautes ne sont pas les plus intenses, ou même celles qui ont la partie basse la plus intense. D'autre part, les photographies de la chromosphère entière représentent en général la partie la plus basse et aussi la plus intense de la chromosphère et des protubérances ayant une hauteur de quelques secondes d'arc. Les relevés des protubérances au bord et les photographies de la chromosphère sur le disque s'appliquent donc à des couches différentes de

facules. Même, ces dernières, d'après les relevés de Tacchini, auraient disparu en 1897 dans la région des pôles. Ces différences iront en augmentant jusqu'au minimum des taches, qui aura lieu vraisemblablement en 1900.

» Or, en 1895, 1896, 1897, les épreuves de la chromosphère ont montré, constamment, de même que dans les deux années précédentes, de petits maxima de lumière aux pôles; on a constaté seulement une légère diminution de leur intensité soit à un pôle soit à l'autre (1). Sur le disque entier, d'autre part, le réseau chromosphérique paraît avoir subi des variations légères; au centre du disque, là où, en 1894, on comptait quatorze mailles et demie, on en compte treize en 1897. Cette étude de la chromosphère sera poursuivie pendant une période entière.

» D'ailleurs, en 1897, le spectrographe des formes a été amélioré, de manière à fournir une image plus grande de la chromosphère. L'objectif astronomique de 3^m de distance focale a été remplacé par un objectif de 5^m, et le collimateur de 0^m,50 par un collimateur de 0^m,65 et d'ouverture plus large. L'image finale de la chromosphère a un diamètre de 85^{mm}; c'est la plus grande image encore obtenue.

» Les nouvelles épreuves présentent plus de détails que les précédentes; elles montrent parfois, entre les mailles du réseau, d'autres mailles plus fines et plus faibles, et il semble que, en employant un appareil encore plus puissant, on puisse atteindre les dernières divisions de la chromosphère. Comme les protubérances ont une structure filiforme, les plages brillantes de la chromosphère sont probablement divisibles en grains et, dans ce dernier cas, les grains chromosphériques correspondront-ils aux grains de la photosphère, à ces grains qui apparaissent si nettement sur les belles photographies de M. Janssen?

» Sur quelques épreuves qui montrent des taches au bord solaire, la chromosphère présente une échancrure au point qui correspond à l'ombre. La partie basse et intense de la chromosphère manque donc au-dessus des

la chromosphère; de là l'intérêt qui s'attache à des différences dans les variations de ces couches.

(1) Cependant, les plages les plus brillantes de la chromosphère correspondent aux plages brillantes et élevées de la photosphère, qui sont les facules. Mais, dans la chromosphère, la différence d'intensité entre les plages les plus brillantes et les plages voisines est beaucoup plus grande que dans la photosphère. On est conduit à penser que la surface du disque offre encore de petites inégalités aux pôles, après le maximum, malgré la disparition des facules.

taches. Ce résultat est confirmé par le spectre des taches étudiées au centre du disque avec les spectrographes des vitesses radiales. Il explique simplement pourquoi la radiation calorifique (¹) des taches, si discutée à l'heure actuelle, ne varie pas en intensité avec leur distance au centre; car cette radiation ne subit pas l'absorption par la chromosphère qui est la cause des variations calorifiques pour les points ordinaires du disque. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les transformations singulières des fonctions abéliennes.* Note de M. G. HUMBERT, présentée par M. Poincaré.

« Soit (s) une surface hyperelliptique aux périodes (g, h, g'), liées par la relation *unique* $\alpha g + \beta h + \gamma g' = 0$, à coefficients entiers; désignons par (S) une seconde surface hyperelliptique, aux périodes (G, H, G') définies par

$$(1) \quad G = lg + k\gamma h, \quad H = lh + k\gamma g', \quad G' = -k\alpha h + (l - k\beta)g',$$

où l et k sont deux entiers vérifiant la relation

$$l^2 - \beta kl + k^2 \alpha \gamma = 1.$$

» Pour préciser, je supposerai que (s) est une de ces surfaces d'ordre huit que j'ai fait connaître ailleurs, et qui sont touchées par trois plans le long d'une quartique de genre deux. L'équation d'une de ces quartiques (q) est $\mathfrak{Z}(u, v, g, h, g') = 0$, \mathfrak{Z} désignant une des seize fonctions thêta du premier ordre; de plus, les modules de la surface (s) sont ceux de la quartique (q). Je ferai la même hypothèse sur (S), et (Q) sera la quartique $\mathfrak{Z}(U, V, G, H, G') = 0$.

» Cela posé, faisons correspondre à un point u, v de (s) le point U, V de (S), tel que

$$(T) \quad U = lu + k\gamma v, \quad V = -k\alpha u + (l - k\beta)v;$$

nous établissons ainsi entre (s) et (S) une correspondance point par point; mais (s) et (S) n'ont pas nécessairement les mêmes modules, c'est-à-dire que les quartiques (q) et (Q) ne sont pas nécessairement iden-

(¹) Les radiations lumineuses et actiniques restent aussi à peu près constantes, mais les mesures les plus précises ont été faites avec la radiation calorifique.

tiques. Nous allons chercher les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'il y ait identité.

» La transformation (T) fait correspondre à la quartique (Q), d'équation $\mathfrak{Z}(U, V, G, H, G') = 0$, tracée sur (S), une courbe $\psi(u, v) = 0$, tracée sur (s); $\psi(u, v)$ est une fonction qui vérifie les relations

$$\begin{aligned}\psi(u + 1, v) &= \psi(u, v + 1) = \psi(u, v), \\ \psi(u + g, v + h) &= \psi(u, v) e^{-2\pi i(lu + kv + \text{const.})}, \\ \psi(u + h, v + g') &= \psi(u, v) e^{-2\pi i(-k\alpha u + (l - k\beta)v + \text{const.})},\end{aligned}$$

et la courbe $\psi(u, v) = 0$ est de genre deux, avec les mêmes modules que (Q).

» Si, maintenant, les courbes (q) et (Q) sont identiques, on a le droit de supposer que les surfaces (s) et (S) le sont également; il existe donc une transformation univoque de la surface (s) en elle-même, faisant correspondre à la courbe $\psi(u, v) = 0$ la quartique plane (q), c'est-à-dire la courbe $\mathfrak{Z}(u, v, g, h, g') = 0$.

» Cette transformation est évidemment de la forme

$$\begin{aligned}U' &= \lambda u + \mu v + \text{const.}, \\ V' &= \lambda' u + \mu' v + \text{const.},\end{aligned}$$

les λ et μ étant des constantes; pour qu'elle soit univoque, il faut et il suffit qu'elle soit (à des constantes près) du type

$$(T') \quad U' = \lambda u + \theta\gamma v, \quad V' = -\theta\alpha u + (\lambda - \theta\beta)v,$$

λ et θ étant des entiers liés par la relation

$$(2) \quad \lambda^2 - \beta\theta\lambda + \theta^2\alpha\gamma = \pm 1.$$

» Enfin, en exprimant que le point (u, v) décrit la courbe $\psi(u, v) = 0$, quand le point (U', V') décrit la courbe $\mathfrak{Z}(U', V', g, h, g') = 0$, on trouve

$$(3) \quad \begin{cases} l = \lambda^2 - \theta^2\alpha\gamma, \\ k = \theta(2\lambda - \theta\beta), \end{cases}$$

c'est-à-dire que la substitution (T) est le carré de la substitution (T').

» Or, les substitutions (T) sont des puissances d'une d'entre elles, que je désignerai par (t), et de là résultent aisément les conséquences suivantes :

» Si (T) est une puissance paire de (t), les équations (2) et (3) donne-

ront pour λ et θ des valeurs entières [en prenant $+1$ au second membre de (2)], c'est-à-dire que la surface (s) admettra une transformation univoque en elle-même, faisant correspondre à la quartique (q) la courbe

$$\psi(u, v) = 0,$$

qui a les mêmes modules que (Q) : les courbes (q) et (Q) ont donc les mêmes modules.

» Si (T) est une puissance impaire de (t), il faut que (T') soit de déterminant -1 , c'est-à-dire que la forme $\lambda^2 - \beta\theta\lambda + \theta^2\alpha\gamma$ doit pouvoir représenter le nombre -1 . On voit aisément que cette propriété dépend uniquement du discriminant $\Delta = \beta^2 - 4\alpha\gamma$. Donc :

» 1° Si Δ est tel que la forme puisse représenter -1 , la substitution (T') existe, et l'on en conclut que les courbes (q) et (Q) ont encore les mêmes modules ;

» 2° Si Δ est tel que la forme ne puisse représenter -1 , la substitution (T') n'existe pas, et les deux surfaces (s) et (S), bien que se correspondant point par point, n'ont pas les mêmes modules, c'est-à-dire que les modules de Richelot formés respectivement avec les périodes g, h, g' et G, H, G' ne sont ni les mêmes, ni réductibles les uns aux autres par une transformation ordinaire du premier ordre.

» Enfin, dans ce même cas, on établit que la surface (s) étant donnée, il n'y a qu'une seule classe de surfaces (S) qui lui correspondent point par point et qui aient des modules différents.

» La valeur la plus petite de Δ donnant lieu à ce cas remarquable est $\Delta = 12$, car pour $\Delta = 5$ et 8 les formes correspondantes $\lambda^2 - \lambda\theta - \theta^2$ et $\lambda^2 - 2\theta^2$ peuvent représenter -1 , et les cas de $\Delta = 4$ et 9 sont à exclure comme elliptiques. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions discontinues développables en séries de fonctions continues.* Note de M. R. BAIRE, présentée par M. E. Picard.

« Dans une Note, présentée à l'Académie le 8 novembre 1897, j'avais indiqué le problème suivant : On suppose qu'une fonction de deux variables réelles est continue par rapport à chacune d'elles ; on considère les valeurs que prend cette fonction sur une courbe continue ; cette succession de valeurs est une fonction qui peut être discontinue ; *quelle est*

exactement la nature de cette fonction? Je me propose d'indiquer, dans la présente Note, un théorème qui résout complètement cette question, en même temps que d'autres questions d'une nature un peu différente; en particulier, nous déterminerons *toutes les fonctions discontinues susceptibles d'être représentées par des séries de fonctions continues.*

» I. Je pose d'abord quelques définitions. Une fonction de t étant donnée, je prends, dans l'intervalle de variation de t , un ensemble parfait E [$E = E'$]. Soit $A(t = t_0)$ un point de E ; dans l'intervalle $(t_0 - \alpha, t_0 + \alpha)$, si petit que soit α , se trouvent des points de E ; les valeurs de la fonction en ces points ont un maximum et un minimum qui, lorsque α tend vers 0, tendent vers des limites M et m ; j'appelle $\omega = M - m$ l'*oscillation en A de la fonction par rapport à l'ensemble parfait E.* Si $\omega = 0$, la fonction sera dite *continue en A par rapport à l'ensemble E.*

» Cela posé, il n'y a que trois cas possibles :

» 1° On a, en tout point de E , $\omega = 0$; la fonction sera dite alors *continue relativement à l'ensemble E*;

» 2° Dans tout intervalle $\alpha\beta$, contenant à son intérieur des points de E , il y a des points de E pour lesquels $\omega = 0$; la fonction sera dite *ponctuellement discontinue relativement à E*;

» 3° Il existe un intervalle $\alpha\beta$ qui contient des points de E à son intérieur, mais qui n'en contient aucun pour lequel $\omega = 0$; la fonction sera dite *totalelement discontinue relativement à E.*

» Ces principes étant posés, on a le théorème suivant :

» *Soit une fonction de x et y , continue en tout point par rapport à y , et telle que, entre deux droites parallèles à Ox , $y = \alpha$, $y = \beta$ ($\alpha < \beta$), existe toujours une droite $y = \gamma$ ($\alpha < \gamma < \beta$) sur laquelle la fonction est continue par rapport à x . On prend une courbe continue et sur cette courbe un ensemble parfait E . La fonction, relativement à E , est ponctuellement discontinue.*

» Un cas particulier, où cette proposition s'applique, est celui que j'ai rappelé plus haut, à savoir le cas où l'on suppose la continuité en tout point par rapport à chacune des variables.

» Indiquons un autre cas intéressant. Soit une fonction $f(x, y)$ continue par rapport à l'ensemble x, y partout, sauf sur Ox , où elle est seulement continue par rapport à y . *Le théorème s'applique à la fonction discontinue $f(x, 0)$.* Plus généralement, si l'on a une fonction continue par rapport à l'ensemble (x, y) à l'intérieur d'une aire A limitée par un contour C , et si, en chaque point de C , il y a *continuité suivant la normale*, le théorème s'applique à la fonction ainsi définie sur le contour C .

» Reprenons le cas où les discontinuités n'ont lieu que sur Ox , et prenons une suite de quantités $y_1, y_2, \dots, y_n, \dots$ tendant vers 0; on voit que la fonction discontinue $f(x, 0)$ est la limite de la suite de fonctions continues $f(x, y_1), f(x, y_2), \dots, f(x, y_n), \dots$ ou, ce qui revient au même, la somme de la série de fonctions continues

$$f(x, y_1) + \sum_{n=2}^{n=\infty} [f(x, y_n) - f(x, y_{n-1})],$$

convergente pour toute valeur de x .

» On peut, en partant de là, établir le théorème suivant :

» Si une série, dont les termes sont des fonctions continues de x , est convergente pour chaque valeur de x , elle représente une fonction qui est ponctuellement discontinue relativement à tout ensemble parfait.

» II. Réciproquement, si une fonction $f(x)$ est ponctuellement discontinue relativement à tout ensemble parfait, il existe une suite de fonctions continues $f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x), \dots$, qui, pour chaque valeur x_0 de x , tend vers $f(x_0)$. Autrement dit, la fonction est représentable par une série convergente

$$u_1(x) + u_2(x) + \dots + u_n(x) + \dots$$

les u étant des fonctions continues. D'ailleurs, on peut remplacer cette série par une autre dans laquelle les termes sont tous des polynômes, de sorte que nous avons ainsi déterminé la condition nécessaire et suffisante pour qu'une fonction d'une variable réelle soit développable en série de polynômes.

» III. Pour démontrer cette réciproque, j'emploie une méthode fondée sur la considération des ensembles; cette méthode fournit en outre une nouvelle forme de la condition précédente, et un moyen de décider si une fonction donnée est représentable ou non par une série de fonctions continues. J'indique brièvement ici les définitions qui me sont nécessaires.

» Soit σ un nombre positif quelconque. J'appelle P l'ensemble des points où l'oscillation de la fonction $f(x)$ est $\geq \sigma$. Je forme, s'il y a lieu, P^Ω (Ω est le premier nombre transfini de la troisième classe); on sait que P^Ω est parfait. Soit P_1 l'ensemble des points de P^Ω où l'oscillation par rapport à P^Ω est $\geq \sigma$ (si $P^\Omega = 0$, je poserai $P_1 = 0$). Soit de même P_2 l'ensemble des points de P_1^Ω où l'oscillation par rapport à P_1^Ω est $\geq \sigma$.

» On définit ainsi $P_1, P_2, \dots, P_n, \dots$. Si l'opération ne se termine pas,

il existe des points communs à tous les ensembles P_n ; soit P_ω l'ensemble de ces points. On déduira $P_{\omega+1}$ de P_ω , $P_{\omega+2}$ de $P_{\omega+1}$, etc., comme on a déduit P_1 de P ; on arrive ainsi à définir P_α , α étant un nombre transfini quelconque, de première ou de deuxième classe; on voit également ce qu'il faut entendre par P_Ω .

» Cela posé, *quelle que soit la fonction dont on est parti*, il existe un nombre α de la première ou de la deuxième classe pour lequel on a : $P_\alpha = P_{\alpha+1} = \dots = P_\Omega$. De plus, P_Ω est parfait.

» Si, *quel que soit σ* , on a $P_\Omega = \sigma$, la fonction est développable en série de fonctions continues.

» Si, au contraire, lorsque σ est suffisamment petit, on a $P_\Omega > \sigma$, la fonction n'est pas représentable de cette manière; on voit, en effet, qu'elle est alors totalement discontinue sur l'ensemble parfait P_Ω .

» IV. On peut étendre une grande partie des résultats qui précèdent au cas où l'on remplace la notion ordinaire de limite par la notion de *limite généralisée*, due à M. Borel. On a, en particulier, le théorème suivant :

» Si une série

$$u_1(x) + u_2(x) + \dots + u_n(x) + \dots,$$

dont les termes sont des fonctions continues, est sommable pour toutes les valeurs de x comprises dans un intervalle, et si la somme des n premiers termes reste limitée ⁽¹⁾, la somme $S(x)$ de la série (définie par M. Borel) est une fonction ponctuellement discontinue sur tout ensemble parfait, et par suite une fonction représentable par une série convergente de fonctions continues. »

RADIOGRAPHIE. — *Caractères de la transformation des rayons X par la matière.* Note de M. G. SAGNAC, présentée par M. Lippmann ⁽²⁾.

« J'ai montré qu'un corps quelconque exposé aux rayons X émet en tous sens, suivant un mécanisme que j'ai précisé (*Comptes rendus* du 7 février), des *rayons secondaires* S moins pénétrants que les rayons X incidents dont ils sont la *transformation*. Le pouvoir de pénétration des rayons S est de plus en plus faible et la transformation des rayons X est de plus en plus

(1) Cette restriction n'est d'ailleurs pas nécessaire; on peut se contenter de supposer, par exemple, que la somme $S_n(x)$ des n premiers termes est, pour toute valeur de x , inférieure à A^n , A étant un nombre fixe.

(2) Travail fait au laboratoire de M. Bouty, à la Sorbonne.

profonde à mesure que l'on passe de l'air, de l'eau, de l'aluminium, au cuivre, au zinc, au plomb. Je vais montrer comment l'emploi et la comparaison de différents récepteurs (plaques photographiques, électroscope, écran fluorescent au platinocyanure de baryum) permettent de préciser les caractères de cette transformation plus ou moins profonde.

» J'ai déjà montré que l'énergie des rayons secondaires n'est qu'une petite fraction de l'énergie des rayons X incidents (*loc. cit.*) et que cependant leurs actions photographiques ou électriques (*effets secondaires*) peuvent atteindre et dépasser les actions directes des rayons X (*effets primaires*). Cela tient à ce que la couche photographique, ou l'air qui environne le conducteur électrisé, sont très transparents pour les rayons X, mais peuvent, au contraire, absorber beaucoup plus les rayons secondaires.

» Le platinocyanure de baryum se comporte tout autrement que les préparations photographiques ordinaires ou que l'électroscope. Il utilise une fraction plus importante de l'énergie incidente. Il paraît intermédiaire entre les deux premiers récepteurs et le bolomètre que l'on pourrait constituer en mettant à profit l'échauffement des métaux sous l'action des rayons X, découvert par M. Dorn. Il en résulte que l'écran au platinocyanure s'illumine vivement sous l'action de rayons S même assez pénétrants, tels que ceux de l'aluminium, de la paraffine, agissant seuls à l'exclusion des rayons X. Mais, si l'écran reçoit déjà les rayons X, sa luminosité augmente peu quand on en approche un corps quelconque qui lui envoie des rayons secondaires sous l'influence des mêmes rayons X. Au contraire, on peut augmenter beaucoup l'action photographique dans les mêmes conditions. De même, la vitesse de décharge d'un condensateur dont les armatures en aluminium battu très mince, ou formées de toiles métalliques, sont traversées par les rayons X, peut doubler, tripler, décupler, etc., suivant les dimensions du condensateur, quand on approche de l'armature du condensateur, reliée au sol, une lame de cuivre, de zinc, de plomb, etc. également au sol.

» L'action des rayons X, sur l'un des trois récepteurs indiqués, diminue quand on interpose un corps sur leur trajet à cause de l'absorption des rayons X par le corps; mais elle s'augmente, d'autre part, de l'effet dû aux rayons S que l'obstacle dissémine en tous sens à partir de la surface de sortie des rayons X. La seconde action est importante si elle s'exerce sur une plaque photographique, ou sur un électroscope dont l'entrée est fermée par une toile métallique; il arrive même que si le corps étudié est une feuille d'or battu placée contre la toile métallique de l'électroscope, l'effet

secondaire compense, et au delà, l'absorption réelle des rayons X, en sorte que l'absorption apparente est légèrement négative. D'une manière générale, l'*absorption apparente* est minimum quand le corps est le plus près possible de la toile métallique qui ferme l'électroscope; elle augmente à mesure qu'il s'éloigne, jusqu'à atteindre une valeur limite, par exemple double de la première, qui caractérise l'*absorption réelle* des rayons X par le corps. C'est donc en éloignant suffisamment l'électroscope du corps absorbant (à 0^m, 1, à 1^m de distance, suivant les cas) qu'il convient d'étudier l'absorption des rayons X par les différents corps. Les anomalies précédentes se manifestent avec beaucoup moins d'intensité quand on remplace la plaque photographique ou l'électroscope par un écran au platino-cyanure de baryum.

» Si le corps interposé sur le trajet des rayons X est formé de deux ou plusieurs lames superposées de *matières différentes*, l'effet des rayons secondaires change beaucoup avec l'ordre des lames (*Comptes rendus* du 7 février). Ce phénomène, qui démontre la transformation des rayons X, se constate très facilement avec les trois récepteurs indiqués, exposés aux rayons secondaires seuls. Si le récepteur reçoit en même temps les rayons X transmis par le système des lames, on constate que la transparence apparente du système des lames, pour les rayons X, dépend de l'ordre de ces lames aussi bien que de leurs distances respectives au récepteur (*loc. cit.*). Mais le phénomène est alors délicat à observer avec l'écran fluorescent (1), tandis que les plaques photographiques ordinaires le montrent très facilement, comme je l'ai indiqué au début de ces recherches (*Comptes rendus* du 27 juillet 1897). La méthode électrique permet de l'observer avec précision; par exemple, le système aluminium-zinc paraît plus transparent que le système traversé par les rayons X dans l'ordre inverse: zinc-aluminium, dans le rapport de 1,73 à l'unité, quand la lame d'aluminium de 0^{mm},55 d'épaisseur et la feuille de zinc de 0^{mm},05 d'épaisseur forment la paroi de la cage de l'électroscope; le rapport des deux coefficients de transmission apparente des deux systèmes inverses (Al, Zn) et (Zn, Al) diminue et tend graduellement vers l'unité, à mesure qu'on éloigne le système des deux feuilles de centimètre en centimètre à partir d'une toile métallique placée à l'entrée de l'électroscope.

(1) M. Roiti, qui a retrouvé le même phénomène en employant l'écran fluorescent, n'a réussi à l'observer nettement et à en faire une étude suivie qu'en employant un dispositif très soigné (*Lincei*, 20 février, p. 87).

» Enfin, l'électroscope et les plaques photographiques ordinaires distinguent beaucoup mieux que le platinocyanure de baryum les différents rayons secondaires, très inégalement pénétrants, émis par les différents corps : ainsi, une lame d'aluminium émet des rayons secondaires dont l'action sur un écran au platinocyanure de baryum n'est pas très inférieure à celle des rayons du zinc. Au contraire, l'action des rayons secondaires de l'aluminium sur un corps électrisé est faible vis-à-vis de l'action des rayons du zinc ; sur une plaque photographique ordinaire, elle peut passer inaperçue, alors que l'action du zinc est très intense. Ces différences tiennent à ce que l'écran au platinocyanure de baryum est bien plus absorbant que les deux autres récepteurs et utilise bien mieux les rayons de l'aluminium. Dans cette expérience de comparaison de l'écran luminescent et de la plaque photographique, l'aluminium et le zinc se comportent, comme sources de rayons secondaires, à la manière du tube *dur* et du tube *doux* d'une expérience analogue de M. Röntgen sur les rayons X (1). L'aluminium émet des rayons secondaires beaucoup plus pénétrants que ceux du zinc.

» On peut résumer les caractères de la transformation des rayons X par la matière en disant : Une matière M qui reçoit des rayons X issus d'un tube à vide émet de nouveaux rayons, moins pénétrants, à la manière de la lame focus d'un tube à vide *plus doux* que le premier. Seulement on ne peut pas dire que ces rayons S émis par M sont simplement choisis dans le faisceau incident, comme s'il y avait simple diffusion élective ; il y a *transformation* des rayons X. Si M est une matière telle que le zinc, le plomb, les rayons S très peu pénétrants qu'elle émet ne paraissent exister en quantité notable dans le rayonnement d'aucun des tubes à vide actuellement employés. »

PHOTOGRAPHIE. — *Sur l'irradiation photographique, applications diverses.*

Note de M. CH. FÉRY (2), présentée par M. A. Cornu.

« I. Tous ceux qui se sont occupés de Photographie savent que les détails d'un objet vivement éclairé sont grossis et empâtés sur la glace sensible. Ce même phénomène se retrouve également dans la vision ; ce

(1) W.-C. RÖNTGEN, *Sitzungsberichte der Berl. Ak.*, mai 1897.

(2) Travail fait à l'École municipale de Physique et de Chimie.

n'est pas, d'ailleurs, la seule analogie que présentent l'œil et la chambre noire.

» Ayant indiqué à plusieurs reprises ce phénomène comme jouant un certain rôle dans l'étalement des points qui constituent l'image dans les clichés tramés employés en Photogravure, je me suis proposé de l'étudier plus en détail.

» On peut supposer, pour expliquer l'étalement d'un point vivement éclairé, que la couche sensible, devenant lumineuse en cet endroit, joue pour les régions voisines le rôle d'une véritable source secondaire. D'autre part, la glace n'étant pas infiniment sensible, il y a une certaine intensité lumineuse minimum au-dessous de laquelle la réduction du sel d'argent ne se produira plus.

» On conçoit donc que l'impression s'arrête au point où, par suite de l'absorption, cette intensité limite est atteinte.

» On est donc amené à appliquer à ce phénomène la loi de décroissance d'un rayon lumineux traversant une substance absorbante.

» Soient i_0 l'intensité sur la région recevant les rayons directs, i l'intensité limite de réduction, k le coefficient d'absorption de la couche sensible; la distance y à laquelle s'étendra l'action lumineuse sera donnée par la relation connue

$$i = i_0 k^{-y}$$

ou

$$ky = \log i_0 - \log i,$$

qui est l'équation d'une droite

$$(1) \quad y = x - A,$$

en posant $\frac{\log i_0}{k} = x$ et $\frac{\log i}{k} = A$.

» Les étalements doivent donc croître en progression arithmétique quand les intensités lumineuses ou mieux les quantités de lumière croissent en progression géométrique.

» II. Afin de vérifier ces conclusions, j'ai disposé en contact absolu avec la glace photographique une trame de Max-Lévy qui avait été décollée.

» Ce système réalisait donc une série de petits écrans opaques et très étroits appliqués sur la couche de gélatine.

» Un objectif photographique produisait sur le système ainsi disposé l'image d'un diaphragme éclairé. On pouvait de cette façon réaliser sur la même plaque un certain nombre de poses et faire varier soit l'intensité

lumineuse en diaphragmant l'objectif, soit la quantité de lumière en agissant sur le temps de pose.

» Le halo qui aurait pris naissance pour les grandes intensités était évité en recouvrant l'envers de la glace d'un vernis noir ayant le même indice, ainsi que l'a indiqué M. Cornu.

» La distance entre deux traits opaques formant écrans était de $0^{\text{mm}}, 120$.

» *Résultats.* — Les temps de pose (à part le premier) ont varié suivant une progression géométrique dont la raison était trois secondes :

| Temps de pose. | Largeur de la ligne. | Étalement observé. | Étalement calculé. |
|----------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| $0,5^s$ | $0,114^{\text{mm}}$ | $-0,006$ | $-0,006$ |
| 3 | 0,120 | 0,000 | $-0,001$ |
| 9 | 0,129 | $+0,009$ | $+0,009$ |
| 27 | 0,138 | 0,018 | $+0,019$ |
| 81 | 0,150 | 0,030 | 0,0029 |
| 243 | 0,159 | 0,039 | 0,0395 |

» Résultats bien conformes à la théorie précédente.

» Dans la pose la plus prolongée, le centre des lignes noires était plus clair que le bord; ce fait, connu sous le nom de *solarisation*, ne semble pas, d'après ces expériences, modifier sensiblement les propriétés physiques de la couche.

» Il peut paraître étrange que la ligne soit reproduite plus petite qu'elle n'est réellement pour les très faibles temps de pose; cela n'a rien d'anormal cependant, car l'intensité au centre doit avoir atteint l'intensité limite nécessaire à la réduction avant les bords extrêmes.

» *Applications.* — On pourrait peut-être appliquer ce phénomène à la mesure de l'éclat intrinsèque des sources lumineuses; il permettrait également de déterminer les constantes d'une émulsion donnée : sensibilité et coefficient d'absorption de la couche. »

M. A. CORNU, à l'occasion de cette Communication, ajoute les remarques suivantes :

« M. Ch. Féry me paraît établir avec certitude un point contesté à diverses reprises, à savoir : l'extension de l'action photographique sur le bord de l'ombre d'une plaque éclairée. La couche sensible illuminée devient, dans son épaisseur, une véritable source secondaire qui a pour

effet d'augmenter le diamètre des objets lumineux enregistrés par la Photographie.

» Si cet effet secondaire doit être mis en ligne de compte, il ne faut pas le confondre avec l'action des aberrations de diverses natures qui entourent l'image principale des objectifs, lesquelles me paraissent jouer le rôle principal. Cette remarque explique les divergences obtenues dans les observatoires sur la mesure des grandeurs stellaires d'après le diamètre photographique des étoiles. Bien qu'appuyées, dans chaque cas, par des vérifications satisfaisantes, les lois proposées varient d'un observateur à l'autre, non seulement par la valeur numérique des paramètres, mais encore par la forme de la fonction à employer. Cela n'a rien de surprenant si l'on songe que chaque objectif, chaque miroir possède un système particulier d'aberrations, une sorte de personnalité photographique, qui ôte tout espoir de découvrir une loi générale permettant de résoudre le problème si important de la grandeur photographique des étoiles. »

PHOTOGRAPHIE. — *Sur un amplificateur universel destiné aux agrandissements photographiques.* Note de M. J. CARPENTIER, présentée par M. Mascart.

« Quand on fait des agrandissements photographiques, en vue d'applications scientifiques ou artistiques, une des principales difficultés que présente l'opération est une bonne mise au point. La propriété des objectifs, appelée *profondeur de foyer*, et le caractère toujours indécis des contours de toute image sur le cliché photographique, ainsi que d'autres causes secondaires, laissent à la mise au point, obtenue par observation directe de l'image sur la glace dépolie, une incertitude inévitable. En supposant que, dans un cas particulier, on soit parvenu à réaliser le maximum de netteté, les mêmes tâtonnements sont à renouveler, dès que quelque chose a été changé dans la disposition de l'appareil d'agrandissement, et le succès d'une première opération ne compte pour rien dans la réussite d'une opération subséquente.

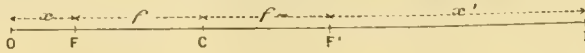
» L'amplificateur dont il est ici question est muni d'un dispositif purement cinématique qui rend la mise au point automatique et lui assure, dans tous les cas, le maximum de perfection réalisable.

» Rappelons, en deux mots, que tout appareil d'agrandissement photographique se compose essentiellement d'un objectif, de part et d'autre duquel se meuvent deux châssis portant : l'un le cliché à agrandir, que nous

appellerons l'objet O, l'autre la couche sensible sur laquelle doit se tracer l'image agrandie I. L'opération de la mise au point consiste, l'un des châssis étant en une certaine position, à amener l'autre châssis dans une position telle que l'objet et l'image soient placés dans deux plans conjugués par rapport à l'objectif.

» Considérons donc un objectif C, dans lequel nous supposerons d'abord que les points nodaux coïncident. Si l'on désigne par x la distance de l'objet au foyer principal de l'objectif le plus proche F, et par x' la distance de l'image au foyer principal F' (les deux foyers principaux étant respectivement de part et d'autre du centre optique, à une distance égale à la distance focale absolue f), on sait qu'il existe entre les valeurs absolues de x , x' et f la relation $xx' = f^2$.

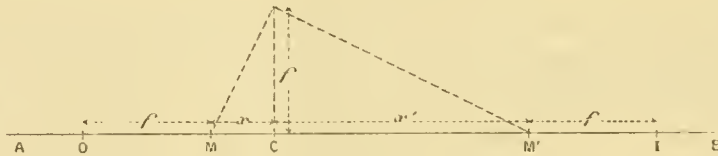
Fig. 1.



» La distance totale entre l'objet et l'image a pour valeur la somme $x + 2f + x'$.

» Soit une droite AB; en un de ses points C élevons une perpendiculaire CD de longueur égale à f , et en D plaçons le sommet d'un angle droit.

Fig. 2.



» Supposons que cet angle tourne autour de D : ses deux côtés couperont AB en deux points mobiles M, M', et les deux segments CM et CM', ou x et x' , satisferont, d'après un théorème connu, à la relation $xx' = f^2$.

» Considérons maintenant deux points O et I liés le premier à M, le second à M', OM et OM' restant égales à f ; la distance de O à I aura pour valeur $f + x + x' + f$. Cette somme, abstraction faite de l'ordre des termes, est égale à celle qui servait plus haut d'expression pour la distance de deux foyers conjugués.

» Ces considérations font concevoir comment est réalisé en principe et comment fonctionne le dispositif cinématique dont est muni l'amplificateur universel dont il s'agit.

» Cet amplificateur a la forme d'une chambre noire à deux corps et

à soufflets. Sa base est composée de deux longerons, formant glissières, entre lesquels se déplacent deux coulisseaux. Sous cette base est fixée l'équerre rigide, mobile autour de son sommet, qui commande le mouvement des deux coulisseaux ; la liaison est faite par un doigt que porte chaque coulisseau, doigt qui s'engage, sans jeu appréciable, dans une rainure pratiquée dans le bras de l'équerre correspondant. Les centres des deux doigts se meuvent rigoureusement sur une même ligne droite et le centre de rotation de l'équerre est fixé à une distance de cette droite rigoureusement égale au foyer de l'objectif employé.

» L'objectif étant placé sur un support de telle sorte que son centre optique soit dans le plan transversal de l'appareil qui contient l'articulation de l'équerre, les châssis porte-objet et porte-image sont fixés verticalement chacun sur un coulisseau, à une distance f du doigt de commande, et les conditions théoriques se trouvent ainsi réalisées.

» Il va sans dire que les objectifs généralement employés n'ont pas leurs points nodaux confondus, et que la distance de ces points nodaux intervient comme terme supplémentaire dans la somme qui représente la distance de l'objet à l'image.

» Les deux constantes de l'objectif (distance focale absolue et écartement des points nodaux) sont déterminées directement par les procédés précis de l'Optique, et tout le réglage de l'amplificateur consiste à placer l'articulation de l'équerre ainsi que les deux châssis très exactement dans les positions qu'ils doivent occuper.

» Sans entrer dans le détail des dispositions qui complètent l'appareil, il est bon d'ajouter que sa manœuvre se fait en déplaçant le châssis sensible au moyen de boutons moletés commandant des pignons engrenés avec des crémaillères et qu'une division tracée sur la base indique le rapport d'amplification correspondant à toute position de ce châssis.

» L'appareil enfin est muni des accessoires qui permettent de faire l'opération inverse de l'agrandissement, c'est-à-dire de réduire un grand cliché en une petite image. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Détermination de la densité des gaz sur de très petits volumes. Applications.* Note de M. TH. SCHLÆSING fils, présentée par M. Duclaux.

« I. Plusieurs applications peuvent être faites de la méthode et de l'appareil dont j'ai déjà entretenu l'Académie, touchant la détermination de la densité des gaz sur de très petits volumes (1).

» Ces applications se rencontrent quand on a à mesurer avec précision des pressions gazeuses d'une extrême petitesse. L'appareil que j'ai indiqué est un véritable manomètre, dans lequel les liquides ordinaires sont remplacés par des gaz. Il traduit une pression correspondant à une certaine hauteur d'eau par une différence de niveau ($h' - h$), qui est 1460 fois plus grande si l'on emploie comme gaz auxiliaires l'air et l'anhydride carbonique; ainsi une pression de 0^{mm},1 d'eau, difficilement appréciable avec d'autres moyens, s'y mesure exactement par une longueur de 146^{mm}. Cette sensibilité rend l'appareil recommandable dans divers cas, par exemple dans des études sur l'écoulement des gaz, sur la répartition des pressions dans un courant gazeux, etc.

» II. Au cours des recherches dont je rends compte, j'ai eu l'occasion de faire quelques mesures de l'absorption de l'anhydride carbonique dans l'acide sulfurique concentré, fait qui intéresse l'analyse organique élémentaire. L'acide phosphorique sirupeux dissout aussi l'anhydride carbonique. J'ai trouvé :

Solubilité de CO² à la pression de 760^{mm}.

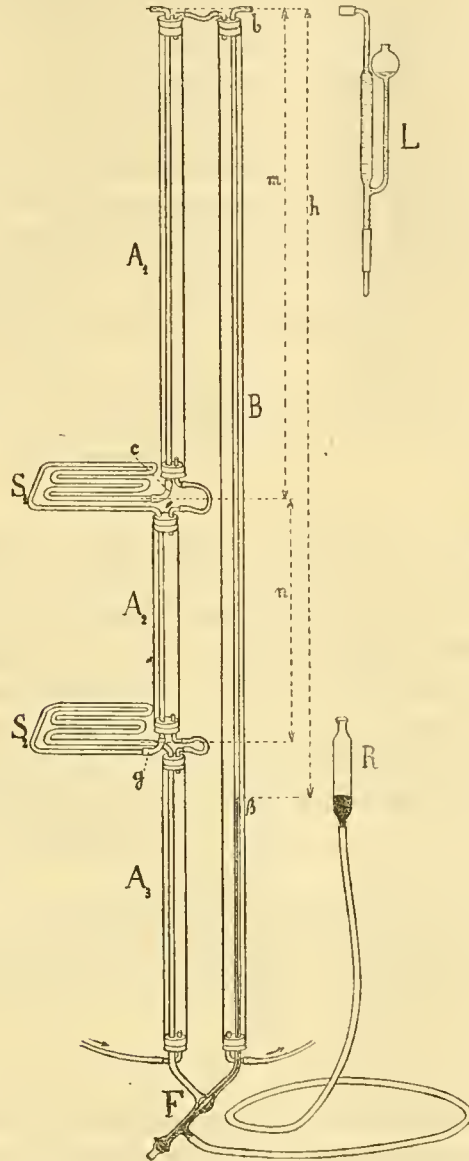
| | | | | |
|--|--------|-------------------|--------|------------------|
| 100 ^{cc} d'acide sulfurique, de densité 1,845, ont dissous.. | à 11°3 | 111 ^{cc} | à 30°2 | 77 ^{cc} |
| 100 ^{cc} d'acide phosphorique, de densité 1,733, ont dissous. | à 10°7 | 43 ^{cc} | à 30°2 | 27 ^{cc} |

» Le gaz absorbé peut être intégralement enlevé par le vide.

» III. L'appareil décrit précédemment, pour la détermination de la densité des gaz sur de très petits volumes, s'appliquait surtout aux gaz plus légers que l'anhydride carbonique et non absorbables par la potasse. On peut le modifier de manière qu'il fournisse la solution générale du problème, quelque grandes ou petites que soient les densités cherchées, que les gaz s'absorbent ou non dans la potasse ou tout autre réactif.

(1) *Comptes rendus*, 17 janvier et 7 février 1898.

» Il comprenait essentiellement deux tubes étroits, A et B, dans lesquels des colonnes gazeuses se mettaient en équilibre; de la longueur de ces colonnes on déduisait la densité demandée. Imaginons que le tube A soit coupé en trois tronçons A_1 ,



A_2 , A_3 (figure ci-contre). La communication entre A_1 et A_2 se fait par un serpentin S_1 situé dans un plan horizontal, d'un diamètre de 2^{mm} , 5 à 3^{mm} et d'une capacité un peu supérieure à celle du tube B. Entre les deux tronçons A_2 et A_3 est interposé un ser-

pentin tout semblable S_2 . Le tronçon A_1 est séparable de S_1 ; pour les séparer, il n'y a qu'à dégager l'extrémité inférieure de A_1 du caoutchouc c ; A_2 est séparable de S_2 , grâce au caoutchouc g . Au contraire, S_1 et A_2 sont solidaires, et il en est de même pour S_2 et A_3 . Les trois tronçons A_1, A_2, A_3 et le tube B sont maintenus à température constante par un courant d'eau circulant dans des manchons.

» Pour exécuter une expérience, on sépare A_1 de S_1 , A_2 de S_2 et par des manipulations très simples on remplit B d'air ordinaire, S_1 et A_2 du gaz étudié, S_2 et A_3 de gaz carbonique; A_1 est naturellement plein d'air. On raccorde A_1 avec S_1 au moyen du caoutchouc c , A_2 avec S_2 au moyen de g , et l'on établit la communication entre la branche $A_1A_2A_3$ et la branche B en ouvrant le robinet F. Aussitôt les colonnes gazeuses A_1, A_2, A_3 , dont le poids total l'emporte sur celui de la colonne B, se mettent en mouvement vers B. Après huit ou dix minutes, l'équilibre est réalisé. Durant le déplacement des gaz, la surface idéale de contact ⁽¹⁾ de l'air venant de A_1 avec le gaz étudié s'avance en S_1 et va s'y placer quelque part, en un point qu'il est inutile de connaître; il suffit de savoir que ce point se trouve dans un certain plan horizontal limitant les colonnes verticales A_1 et A_3 . De même, la surface idéale de contact du gaz étudié et de l'anhydride carbonique s'arrête quelque part dans S_2 . Quant à la surface de contact entre l'anhydride carbonique et l'air de B, elle se fixe en un point β , qu'on détermine comme il a été dit, par absorption de l'anhydride carbonique dans la potasse d'un absorbeur L.

» Ce qui caractérise le procédé actuel, c'est l'emploi des serpentins horizontaux. Ils font communiquer et séparent tout à la fois les colonnes A_1, A_2, A_3 . Leur contenu, qui comprend deux gaz en proportion quelconque, est indifférent; il n'intervient pas dans l'équilibre. Interviennent seulement les parties verticales A_1, A_2, A_3 , qui, grâce aux serpentins, conservent, malgré le mouvement des gaz, la composition qu'on leur a initialement donnée. Le gaz étudié, quel qu'il soit, occupe en A_2 une longueur invariable et connue, qu'on a déterminée une fois pour toutes. Dans chaque expérience, il n'y a à mesurer que la distance verticale $b\beta$ ou h , par une seule absorption.

» Soient : m et n les longueurs des colonnes A_1 et A_2 , d_0 la densité cherchée du gaz occupant A_2 , δ_0 la densité du gaz occupant A_3 ; l'équilibre établi, on aura, d'après ce qu'on a déjà vu, la densité de l'air étant prise pour unité :

$$m \times 1 + nd_0 + [h - (m + n)]\delta_0 = h \times 1.$$

» Nous avons dit que, les parois internes de l'appareil étant humides, les gaz sont saturés et que le poids de la vapeur d'eau, égal dans les deux

⁽¹⁾ En réalité, cette surface n'existe pas; les deux gaz en contact se diffusent l'un dans l'autre sur une certaine longueur.

branches, s'élimine. Dans le cas de gaz extrêmement solubles, on peut, au lieu de mouiller, dessécher complètement les parois par un courant d'air et dessécher aussi les gaz à y introduire.

» Ici $\delta_0 = 1,529$. L'égalité précédente donne :

$$d_0 = 1,529 - (h - m) \frac{0,529}{n}.$$

» Un raisonnement, qu'il serait trop long de reproduire, et l'expérience montrent que les extrémités des colonnes m et n , commençant ou finissant aux serpentins S_1 et S_2 , sont à compter exactement à partir des plans médians de ces serpentins.

» La présente méthode m'a donné les résultats suivants :

| | Densité par rapport à l'air | |
|--------------------------|--------------------------------|--|
| | trouvée. | vraie. |
| Azote chimique | 0,966 | 0,967 |
| Air | { 1,000 1,001 | 1,000 |
| Anhydride carbonique. { | 1,529 1,529 | 1,529 |
| Anhydride sulfureux. . | 2,25 | { 2,25 (<i>Ann. du Bureau des Long.</i>) 2,264 (<i>Leduc</i>) |

» L'appareil qui a fourni ces chiffres est imparfait; les deux serpentins ne sont pas suffisamment plans; s'ils l'étaient tout à fait, on aurait obtenu des résultats encore plus approchés.

» Lorsqu'on voudra mesurer la densité de gaz très lourds, pour éviter d'avoir à donner à l'appareil une hauteur exagérée, on pourra substituer à l'anhydride carbonique l'anhydride sulfureux.

» IV. Pour en revenir à mon point de départ, je ferai remarquer que l'azote, l'oxygène et l'argon, sur lesquels j'ai opéré les mesures de densité très approchées qu'on a vues dans une Note précédente, étaient des échantillons de gaz mis en œuvre dans mes essais de 1897 sur la végétation avec et sans argon, et que, leur pureté ressortant de leurs densités, il y a là une nouvelle vérification des résultats obtenus dans ces essais. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le néodyme*. Note de M. O. BOUDOUARD,
présentée par M. Troost.

« En 1885, M. Auer de Welsbach indiquait une méthode permettant de séparer le lanthane du didyme et de partager le didyme en praséodyme et en néodyme; cette méthode repose sur les différences de solubilité dans l'acide nitrique étendu des nitrates doubles de didyme et d'ammoniaque, et de lanthane et d'ammoniaque (1).

» En poursuivant mes recherches sur les terres yttriques, j'ai cherché à obtenir ces terres dans un état de pureté aussi parfait que possible. Pour les débarrasser des terres du groupe cérique qui peuvent les accompagner, un procédé consiste à employer le sulfate de potassium : les terres du groupe cérique donnent un sulfate double insoluble dans une solution saturée de sulfate alcalin; celles du groupe yttrique donnent un sulfate double soluble.

» De premiers essais m'avaient permis d'isoler une quantité très faible d'un oxyde dont le poids atomique était 142,7 et dont les sels présentaient le spectre d'absorption du néodyme, tel qu'il a été décrit par M. Auer de Welsbach. Cet oxyde avait été obtenu de la manière suivante : les oxydes yttriques déjà purs sont transformés en sulfates, et la solution aqueuse de ces sulfates est additionnée de sulfate de potassium en excès; on laisse en contact pendant au moins vingt-quatre heures, et le sulfate double formé est recueilli sur filtre, puis décomposé à chaud par la soude. L'oxyde, après s'être complètement débarrassé d'alcali, est dissous dans l'acide nitrique, puis précipité par l'acide oxalique.

» J'ai voulu voir si une nouvelle expérience viendrait confirmer ces données. Pour cela, 70^{gr} d'oxydes yttriques ont subi le traitement indiqué plus haut, et j'ai pu isoler ainsi une certaine quantité d'oxyde dont les solutions donnaient le spectre du néodyme. Après avoir enlevé le thorium par formation du sulfate double de néodyme et de sodium, insoluble dans une solution saturée de sulfate de sodium, j'ai analysé le produit finalement obtenu. Les résultats sont les suivants :

| | |
|-----------------------------------|-----------------------|
| Sulfate anhydre employé | 2 ^{gr} , 758 |
| Oxyde obtenu | 1 ^{gr} , 605 |

(1) *Monatshefte für Chemie*, t. VI, p. 477.

ce qui donne, pour le poids atomique du métal correspondant, le nombre 143.

» L'oxyde obtenu après calcination est verdâtre; l'oxalate et le sulfate anhydre ont une couleur légèrement rosée. Le sulfate cristallisé est rose et est moins soluble dans l'eau que le sel anhydre; cette solubilité est plus grande à froid qu'à chaud : ces propriétés relatives à la solubilité sont d'ailleurs communes à toutes les terres rares.

» Le spectre d'absorption de la solution du sulfate est caractérisé par les longueurs d'onde suivantes :

| | |
|----------------|--------------|
| 591,5-584..... | ombre |
| 584-572..... | très intense |
| 523-519..... | intense |
| 512-508..... | faible |
| 480..... | très faible |
| 470..... | très faible |

» J'ai pu comparer ce spectre à celui d'une solution de néodyme appartenant au laboratoire, et m'assurer qu'il y avait identité; les raies très faibles (480 et 470) sont très probablement dues à des traces de praséodyme.

» Il résulte de cet ensemble de faits que le néodyme donne un sulfate double de potassium plus soluble que le praséodyme, ce qui permettrait une séparation peut-être plus rapide que la méthode des cristallisations fractionnées : je me propose d'appliquer à l'étude des sels de didyme ce procédé fondé sur la solubilité relative des sulfates doubles alcalins. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur l'explosion des mélanges grisouteux par l'étincelle électrique. Principe de la dérivation du courant.* Note de MM. H. COURIOT et J. MEUNIER, présentée par M. Troost.

« Nous avons montré, dans une Note précédente ⁽¹⁾, que les mélanges de grisou et d'air ne sont pas allumés par un filament métallique incandescent, et qu'ils font explosion sous l'influence de l'étincelle de rupture :

(1) H. COURIOT et J. MEUNIER, *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 750; 1898.

Le grisou qui a servi à nos expériences provenait de la quinzième couche du bassin de Saint-Étienne (puits Beaunier).

il existe des conditions expérimentales où l'on peut faire éclater l'étincelle dans un mélange sans exciter l'explosion.

» Après avoir reconnu que les mélanges à 9,5 pour 100 de méthane étaient les plus explosifs, il était rationnel d'opérer d'abord sur ces mélanges, car il est certain que les conditions dans lesquelles on éviterait leur explosion seraient suffisantes pour éviter celle des autres mélanges de nature moins dangereuse. Dans nos premières expériences la tension du courant était demeurée constamment celle du secteur de la Ville de Paris réglée à 110 volts environ; nous avons obtenu de plus faibles voltages en introduisant des dérivations sur le circuit dont nous disposions. Nous avons déduit des résultats ainsi observés les principes suivants :

» PRINCIPE DE LA DÉRIVATION. — *Pour éviter l'explosion, il est nécessaire de relier par un conducteur secondaire deux des points des conducteurs entre lesquels se produit l'étincelle.*

» Cette condition est nécessaire, car, en employant une dérivation, nous avons pu fondre des fils de clavecin dans des mélanges à 9,5 pour 100 de méthane sans provoquer l'explosion, tandis que, sans dérivation, elle se produisait constamment. Toutefois, la condition ne suffit pas : en effet, les conducteurs qui, dans toutes nos expériences, ont servi à amener le courant à notre laboratoire étaient eux-mêmes en dérivation sur des conducteurs principaux dépendant du secteur de la Ville; en outre, le conducteur secondaire que nous avons intercalé dans le montage de notre appareil n'a pas toujours empêché l'explosion. Il y a donc lieu de rechercher quelles sont les autres conditions qui doivent être ajoutées à cette première.

» Deux points d'un circuit électrique étant doublement reliés, les deux conducteurs qui les relient sont en dérivation l'un par rapport à l'autre; désignons sous le nom de *dérivation directe* la branche qui contient l'exploseur, et par *dérivation parallèle* celle qui est opposée; soient r et r' leurs résistances respectives, i et i' les intensités que le courant principal fait naître dans chacune : on a, d'après les lois fondamentales de l'électricité, $\frac{i}{i'} = \frac{r'}{r}$, et le voltage $e = ir = i'r'$ est le même dans les deux dérivations qui ont leurs extrémités communes. Il s'ensuit que, pour deux conducteurs de résistances déterminées, le voltage est fixé par l'intensité du courant principal employé et que le rapport $\frac{r'}{r}$ demeure constant, pourvu que les différentes parties des conducteurs conservent la même température. L'intensité i étant réglée, tout sera donc réglé dans l'appareil.

» *Méthode expérimentale.* — Nous avons rattaché les extrémités des conducteurs du courant principal, de la dérivation directe, de la dérivation parallèle et d'un voltmètre, à des bornes vissées sur des pièces métalliques de résistance négligeable et formant deux séries parallèles isolées l'une de l'autre. Dans la dérivation directe, nous avons intercalé un ampèremètre donnant la valeur de l'intensité i , et permettant de calculer les valeurs de r et de r' et de suivre leurs variations dues à l'échauffement des conducteurs.

» La constance du rapport $\frac{r'}{r}$ étant assurée par cette disposition d'appareil, nous faisons varier l'intensité i au moyen d'un rhéostat placé sur le courant principal. Pour une valeur déterminée du rapport, nous faisons une série d'expériences en diminuant la valeur de i jusqu'à ce que l'étincelle de rupture ne provoquât plus l'explosion du mélange.

» *Lorsque le rapport des résistances acquiert une valeur élevée, c'est-à-dire lorsque la résistance est très grande dans la dérivation parallèle, l'étincelle de rupture détermine invariablement l'explosion.*

» Nous avons réalisé ce cas en prenant comme dérivation parallèle une lampe de 110 volts laissant passer un courant de 1 ampère environ, en sorte que la résistance r' était supérieure à 110 ohms; la dérivation directe contenant l'exploseur était formée par 100^m de fil de cuivre dont la résistance r était égale à 3 ohms; nous avons fait varier la valeur de i de 7^{amp},6 à 4^{amp},5 en passant par six valeurs intermédiaires : l'explosion a toujours eu lieu, tandis que, quand nous avons introduit à côté de la lampe une deuxième dérivation parallèle formée par un fil de cuivre et sans rien changer au reste de la disposition, l'explosion a cessé de se produire.

» Cette expérience peut fournir l'explication des résultats que nous avons obtenus avant d'employer dans notre appareil une dérivation spéciale : les conducteurs amenant le courant au laboratoire sont en dérivation sur le secteur; celui-ci joue donc le rôle d'une dérivation parallèle dont la résistance est du même ordre que celle de la lampe; l'explosion doit se produire constamment dans ces conditions.

» Comme corollaire du principe de la dérivation et de ces faits, on peut déduire que *l'étincelle, se produisant sur un circuit unique dont la rupture entraîne l'extinction complète du courant, provoque nécessairement l'explosion.*

» Pour déterminer la limite inférieure d'intensité à laquelle ce principe est encore exact, il faut employer des courants d'intensité décroissante; mais la difficulté pratique qui se présente alors est de se procurer des filaments métalliques assez fins pour qu'ils soient amenés à la fusion par ces

courants de faible intensité. Avec des fils d'argent de 0^{mm},05, les plus fins que l'on puisse trouver dans le commerce, et un courant de 1^{amp},9, nous avons eu des étincelles à peine visibles dans l'éprouvette de l'exploseur, et cependant elles suffisent pour déterminer la détonation. Nous pensons, en opérant sur des lampes, obtenir la rupture du filament avec des intensités beaucoup plus faibles.

» Reprenons notre rapport $\frac{r'}{r} = \frac{i}{i'}$; l'explosion est d'autant plus facilement évitée que la valeur du rapport se rapproche de l'unité. Lorsque la valeur décroît au-dessous de l'unité, c'est-à-dire lorsque la résistance de la dérivation parallèle devient faible par rapport à l'autre, à partir d'une certaine limite l'explosion se produit de nouveau. Il existe donc deux limites de ce rapport, l'une au-dessus, l'autre au-dessous de l'unité, entre lesquelles l'explosion peut être évitée, quand on ne dépasse pas une certaine intensité i .

» Voici les résultats que nous avons obtenus en prenant deux dérivations dont les résistances étaient d'égale valeur : i est l'intensité qu'il ne faut pas dépasser avec cette résistance pour éviter l'explosion des mélanges à 9,5 pour 100 de méthane :

| | | |
|--------------------|------------|------------|
| $\frac{r'}{r} = 1$ | $r = 0,75$ | $i = 11,5$ |
| | 3,3 | 5,6 |
| | 4,4 | 4,1 |

» Avec ces intensités les fils de clavecin que nous avons employés rougissent et fondent presque instantanément. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les propriétés du sulfure de strontium phosphorescent.* Note de M. **JOSÉ RODRIGUEZ MOURELO** (1).

« Ayant observé qu'une masse de chlorure de sodium, mélangée à du sulfure de strontium, était phosphorescente, j'ai tâché de voir si une certaine quantité de ce sulfure, répandue dans un corps inerte et non phosphorescent, communiquait à celui-ci sa propriété. J'ai employé un sulfure de strontium, doné de la phosphorescence la plus intense, et, comme

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École centrale des Arts et Métiers, à Madrid.

corps inertes, les sulfates de strontium, de baryum et de calcium. Quelquefois on faisait des mélanges très homogènes; parfois on calcinaient ces mélanges au rouge vif pendant quelques heures et l'on mélangeait, avec lesdits sulfates, des corps destinés à réagir et à produire une quantité déterminée de sulfure de strontium. Dans tous les cas, on procéda en faisant des mélanges très intimes et en les tamisant jusqu'à ce qu'ils se réduisissent en poudre impalpable et d'une parfaite homogénéité. Voici les résultats obtenus :

» *Sulfate de strontium et sulfure de strontium.* — On mélangea, dans un mortier en fer, 50^{gr} de sulfate de strontium avec 2^{gr},50 de sulfure de strontium; le mélange intime fut exposé à la lumière directe, sans insolation, pendant cinq minutes; dans l'obscurité toute la masse présenta une phosphorescence bleu verdâtre assez intense. Avec des quantités de sulfure inférieures à 5 pour 100, le phénomène ne se présentait pas.

» Un mélange intime, fait avec 50^{gr} de sulfate de strontium et 2^{gr},50 de sulfure, chauffé au rouge vif pendant trois heures, donna une masse qui, une fois pulvérisée et tamisée, ne présentait pas de phosphorescence, après une exposition de quinze minutes à la lumière directe; mais, en y ajoutant 1^{gr} de sulfure phosphorescent et en chauffant de nouveau pendant trois heures, le produit pulvérisé devenait phosphorescent, en l'exposant cinq minutes à la lumière.

» 50^{gr} de sulfate de strontium mélangés avec 5^{gr} de carbonate de strontium et 1^{gr},50 de soufre, chauffés pendant trois heures au rouge vif, donnèrent une masse non phosphorescente, même après une longue exposition à la lumière directe. En y ajoutant 15^{gr} de carbonate de strontium et 5^{gr} de soufre, et faisant chauffer de nouveau le mélange pendant trois heures, il donna un produit phosphorescent qui contenait 10 pour 100 de sulfure de strontium.

» 50^{gr} de sulfate de strontium furent mélangés à 5^{gr} de carbonate de strontium et 1^{gr},50 de soufre en y ajoutant, en très petites quantités, du carbonate de sodium et du chlorure de sodium et une trace de sous-nitrate de bismuth; le mélange intime, chauffé comme dans l'expérience précédente, donna un produit dépourvu de phosphorescence. En y ajoutant 15^{gr} de carbonate de strontium, 5^{gr} de soufre et du carbonate de sodium, du chlorure de sodium et du sous-nitrate de bismuth, après avoir fait chauffer pendant quatre heures au rouge vif, on obtint un produit qui, avec cinq minutes d'exposition à la lumière, présenta une phosphorescence assez intense.

» *Sulfate de baryum et sulfure de strontium.* — En mélangeant 50^{gr} de sulfate de baryum avec 2^{gr},50 de sulfure de strontium, on obtient une masse qui, avec cinq minutes d'exposition à la lumière, donne une phosphorescence d'un bleu verdâtre assez intense. Le même mélange, calciné pendant trois heures au rouge vif, produit le même effet.

» 50^{gr} de sulfate de baryum, mélangés avec 5^{gr} de carbonate de strontium et 1^{gr},50 de soufre, produisent une masse qui, réduite en poudre impalpable, après avoir subi

la température du rouge vif pendant quatre heures, donne une phosphorescence bleu verdâtre, par cinq minutes d'exposition à la lumière.

» Le mélange de 50^{gr} de sulfate de baryum, 5^{gr} de carbonate de strontium, 1^{gr},50 de soufre et des traces de carbonate de sodium, de chlorure de sodium et de sous-nitrate de bismuth, ayant été chauffé au rouge vif pendant quatre heures, donna un produit phosphorescent.

» Dans ces deux dernières expériences, la phosphorescence était faible, même après vingt minutes d'exposition à la lumière; mais l'intensité pouvait être augmentée par les moyens décrits.

» *Sulfate de calcium et sulfure de strontium.* — Par le mélange de 50^{gr} de sulfate de calcium avec 2^{gr},50 de sulfure de strontium on obtint une masse non phosphorescente, dans les conditions des expériences antérieures; en y ajoutant encore 2^{gr},50 de sulfure on réussit à le rendre phosphorescent, par sept minutes d'exposition à la lumière directe. Le même mélange de 50^{gr} de sulfate de calcium et 5^{gr} de sulfure de strontium, chauffé au rouge vif pendant trois heures, présenta une égale phosphorescence, sans augmentation d'intensité.

» En mélangeant 50^{gr} de sulfate de calcium, 5^{gr} de carbonate de strontium et 1^{gr},50 de soufre et soumettant le mélange à la température du rouge vif, pendant trois heures, on obtient une masse non phosphorescente; on peut lui donner cette qualité en la rechauffant encore trois heures après y avoir ajouté 15^{gr} de carbonate de strontium et 5^{gr} de soufre ou bien 2^{gr},50 de sulfure de strontium.

» 50^{gr} de sulfate de calcium, 5^{gr} de carbonate de strontium, 1^{gr},50 de soufre et de très petites quantités de carbonate de sodium, chlorure de sodium et sous-nitrate de bismuth, après avoir été intimement mélangés et soumis pendant trois heures à la température du rouge vif, donnèrent une masse non phosphorescente. J'ajoutais 15^{gr} de carbonate de strontium, 5^{gr} de soufre et des traces de carbonate de sodium, chlorure de sodium et sous-nitrate de bismuth; en calcinant de nouveau, il en résulta un produit phosphorescent, par sept minutes d'exposition à la lumière directe. On obtient le même effet en mélangeant simplement avec 2^{gr},50 de sulfure de strontium.

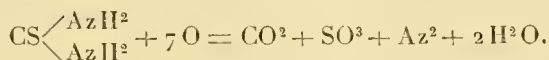
» Dans tous les cas, quoique la masse devienne phosphorescente d'une manière uniforme, l'intensité lumineuse est plus faible, ainsi que l'excitabilité, que lorsqu'il s'agit du seul sulfure. La nuance de la phosphorescence rappelle celle qui est propre au sulfure de strontium; toutefois, dans les cas cités, elle est presque toujours quelque peu blanchâtre. Les effets dépendent aussi du volume de la masse et, les autres circonstances restant les mêmes, ils sont plus intenses avec le sulfate de baryum qui, parmi les matières employées, a le plus grand poids spécifique, tandis qu'on obtient les plus faibles avec le sulfate de calcium, qui a la moindre densité. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'oxydation de quelques composés amidés et thio-amidés.* Note de M. OETSCHNER DE CONINCK (1).

« J'ai étudié l'action des hypochlorites alcalins, à excès d'alcali, sur quelques amides, urées et sulfo-urées.

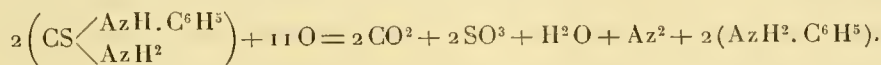
» 1° *Acétamide*. — J'ai déjà fait agir sur ce corps une solution aqueuse d'hypochlorite de sodium sodique. Les résultats négatifs que j'ai obtenus tenaient à ce que la solution était trop étendue. Avec des solutions plus concentrées d'hypochlorites de sodium et de potassium alcalins, l'acétamide est décomposée avec mise en liberté d'azote. Mais la réaction est surtout nette lorsqu'on traite cette amide par une solution concentrée et tiède d'hypochlorite de calcium; la liqueur mousse, tant le dégagement gazeux est abondant. On peut réaliser ainsi une belle expérience de cours.

» 2° *Sulfo-urée*. — La sulfo-urée est moins facilement attaquée que l'urée par l'hypochlorite de sodium sodique. En même temps qu'il se dégage de l'azote, il se forme une grande quantité d'acide sulfurique et la réaction est la suivante :



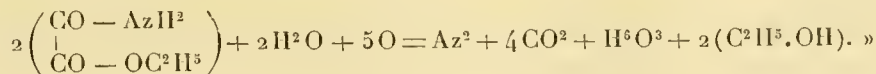
» 3° *Phényl-urée*. — Au contact de l'hypochlorite de sodium alcalin, l'azote commence à se dégager. La décomposition devient plus marquée, si l'on chauffe progressivement.

» 4° *Phényl-sulfo-urée*. — Cette urée est beaucoup plus stable que la précédente, résultat qui, rapproché de celui fourni par la sulfo-urée, montre que le soufre confère de la stabilité à la molécule. Il se dégage une faible proportion d'azote, il y a production d'acide sulfurique et d'une matière colorante jaune foncé; on est donc amené à penser que, *en première phase du moins*, la réaction est



» 5° *Sarcosine* (méthyl-glycocolle). — Ce dérivé est assez stable, en présence de l'hypochlorite de sodium alcalin, et il faut chauffer pour obtenir le dégagement d'azote.

» 6° *Oxaméthane* (CO — AzH² — CO.OC²H⁵). — Cet éther amidé commence à se décomposer à froid, au contact du réactif. Avec l'aide de la chaleur, le dégagement d'azote devient abondant. On a

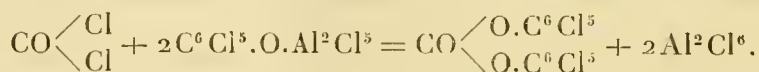


(1) Ces recherches ont été faites à l'Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Montpellier.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés chlorés du carbonate de phényle.*

Note de M. **E. BARRAL**, présentée par M. Friedel.

« On ne connaissait aucun dérivé chloré du carbonate de phényle lorsque j'ai obtenu ⁽¹⁾ le carbonate de phényle perchloré $\text{CO}(\text{O}.\text{C}^6\text{Cl}^5)^2$, en faisant réagir Al^2Cl^6 sur l'hexachlorophénol- α $\text{C}^6\text{Cl}^6\text{O}$, en solution dans le sulfure de carbone. Du chlorure de carbonyle, formé dans la réaction, réagit à l'état naissant sur le pentachlorophénate de chlorure d'aluminium produit, et le transforme en carbonate de phényle perchloré :



» Le carbonate de phényle perchloré ayant été obtenu par la même réaction que celle qui sert à préparer le carbonate de phényle, il est très probable que tous les dérivés intermédiaires peuvent se former par l'action de COCl^2 sur les dérivés chlorés du phénol.

» La chloruration directe du carbonate de phényle, en présence des chlorurants énergiques, me permet de donner une autre méthode de préparation de ces dérivés chlorés.

» Du carbonate de phényle, dissous dans le tétrachlorure de carbone, ayant été mis dans un grand flacon plein de chlore, j'ai constaté que ce gaz n'est pas absorbé (comme l'ont déjà remarqué plusieurs auteurs), même après plusieurs jours au soleil. Mais, en projetant une petite quantité d'iode dans le flacon, j'ai obtenu immédiatement une très vive réaction accompagnée d'une notable élévation de la température; il se dégage de l'acide chlorhydrique et l'atmosphère se décolore. Le flacon a été rempli plusieurs fois avec du chlore, jusqu'à ce que celui-ci ne fût plus absorbé.

» J'ai obtenu du carbonate de phényle bichloré $\text{CO}(\text{O}.\text{C}^6\text{H}^1\text{Cl})^2$, cristallisé en aiguilles soyeuses blanches, fusible à 142° , insoluble dans l'eau, peu soluble à froid dans le benzène et l'alcool absolu, mais très soluble à l'ébullition.

» Ce corps se décompose rapidement lorsqu'on le chauffe avec de la potasse alcoolique, à l'ébullition de l'alcool : on obtient un précipité de

⁽¹⁾ *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris*, 1895. — *Bulletin de la Société chimique de Paris*, t. XIII, p. 345; 1895.

carbonate de potassium et une solution de monochlorophénate de potassium.

» En faisant passer directement le chlore dans du carbonate de phényle additionné d'iode ou de *pentachlorure d'antimoine*, j'ai réussi à fixer beaucoup plus de chlore et à obtenir des composés fusibles à des températures supérieures à 142°.

» Je me propose d'étudier ultérieurement ces dérivés chlorés du carbonate de phényle. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les cholestérines des végétaux inférieurs.*

Note de M. E. GÉRARD, présentée par M. Arm. Gautier.

« Dans deux Notes précédentes (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1544 et t. CXXI, p. 723), j'ai montré que les cholestérines retirées de certains végétaux cryptogamiques étaient bien distinctes de la cholestérine animale et de la phytostérine (cholestérine des végétaux supérieurs) et qu'elles se rapprochaient, par leurs propriétés particulières, de l'ergostérine de M. Tanret; quelques-unes même étaient complètement identiques avec cette dernière. C'est ce qui m'avait conduit à dire que les cholestérines existant dans les végétaux inférieurs appartiennent toutes à un groupe bien spécial : le groupe de l'ergostérine.

» Les végétaux cryptogamiques qui ont été étudiés faisaient partie des Basidiomycètes, des Myxomycètes, des Ascomycètes, des Oomycètes et des Lichens. Dans cette nouvelle Note, je me propose de relater mes observations sur les cholestérines retirées, d'une part, d'une espèce microbienne, le *Staphylocoque blanc*, d'autre part, d'une Algue, le *Fucus crispus*.

» I. *Cholestérine du Staphylocoque blanc*. — Pour pouvoir en retirer même des traces de cholestérine, on a dû faire, pendant des mois entiers, des cultures de *Staphylocoque* sur bouillon de peptone, en opérant chaque fois sur 1^{lit} du milieu nutritif. Dans les cultures développées, on ajoutait 40^{gr} d'acide chlorhydrique par litre de bouillon, et l'on portait le tout à l'ébullition.

» Suivant l'observation de Nencki (1), par l'action de l'acide et de la chaleur, les microbes se réunissent en gros flocons faciles à séparer par le filtre. Les masses zooglées ainsi obtenues sont ensuite lavées à l'eau distillée, essorées, traitées par l'alcool bouillant. Après distillation de l'alcool, le résidu est repris par de l'éther qui abandonne, par évaporation, une matière huileuse à odeur putride très prononcée,

(1) *Journ. für praktische Chemie*, 2^e série, t. XX, p. 443.

dans laquelle on a recherché la cholestérine. Pour cela, la matière grasse est saponifiée par de la soude en solution alcoolique; le savon obtenu est dissous dans l'eau, et la liqueur est agitée avec de l'éther. Le résidu de l'évaporation de la couche éthérée est dissous dans l'alcool bouillant. Par refroidissement, il se forme quelques cristaux qui, examinés au microscope, se présentent, comme la cholestérine, en petites lamelles rectangulaires.

» Mais les proportions infinitésimales de ce produit que j'ai pu ainsi préparer ne m'ont pas permis de déterminer ses constantes physiques. Toutefois, je suis arrivé à effectuer sur cette substance les réactions qui permettent de la différencier de la cholestérine animale et de la phytostérine et qui la rapprochent de l'ergostérine de M. Tanret et des cholestérines que j'ai isolées des autres Cryptogames (1). Voici ces réactions :

» 1° Une parcelle du produit se dissout complètement dans l'acide sulfurique concentré en le colorant en rouge sang, et l'agitation immédiate de cette solution avec le chloroforme *laisse ce dernier incolore*.

» 2° La solution sulfurique étendue d'eau donne un précipité verdâtre et non blanc comme pour les cholestérines ordinaires.

» 3° On ajoute, à une solution de quelques cristaux de cette cholestérine dans le tétrachlorure de carbone, de l'acide sulfurique concentré; on obtient ainsi une coloration rouge sang et le tétrachlorure se sépare avec une belle coloration verte.

» Autre point important qui montre bien que la cholestérine retirée du protoplasma des microbes appartient au groupe de l'ergostérine : elle s'altère à l'air en se colorant comme les cholestérines des organismes inférieurs.

» II. *Cholestérine du Fucus crispus* (Cholestérine d'*Algues*). — 2^{ks} de fucus sont épuisés par de l'alcool bouillant; la liqueur alcoolique est distillée à sec. Le résidu est repris par l'éther; après évaporation on obtient une matière grasse de consistance butyreuse, brun foncé, que l'on saponifie par de la potasse alcoolique. Le savon est dissous dans l'eau et la solution est agitée avec l'éther. La liqueur éthérée, décantée et évaporée, donne quelques cristaux aiguillés nageant dans une matière huileuse très colorée; on soumet le tout à une nouvelle saponification en présence d'un grand excès de potasse, le produit est dissous dans l'eau et la solution, *très alcaline*, est agitée avec du chloroforme. Le résidu provenant de l'évaporation de la liqueur chloroformique est redissous dans l'alcool bouillant. Par refroidissement, il se dépose quelques lamelles cristallines présentant toutes les réactions des cholestérines des Cryptogames et bien différentes de celles que donnent, dans les mêmes conditions, la cholestérine animale ou la phytostérine.

» En résumé, les cholestérines retirées soit des espèces microbiennes, soit des Algues, appartiennent par leurs réactions particulières, aussi bien que par leur facile altérabilité à l'air, au groupe de l'ergostérine comme celles des Basidiomycètes, des Myxomycètes, des Ascomycètes, des Oomycètes et des Lichens que j'ai étudiées dans les Notes antérieures. Dans

(1) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 725.

aucun cas je n'ai pu trouver un produit se rapprochant de la cholestérine animale ou des cholestérines des végétaux supérieurs. »

ZOOLOGIE. — *Étude sur l'anatomie et l'histologie du rectum et des glandes rectales des Orthoptères* (1). Note de M. L. BORDAS, présentée par M. Edmond Perrier.

« Le *rectum* des ORTHOPTÈRES affecte, dans toutes les familles, une disposition typique à peu près uniforme. C'est un organe tantôt ovoïde, tantôt rectangulaire ou fusiforme, à musculature épaisse et portant sur ses parois *six bandelettes* parallèles à l'axe de l'organe, allongées, très apparentes extérieurement et désignées sous le nom de *glandes rectales*. Ces glandes sont constantes dans toutes les familles de l'ordre des Orthoptères et présentent partout une structure et une forme sensiblement identiques, sauf chez les FORFICULIDÆ, où elles sont sphériques et placées suivant deux rangées circulaires alternant d'une rangée à l'autre. Chez les TRUXALINÆ, elles sont remarquables par leur extrême longueur. Dans toutes les familles, elles sont caractérisées par l'énorme développement de l'assise épithéliale. Celle-ci est constituée par de grosses cellules rectangulaires à volumineux noyau central plurinucléolé. Ces organes ont été décrits pour la première fois, chez l'Abeille, par Swammerdam. Dans la suite, de nombreux auteurs ont étudié ces glandes chez quelques Insectes, et Gegenbaur les regarde comme des rudiments de branchies trachéennes. L'ensemble de notre travail, qui a porté sur une quarantaine d'espèces appartenant aux diverses familles des Orthoptères, nous a conduit à considérer les bourrelets du rectum (*glandes rectales*), de tout point semblables à ceux que nous avons étudiés chez les Hyménoptères (2), comme formés par un ensemble de glandes unicellulaires groupées, intermédiaires, par leur forme, entre les vraies glandes en tube et les surfaces glandulaires planes.

» Chez les FORFICULIDÆ, le rectum présente la forme d'une poche, tantôt ovoïde, tantôt fusiforme, dont la surface est recouverte, à sa partie supérieure et sur ses parois latérales, par de gros faisceaux musculaires servant à faire mouvoir les deux branches de la pince qui termine le corps de l'insecte. Sur les parois de l'organe, on observe

(1) Travail fait au laboratoire de M. le professeur Marion, à Marseille.

(2) Voir *Appareil glandulaire des Hyménoptères (Annales des Sciences naturelles : Zoologie; 1894)*.

six masses blanchâtres, presque sphériques, alternes, disposées suivant deux lignes circulaires et rappelant assez bien les glandes homologues des Sphégiens et des Ichneumons.

» Parmi les PHASMIDÆ le *Phibalosoma pythoni* (Westw.) est pourvu d'un rectum présentant, à son origine, un appareil valvulaire interne tout à fait caractéristique, comprenant six valves. Chacune de ces dernières, de structure musculaire, affecte la forme d'une pyramide triangulaire appliquée, par l'une de ses faces, sur les parois intestinales et présente une base légèrement excavée, tournée vers la région terminale du tube digestif. Ces six valvules, au moment de leur contraction, ferment hermétiquement l'extrémité postérieure de l'intestin et ne laissent, à l'état de repos, qu'une étroite ouverture étoilée.

» Le rectum des BLATTIDÆ et des MANTIDÆ est un organe ovoïde, pourvu de *six* bandelettes épithéliales, fusiformes et équidistantes, constituant les glandes rectales.

» Les ACRIDIDÆ possèdent un rectum de forme ovalaire et séparé de l'intestin moyen par une valvule annulaire (*Pacilocerus, Pyrgomorpha*). Ses parois sont épaisses et possèdent *six* larges glandes rectales, fusiformes, presque confluentes ou séparées par des sillons parallèles très étroits. Le rectum des *Truxalis* est ovoïde et très allongé comparativement à celui des autres espèces.

» La paroi interne du rectum des GRYLLIDÆ est très irrégulière et présente une série de replis ou bandelettes longitudinales (*glandes rectales*), à bords plissés transversalement et frangés, divisant l'organe en un certain nombre de compartiments communiquant entre eux dans la région centrale.

» Les *glandes rectales* du *Decticus verrucivorus*, vues en coupe transversale, présentent une forme triangulaire et comprennent une assise de grosses cellules rectangulaires, à noyau central sphérique ou légèrement allongé et contenant de nombreux nucléoles très apparents. Les noyaux sont généralement entourés d'une auréole blanchâtre. Le protoplasma présente, vers le bord externe de chaque cellule, une structure réticulée et forme, en avant, une série de striations irrégulières et arborescentes. L'assise cellulaire est recouverte par une membrane ou *intima* chitineuse, généralement mince, peu sinueuse et à faces parallèles. On compte, en moyenne, sur une section transversale, de 40 à 50 cellules entrant dans la constitution d'une glande rectale. Dans les sillons compris entre deux bourrelets glandulaires, la hauteur des cellules diminue brusquement et ces dernières forment alors l'*assise chitinogène*. Dans l'espace angulaire limité, des deux côtés, par l'assise des glandes, on constate, au milieu du tissu conjonctif, un réseau très compact de filaments trachéens de différents diamètres et dont les dernières ramifications pénètrent même jusqu'à la base des cellules. Enfin, l'ensemble de l'organe est enveloppé par une très mince couche de fibres musculaires circulaires et, à l'extérieur, par des muscles longitudinaux, localisés surtout en face des sillons interglandulaires.

» Quant au *rectum*, il présente, en allant de l'intérieur à l'extérieur, les assises suivantes : 1° une membrane ou *intima* chitineuse; 2° une assise cellulaire; 3° du tissu conjonctif et des faisceaux de tubes trachéens; 4° des muscles circulaires, et enfin 5° des faisceaux musculaires longitudinaux et, tout à fait à l'extérieur, une membrane ou tunique péritonéale très mince. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les matières de réserve de la Ficaire.*
 Note de M. LECLERC DU SABLON, présentée par M. Gaston Bonnier.

« La période active de la végétation de la Ficaire (*Ficaria ranunculoides*) s'étend du mois de septembre au mois de mai. Pendant tout l'été, au moins dans le Midi de la France, la plante est réduite à un certain nombre de racines renflées et rattachées à un court rhizome. Au mois de septembre, un ou plusieurs bourgeons se développent et donnent des feuilles dont le limbe vient s'étaler à la surface du sol. Dès la fin de décembre, les boutons de fleurs apparaissent et s'épanouissent successivement jusqu'au mois d'avril. Vers le mois de février, de nouvelles racines renflées se forment et se remplissent de matières nutritives, tandis que les anciennes sont peu à peu digérées et se flétrissent. Au mois de mai, les feuilles se dessèchent, les nouvelles racines ont complètement remplacé les anciennes, la vie de la plante se ralentit.

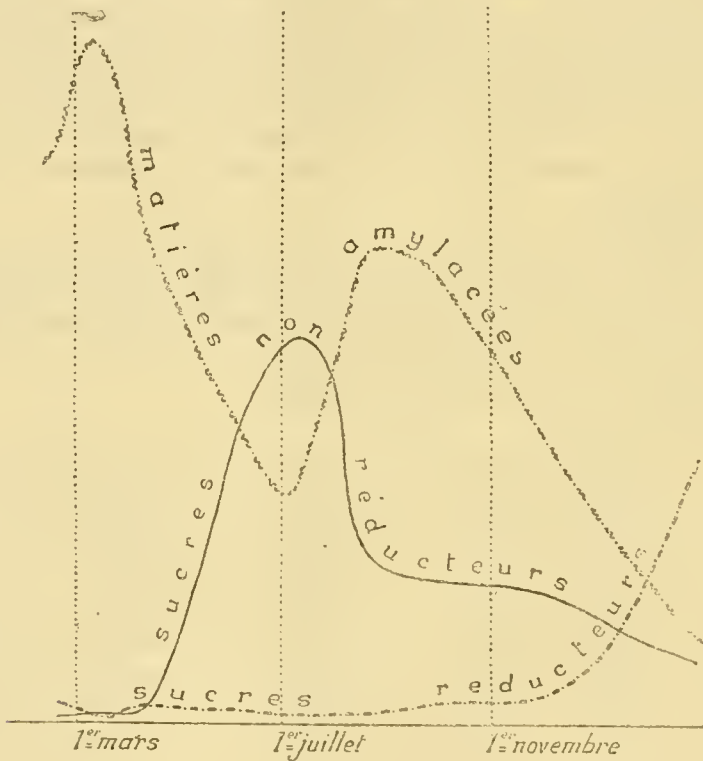
» J'ai étudié les tubercules de Ficaire, à peu près de mois en mois, pendant toute la durée de leur développement, du mois de février d'une année au mois de février de l'année suivante; j'ai dosé séparément : les sucres réducteurs, les sucres non réducteurs, la dextrine et l'amidon. Le Tableau suivant renferme les résultats de ces dosages :

| | | | | | |
|---------------------|-------|---------------|---------------|--------------|--------------|
| 22 février | 1,034 | 0,028 (2 %) | 0,008 (0,7 %) | 0,031 (3 %) | 0,542 (52 %) |
| 9 mars | 1,239 | 0,007 (0,5 %) | 0,009 (0,7 %) | 0,051 (4 %) | 0,781 (63 %) |
| 9 avril | 1,560 | 0,039 (2 %) | 0,025 (1 %) | 0,129 (8 %) | 0,727 (46 %) |
| 24 mai | 3,623 | 0,076 (2 %) | 0,780 (21 %) | 0,582 (16 %) | 0,730 (20 %) |
| 2 juillet | 3,280 | 0,054 (1 %) | 1,271 (38 %) | 0,246 (7 %) | 0,549 (16 %) |
| 21 août | 1,458 | 0,020 (1 %) | 0,230 (15 %) | 0,250 (17 %) | 0,436 (30 %) |
| 2 octobre | 1,695 | 0,036 (2 %) | 0,241 (14 %) | 0,363 (21 %) | 0,400 (23 %) |
| 9 novembre . . . | 1,676 | 0,032 (2 %) | 0,244 (14 %) | 0,250 (14 %) | 0,334 (20 %) |
| 18 janvier | 1,902 | 0,173 (9 %) | 0,174 (9 %) | 0,185 (9 %) | 0,217 (11 %) |
| 23 février | 0,228 | 0,061 (26 %) | 0,017 (7 %) | 0,011 (4 %) | 0,014 (6 %) |

» Les tubercules jeunes renferment presque exclusivement de l'amidon; mais, dans le mois d'avril, une partie de cet amidon devient soluble dans l'eau et se transforme en dextrine. Au mois de mai, lorsque la végétation se ralentit, ce changement s'accuse encore plus; l'amidon diminue pendant que la dextrine augmente. Mais la transformation de la matière hydrocarbonée ne s'arrête pas là; la dextrine provenant de l'amidon donne du sucre

non réducteur. Au mois de juillet, lorsque la vie de la plante est le moins active, le sucre non réducteur atteint un maximum et constitue beaucoup plus de la moitié de la réserve totale. A partir du mois d'août, lorsque la végétation active recommence, une transformation inverse se produit et une partie du sucre revient à l'état de dextrine et d'amidon. Puis, la plante vivant aux dépens des réserves accumulées dans ses racines, les matières amylacées, aussi bien que les sucres non réducteurs, sont transformées en glucose qui est assimilé; la proportion de ce dernier composé n'augmente néanmoins d'une façon sensible qu'à partir du mois de décembre.

» Les courbes ci-jointes ne sont que la représentation graphique des



Courbes des substances emmagasinées dans les tubercules, indiquant la variation de leur proportion relative pendant les saisons.

résultats portés au Tableau précédent; l'une (1) montre les variations de la proportion des matières amylacées (dextrine et amidon), l'autre (2) la variation des sucres non réducteurs, et la troisième (3) la variation des sucres réducteurs. Les variations en sens inverse des matières amylacées

et des sucres non réducteurs montrent que ces deux sortes de substances se remplacent comme réserve suivant les phases du développement. Pendant la vie ralentie, la réserve est surtout sucrée; après et avant elle est surtout amylacée.

» Dans le cours de l'évolution de la plante, l'amidon se transforme donc en dextrine puis en sucre non réducteur dans deux circonstances : 1° en mai et juin lorsque la vie se ralentit; alors la transformation s'arrête au sucre non réducteur qui est mis en réserve; 2° à partir du mois d'octobre lorsque les réserves sont consommées; mais alors le sucre non réducteur provenant des matières amylacées donne, à son tour, du glucose directement assimilable.

» Les choses se passent à ce moment comme dans les autres plantes à réserve amylacée. Entre ces deux phases, vers le mois d'août, une transformation inverse se produit et une partie du sucre repasse à l'état d'amidon.

» Je reviendrai, dans un travail plus étendu, sur l'étude des réserves de la Ficaire et de quelques autres plantes; j'ai seulement voulu, dans cette Note, attirer l'attention sur les transformations de la réserve hydrocarbonnée pendant la période de vie ralentie. »

GÉOLOGIE. — *Tectonique de la région secondaire et montagneuse comprise entre les vallées de l'Ouzon et d'Aspe (Basses-Pyrénées)*. Note de M. J. SEUNES, présentée par M. Michel-Lévy.

« Entre la plaine sous-pyrénéenne et les hautes montagnes formées de terrains primaires avec lambeaux de Crétacé supérieur s'étend une large et longue région montagneuse de terrains secondaires (Crétacé inférieur, Jurassique et Trias). Dans les points où la succession est normale, le Jurassique, traversé par des pointements d'ophite, supporte la succession suivante :

» 1° Calcaires plus ou moins dolomitiques ou pas, bien lités : *Exogyra*, *Pecten*, *Pleuronia*, *Nerinea*, etc.

» 2° Schistes plus ou moins calcaires, souvent argileux, terreux par décomposition, avec calcschistes et bancs calcaires : *Hoplites Deshayesi*, *Hoplites* sp., *Douvilleiceras Martini*, *Belemnites semicanaliculatus*, *Exogyra aquila*, *Plicatula placunea*, *Janira atava*, *Terebratula sella*, *Echinospatagus Collegnoi*, etc. (Faune aptienne).

» 3° Calcaires souvent coralliens, formant des crêtes parfois très étendues en longueur et d'épaisseur variable. La partie inférieure est surtout caractérisée par des *Toucasia*, *Orbitolina*; en quelques points on trouve, au sommet, des Chamacés particuliers.

» 4° Schistes souvent calcaires, avec calcschistes et parfois bancs de calcaires. Les

schistes sont parfois ardoisiers et exploités en divers points. Ils sont très peu fossilifères : *Belemnites minimus* (type), *Belemnites semicanaliculatus* (?), *Rhynchonella sulcata*, *Ammonites* (frag. ind.) (Faune albienne).

» Ces derniers schistes présentent parfois des bancs lenticulaires de calcaire corallien. Au nord de la région, ils sont recouverts en concordance par le flysch cénomannien. Ces deux formations présentent, à l'ouest d'Arudy, des filons et des pointements assez importants de porphyrites à amphibole.

» La région montagneuse et secondaire dont nous venons d'indiquer la composition est très plissée; les plis sont parallèles et dirigés suivant l'orientation moyenne de la chaîne; leur nombre varie dans l'étendue de la région. En général, ils sont plus ou moins obliques, penchés vers le sud et plus ou moins dénudés. Plusieurs d'entre eux se transforment en plis-failles sur une partie plus ou moins importante de leur parcours et présentent cette particularité que, sur le flanc nord, la succession des assises est régulière, tandis que, sur le flanc sud, la voûte jurassique dénudée se trouve en contact avec les schistes albiens ou le calcaire à *Toucasia*. Tel est le cas : 1° de l'anticlinal le plus septentrional (Castet, Billières), dont la crête calcaire à *Toucasia* du flanc nord domine la plaine sous-pyrénéenne; 2° de l'anticlinal qui vient immédiatement au sud du précédent (nord de Sarrance). Ces plis disparaissent plus ou moins rapidement et quelquefois momentanément à l'ouest de la vallée de Lourdios sous le recouvrement des bandes synclinales des schistes albiens qui occupent de si grandes surfaces aux environs de Lourdios, Arette, Issor, Aramits, Lanne, Tardets, etc. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la classification phylogénique des Lamellibranches.*

Note de M. H. DOUVILLÉ, présentée par M. Albert Gaudry.

« Les classifications phylogéniques ont pour objet de ranger les êtres suivant leur ordre de succession dans le temps; ce sont les seules classifications vraiment naturelles, puisqu'elles reproduisent un arrangement, qui a réellement existé, tandis que les autres classifications sont toujours plus ou moins des vues de l'esprit. Elles reposent essentiellement sur l'étude des formes fossiles et ne peuvent donc être fondées que sur des caractères qui ne disparaissent pas par la fossilisation.

» De là l'importance de la classification proposée par Neumayr pour les Lamellibranches et qui est basée essentiellement sur la structure de l'appareil cardinal; il distingue ainsi cinq ordres, *Taxodontes*, *Dysodontes*,

Desmodontes, *Hétérodontes* et *Cryptodontes*; ce dernier, très incomplètement connu, pouvant être laissé provisoirement de côté.

» L'étude de l'appareil cardinal a été reprise par MM. Munier-Chalmas et Bernard; ce dernier a montré en particulier que les *Taxodontes* et les *Dysodontes* présentaient un même type de charnière, tandis que, sous ce même point de vue, les *Desmodontes* ne différaient pas des *Hétérodontes*; il n'y a donc que deux types, le premier *multidenté* et le second *paucidenté*, dans lequel les lamelles dentaires se réduisent sur chaque valve à deux, en avant et en arrière. Du reste, les dents alternent toujours régulièrement sur les deux valves. En outre, on observe deux bandes crénelées sur la prodissoconque des multidentés.

» Nous avons eu précédemment l'occasion de constater, chez les *Pectinides*, l'influence considérable du mode d'habitat sur la forme de la coquille; cette même influence se retrouve dans toute la classe des *Lamelli-branches* et peut fournir des caractères importants pour la classification.

» D'après les travaux des naturalistes, le type normal des *Lamelli-branches* correspond à des animaux qui rampent librement sur leur pied ventral à la manière des *Gastropodes*; dans ce cas, le Mollusque se tient en équilibre sur son pied, et il est nécessaire, pour cela, qu'il soit symétrique par rapport au plan de jonction des valves et que les deux côtés antérieur et postérieur soient de dimensions analogues; le pied est situé à peu près au milieu de la région ventrale; quand l'animal rampe sur un plan horizontal, l'axe antéro-postérieur est également horizontal; la coquille est symétrique (orthoconque) et équivalve, subéquilatérale et homomyaire; elle n'est pas baillante puisqu'elle doit garantir complètement l'animal qu'elle recouvre, et les dents cardinales sont bien développées. Ces caractères se retrouvent dans les *Taxodontes* et dans les *Hétérodontes* qui représentent les formes normales primitives; ils offrent du reste des variations plus ou moins considérables qui dépendent principalement des modifications que ces animaux éprouvent dans leur faculté locomotrice.

» Ainsi, dans les *Taxodontes*, nous voyons que les *Areidés* se fixent par un byssus sécrété par le pied; la coquille devient alors inéquilatérale par le développement prépondérant du côté postérieur; le pied byssifère se déplace du côté antérieur et sa position est souvent indiquée par une échancrure de la coquille; la charnière devient rectiligne et fréquemment les dents s'allongent parallèlement à la ligne cardinale, ce qui entraîne la diminution de leur nombre. L'animal vient-il à recouvrer sa motilité (*Pectunculus*), la coquille redevient équilatérale.

» Ces modifications deviennent bien plus profondes dans les Dysodontes; le byssus prend une importance de plus en plus grande et se déplace progressivement vers le côté antérieur amenant l'atrophie progressive du muscle antérieur; l'animal devient essentiellement *anisomyaire*. Tantôt il reste symétrique comme dans les Mytilidés, tantôt il se couche sur le côté, et toujours sur le côté droit, et, le déplacement du byssus continuant toujours, le muscle antérieur disparaît complètement; la coquille devient d'abord *pleuroconque*, puis *monomyaire*. En même temps l'appareil cardinal diminue beaucoup d'importance et se réduit à un petit nombre de lamelles, ou même disparaît complètement.

» Mais l'animal peut aussi perdre sa motilité en s'enfonçant dans la vase et en vivant dans un trou à la manière des Pholades. Dans ce cas, l'animal est encore symétrique et orthoconque, mais son axe antéro-postérieur devient *vertical*: la coquille, qui est moins nécessaire pour protéger l'animal, devient baillante, et comme elle n'a plus besoin de s'ouvrir ni de se fermer, l'appareil cardinal s'atrophie plus ou moins; c'est le cas de la plupart des Desmodontes anciens (Pholadomyes, Pleuromyces). Mais, à une époque plus récente, certains de ces animaux recouvrent progressivement leur motilité et l'appareil cardinal reprend son importance; il se réduit d'abord à la partie centrale des lamelles dans les Solénidés, à laquelle s'ajoutent ensuite les dents latérales, lorsque l'animal est redevenu libre et la coquille non baillante, comme dans les Mactres.

» Les Desmodontes forment ainsi un groupe naturel dérivé primitivement des Hétérodontes et s'en écartant beaucoup dans les temps anciens, mais convergeant de nouveau vers ce type aux époques plus récentes.

» Les Hétérodontes, qui représentent le type normal paucidenté, paraissent presque aussi anciens que les Taxodontes; il est cependant probable qu'ils en dérivent par la diminution du nombre des lamelles suivant un processus analogue à celui que l'on suit chez les Dysodontes; quant à la disparition des bandes crénelées, on ne pourrait guère l'expliquer que par une accélération dans le développement embryonnaire.

» Les Hétérodontes se fixent fréquemment d'une manière intermittente par un byssus; quand ce byssus se développe, nous retrouvons les modifications signalées plus haut; dans les *Byssocardium* éocènes et dans les Tridacnes, la coquille présente une large échancrure byssale, le pied s'est déplacé vers le côté *antérieur*, amenant ainsi l'atrophie du muscle antérieur. Une modification analogue, mais plus ancienne, correspond aux Congéries, qui reproduisent exactement la forme des Mytilidés.

» Les Hétérodontes peuvent aussi se fixer aux rochers; ils deviennent alors *pleuroconques*, c'est le cas des Rudistes.

» En résumé, je considère les Taxodontes comme représentant la souche normale primitive de laquelle sont dérivés presque aussitôt les Hétérodontes par simplification de la charnière et accélération du mode de développement; les Dysodontes sont des Taxodontes progressivement modifiés par leur fixation byssale, tandis que les Desmodontes sont des Hétérodontes originairement transformés par leur emprisonnement dans la cavité qu'ils se sont creusée. »

PHYSIOLOGIE. — *De la visibilité des rayons X par certains jeunes aveugles.*

Note de M. FOVEAU DE COURMELLES, présentée par M. Marey.

« A l'Institution des jeunes aveugles, 240 élèves ont été examinés par moi, avec le concours de M. Ducretet (les diagnostics avaient été faits par M. le D^r Landolt).

» On a évité les illusions d'optique, si fréquentes chez les aveugles dont l'attention est attirée sur un point, en employant une bobine de 25^{cm} d'étincelle, avec interrupteur Ducretet à moteur séparé; de sorte que, ce moteur marchant toujours et produisant un bruit uniforme, on pouvait interrompre à volonté la production des rayons X. On n'a retenu que les aveugles suivant bien les variations d'apparition ou de cessation des rayons X.

» On a isolé ceux-ci en enveloppant d'un épais voile noir le tube de Crookes; ce qui a constitué une première série d'expériences d'autant plus intéressantes que l'œil physiologique normal ne perçoit pas les rayons X et que, seule, la plaque photographique se voile par l'action de ces rayons obscurs. On a opéré également avec le tube de Crookes voilé, avec, en face de lui, l'écran au platinocyanure de baryum, pour étudier la visibilité des rayons fluorescents. Dans la troisième série de recherches, le tube de Crookes à découvert était très lumineux, grâce à sa lumière cathodique caractéristique.

» Voici les résultats : sur ces 240 élèves, 36 sont presque des voyants normaux, moniteurs ou employés, et ont été éliminés. Restent 204 qui, placés dans l'obscurité en présence du tube de Crookes enveloppé d'un voile noir, ont fourni neuf sujets, cinq filles et quatre garçons, percevant les rayons X.

» Une jeune fille de 18 ans, atteinte aux deux yeux d'un grand collobome de l'iris et à l'œil gauche d'une cataracte congénitale et de l'atrophie du nerf optique, voyant un peu à l'état normal, a perçu les rayons X, les rayons cathodiques et les rayons fluorescents.

» Une autre, de 14 ans et demi, un peu voyante, atteinte aux deux yeux d'atrophie du globe, voit les rayons X, cathodiques et fluorescents.

» Une troisième, de 16 ans et demi, ayant à peine la sensation de la lumière, à leucome adhérent des deux yeux, voit les rayons X et cathodiques, et pas les fluorescents.

» Une quatrième, de 18 ans, absolument aveugle, atteinte à l'œil gauche d'atrophie partielle du globe, d'iridectomie, de cataracte probablement traumatique, d'iritis et, à l'œil droit, de buphtalmos, de leucome adhérent au côté interne et inférieur, d'amaurose, voit les rayons X, mieux les rayons cathodiques, et pas du tout les rayons fluorescents.

» Une cinquième de 23 ans, de vue bonne, monitrice, voit les rayons X et cathodiques « rouges comme le soleil », dit-elle.

» Les garçons ont été moins intéressants, quoique plus nombreux. *Trois* seulement ont perçu les rayons X ou accusé de la lumière : le premier, 13 ans, présente de l'arrêt de développement et voit très peu normalement (sur huit enfants de cette famille à père et mère consanguins, les quatre de rang pair sont aveugles; sa sœur, également à l'Institution et qui présente de l'atrophie des globes, surtout à droite, ne voit que les rayons cathodiques et fluorescents, seulement de l'œil gauche), il perçoit les rayons X, cathodiques et fluorescents de la façon la plus nette.

» Un deuxième, du même âge, ophthalmie purulente, voit également à peine la lumière; il perçoit les rayons X, cathodiques et fluorescents.

» Un troisième, 15 ans et demi, à la suite de la même affection, est également presque totalement aveugle, il perçoit les rayons X et très peu les autres rayons.

» Un quatrième, atteint de cataracte congénitale, âgé de 20 ans, presque voyant, perçoit les trois groupes de rayons qui nous occupent.

» Deux aveugles presque complets : un garçon de 15 ans atteint d'ophthalmie, une jeune fille de 21 ans ayant à gauche de l'atrophie du globe et de la cyclite, à droite de l'iridocyclite avec cataracte calcaire, ont accusé de la douleur dans les yeux lors de la mise en marche du tube de Crookes; cette douleur a continué pendant toute la durée de l'expérience pour la jeune fille, et a cessé de suite pour le garçon.

» 81 aveugles (64 garçons et 17 filles) avec atrophie du globe ou du nerf optique, arrêt de développement, ne perçoivent absolument rien, ni la lumière normale, ni celle des tubes de Crookes.

» Pour les autres, voyant plus ou moins bien la lumière, les rayons cathodiques et les rayons fluorescents ont été perçus, mais les premiers mieux que les seconds.

» Contrairement à ce qui a été affirmé par des observateurs ayant opéré sur des cas restreints (deux ou trois aveugles) et en des conditions mal définies, les aveugles complets et par lésion centrale n'ont rien perçu. Seuls, des aveugles par lésion périphérique, et ayant une très vague perception de

la lumière, ont figuré dans les neuf sujets percevant les rayons X, alors que d'autres, plus voyants, n'en ont pas eu la notion.

» Il est d'ailleurs impossible de tirer des conclusions définitives de ce travail, malgré le grand nombre d'aveugles observés; il paraît, cependant, résulter que la rétine peut acquérir, dans certains cas de cécité, une hyperacuité comparable à la sensibilité de la plaque photographique qu'impressionnent les rayons X. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Applications de la Radiographie à l'étude des malformations digitales.* Note de MM. ALBERT LONDE et HENRY MEIGE, présentée par M. Marey.

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie un certain nombre de radiographies de malformations congénitales des doigts. La nouvelle méthode permet de noter toutes les particularités de nombre, de siège, de forme et de structure des segments osseux normaux et anormaux.

» Elle donne des renseignements précis au chirurgien qui pourra décider, en connaissance de cause, de l'opportunité de son intervention.

» En collectionnant les documents de ce genre, on arrivera peut-être un jour à apporter un peu de lumière sur les lois qui président à l'apparition de ces anomalies.

» Les sujets dont les observations suivent ont été radiographiés dans le laboratoire photographique de la Salpêtrière (service de M. le professeur Raymond).

PLANCHE I ⁽¹⁾. — POLYDACTYLIE.

» Homme, 31 ans, *sexdigitaire complet. Auriculaire surnuméraire aux deux mains et aux deux pieds.*

» *Aux mains*, le doigt surnuméraire est situé sur le bord cubital de la main, prolongeant la série des doigts normaux. Il est pourvu de trois phalanges; la phalange, très courte, est soudée à la phalange.

» *A droite*, le doigt surnuméraire est articulé sur l'extrémité inférieure du cinquième métacarpien qui présente à cet effet une double tête articulaire.

» *A gauche*, le doigt surnuméraire s'articule sur une tubérosité que présente le cinquième métacarpien en son milieu, sur le bord externe.

(¹) L'observation détaillée de ce cas a été publiée *in extenso* : A. LONDE et HENRY MEIGE, *Radiographies d'un sexdigitaire (Nouvelle Iconographie de la Salpêtrière, Fasc. I; janvier-février 1897)*.

» Ces deux métacarpiens sont notablement plus gros que leurs voisins et semblent formés par la soudure de deux os accolés.

» *Aux pieds*, le sixième doigt, à gauche comme à droite, prolonge sur le bord externe la série des orteils normaux et s'articule par une facette articulaire spéciale sur la tête du cinquième métatarsien, qui est également plus volumineux que ses congénères.

PLANCHE II (1). — POLYDACTYLIE.

» Homme, 23 ans, *sexdigitaire complet*. *Auriculaire surnuméraire aux deux mains et aux deux pieds*.

» La *main gauche* a été opérée de son sixième doigt, pendant la jeunesse.

» La *main droite* présente un auriculaire supplémentaire, pourvu seulement de deux phalanges, et s'articulant par une tubérosité développée sur l'extrémité inférieure du cinquième métacarpien, du côté cubital; ce dernier os est de volume plus gros que dans la normale.

» Le *pied droit* est pourvu d'un cinquième orteil supplémentaire, pourvu de deux articles osseux, et s'articulant du côté externe sur la tête du cinquième métatarsien notablement augmenté de volume.

» Au *pied gauche*, le cinquième orteil surnuméraire s'articule sur une tubérosité développée sur le côté externe du cinquième métatarsien. En outre, tous les orteils sont déviés vers le bord externe du pied, rappelant ainsi la déformation décrite à la main sous le nom de *doigts en coup de vent*.

PLANCHE III (1). — POLYDACTYLIE.

» Femme, *sexdigitaire*. *Annulaire surnuméraire aux deux mains et aux deux pieds*.

» *Main gauche*. — Un annulaire supplémentaire est situé entre le quatrième et le cinquième doigt. Il est pourvu de trois articles osseux, grêles et d'un tissu peu compact; la phalangine est soudée à la phalange.

» Entre le quatrième et le cinquième métacarpien on distingue la tête d'un quatrième métacarpien adventice. L'auriculaire normal est en outre pourvu, sur le côté externe, d'un rudiment de doigt charnu, pourvu d'un rudiment d'ongle, mais ne contenant aucune pièce osseuse.

» *Main droite*. — Disposition toute différente : les deux annulaires, le normal et l'anormal, sont soudés vers leur attache métacarpienne. Les deux phalanges s'écartent en formant un V très ouvert; les phalanges et les phalangines se rapprochent de façon à constituer une sorte de *pince*.

» Une masse osseuse peu épaisse représente un rudiment de tête métacarpienne adventice.

» *Pied gauche*. — Un quatrième orteil surnuméraire et un vestige de quatrième métatarsien affectent une disposition analogue à celle qu'on observe sur la main gauche.

(1) Observation de A. Londe et Henry Meige.

PLANCHE IV (1). — ECTRODACTYLIE ET SYNDACTYLIE.

» *Absence congénitale de deux doigts à chaque main (annulaire et auriculaire).*
— *Syndactylie des doigts index et médus.* — *Syndactylie partielle des deuxième et troisième orteils.*

» *Main gauche.* — Les trois phalanges et les métacarpiens de l'index et du médus sont visibles. Les deux phalangettes sont soudées.

» *Main droite.* — Même disposition, sauf la soudure des phalangettes. En outre, on distingue entre les dernières une troisième phalangette et, au-dessus, deux masses osseuses mal développées, représentant le squelette d'un troisième doigt rudimentaire.

» *Aux pieds.* — Les phalanges des deuxième et troisième orteils sont indépendantes quant à leur squelette, mais reliées par les parties molles.

PLANCHE V.

» A. *Ectrodactylie* (2) réalisant la disposition dite en *pincés de homard*.

» Absence complète des deuxième, troisième et quatrième métacarpiens et des doigts correspondants.

» Rudiment de pouce et d'auriculaire.

» B. *Macroactylie* (3) du médus et de l'index de la main gauche.

» C et D. *Syndactylie* (4) des doigts médus, index et annulaire à chaque main.

» Ectrodactylie partielle; absence de phalanges.

» Vices de développement multiples des doigts. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Application de la radiographie à l'étude d'un cas de myxœdème (développement du système osseux sous l'influence du traitement thyroïdien)* (5). Note de MM. GEORGES GASNE et ALBERT LONDE, présentée par M. Marey.

« Les radiographies que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie montrent l'état du squelette dans un cas de myxœdème infantile et

(1) Observation de F. Raymond et P. Janet. — *Malformation des mains en « pincés de homard » chez une épileptique.* (*Nouv. Iconographie de la Salpêtrière*, t. X; N° 6; 1897).

(2) Observation de A. Londe et Henry Meige. Inédite.

(3) Observation de R. Cestan. — In *Nouv. Iconographie de la Salpêtrière*; N° 6; 1897.

(4) Observation de A. Londe et Henry Meige. Inédite.

(5) Travail de la clinique des maladies du système nerveux, service de M. le professeur Raymond.

les modifications que le traitement thyroïdien a manifestement provoquées dans le développement du système osseux.

» Entré à la Salpêtrière dans le service de M. le professeur Raymond, le 2 juin 1897, ce malade présentait au grand complet tous les signes classiques du myxœdème. Il faut dire que les premières manifestations de cette maladie n'ont apparû qu'à l'âge de 4 ans, que la constitution et la taille étaient normales à la naissance et que le développement a été suffisant pendant les trois premières années. Actuellement O... a 19 ans et n'a que 1^m,03 de hauteur; ses os paraissent du reste assez bien proportionnés, malgré ses jambes cagneuses et ses pieds bots.

» Nous avons radiographié le thorax et les épaules, les coudes et les avant-bras, les poignets, les mains, les genoux, les jambes et les pieds. La persistance des cartilages de conjugaison et surtout l'absence de toute trace d'ossification dans la plupart des épiphyses permettent de rapprocher le squelette de notre malade de celui d'un enfant de 2 ans et demi. En prenant la main comme exemple on voit que, des os du carpe, seuls le pyramidal, le grand os et l'os crochu sont visibles, qu'on devine à peine les points complémentaires de l'extrémité inférieure des métacarpiens, qu'on ne voit aucune trace de ceux des phalanges, des phalangines ou des phalangettes, sauf aux phalangettes du médius et de l'annulaire où ils commencent à apparaître.

» Le traitement a consisté dans l'administration de corps thyroïde de mouton en nature : du 17 juin au 27 octobre le malade a absorbé 61 lobes. Sans parler des modifications profondes des autres symptômes, nous constatons, du côté du squelette, d'abord l'augmentation de la taille (4^{cm}), puis des progrès considérables de l'ossification. Un petit disque osseux parfaitement net représente le point complémentaire des deux phalanges du pouce et de son métacarpien qui se comporte comme une phalange, ceux des trois phalanges de chacun des autres doigts; les quatre derniers métacarpiens sont surmontés d'un noyau globuleux de nouvelle formation; le carpe s'est développé et le trapèze ainsi que le trapézoïde se distinguent nettement. Partout, au poignet, au coude, à l'épaule, au genou où la rotule est enfin visible, au cou-de-pied, au pied, on assiste à l'apparition de noyaux nouveaux, ou au développement et parfois à la soudure des épiphyses qui avaient commencé déjà à s'ossifier avant le traitement. Cette soudure est loin d'être réalisée partout et il est certain que nous pourrons encore constater des modifications du squelette et de la taille chez ce malade. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Paralysie expérimentale sous l'influence des venins. — Altérations de la moelle (poliomyélite) et des nerfs (névrite).*

Note de MM. CHARRIN et CLAUDE, présentée par M. d'Arsonval.

« On sait que des accidents nerveux variés, troubles moteurs, sensitifs, réflexes, etc., se développent parfois à la suite des piqûres ou morsures de certaines espèces de vipères ou de serpents. — Grâce à une série de recherches, poursuivies avec la collaboration de M. Phisalix, nous avons pu, en premier lieu, observer ces accidents chez l'animal et, en second lieu, découvrir à quelles lésions correspondent ces désordres.

» Le 4 novembre 1897, on injecte à un lapin de l'extrait de sangsue, le produit de cinq têtes; puis, quelques jours après, on introduit sous sa peau 1^{mg} de venin.

» Ce lapin, vacciné contre l'action coagulante de ce venin sous l'influence de l'extrait de sangsue (1), résiste à ce poison. Néanmoins, cette immunisation n'étant pas absolue, on voit survenir un amaigrissement marqué, qui cependant cesse assez promptement. L'animal paraissait aller assez bien, lorsque, vers la fin de décembre, se sont développés des accidents progressifs caractérisés par de la faiblesse, par de l'atrophie musculaire. — Le 22 janvier 1898, l'évolution de ces accidents permettait de constater l'existence d'une paraplégie spasmodique, avec retards dans la sensibilité, dans les réactions réflexes; il existait aussi des troubles trophiques, une parésie prononcée des membres antérieurs. — Bientôt les muscles du thorax ont cessé de fonctionner; l'asphyxie a déterminé la mort.

» L'examen histologique de l'appareil nerveux a permis de déceler les causes de ces accidents.

» Les nerfs, surtout ceux des membres antérieurs, sont atteints d'une névrite parenchymateuse prononcée; la myéline est segmentée, réduite en boules plus ou moins grosses.

» Les coupes de la moelle, traitées au picro-carmin, à l'hématoxyline, à la méthode de Pal, révèlent une congestion intense. — La technique de Nissl, l'hématoxyline de Delafilde font découvrir des lésions cellulaires plus ou moins marquées suivant les régions, légères dans la zone cervicale, moyennes dans la partie dorsale, considérables dans le segment lombaire, plus encore au niveau de la terminaison.

(1) C'est M. Phisalix qui a préparé pour ainsi dire cet animal; c'est, du reste, à cet auteur qu'on doit les notions relatives aux procédés de vaccination partielle ou totale contre les venins, comme on lui doit, au sujet de ces venins, une foule d'autres notions.

» Dans le haut, on observe un protoplasma plus granuleux qu'à l'état normal; les cellules offrent quelques déformations. — En descendant d'étage en étage, ces granulations, aussi bien que ces déformations, augmentent; les noyaux deviennent indistincts; les prolongements cellulaires sont plus grêles. — Dans les territoires lombaire et sacré, les éléments chromatophiles disparaissent; des vacuoles se montrent de plus en plus nombreuses en se rapprochant de l'extrémité inférieure; on distingue difficilement les masses nucléaires; les expansions sont tordues, filiformes; la congestion est excessive; la prolifération est manifeste, surtout au niveau du groupe antéro-interne, vers la partie de la substance moyenne grise; en ce point, les cellules embryonnaires sont assez nombreuses.

» L'examen des centres supérieurs, de la protubérance, du bulbe, etc., révèle aussi quelques altérations.

» En somme, on constate l'existence d'une poliomyélite lombo-sacrée associée à des névrites prédominantes dans les membres antérieurs; les lésions centrales paraissent tenir, de préférence, sous leur dépendance, les troubles morbides des pattes postérieures; les lésions périphériques sont plutôt en rapport avec les désordres moteurs de ces membres antérieurs.

» Cette coexistence d'altérations centrales et périphériques, indépendantes les unes des autres, nous paraît de première importance pour la solution de certains problèmes de neuro-pathologie. — De plus, ces résultats donnent la clef des phénomènes nerveux observés. — En outre, ils montrent que les venins, comme les toxines, engendrent et ces phénomènes nerveux et des lésions de la moelle ou des nerfs; or l'un de nous a montré depuis longtemps que les poisons microbiens sont capables de faire naître des désordres relevant du névraxe. Ainsi se poursuit, à un nouveau point de vue, le parallèle établi à tant d'autres égards entre ces toxines et ces venins. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les éruptions du Vésuve*. Note de M. E. SEMMIOLA, présentée par M. Mascart.

« Les diverses phases d'activité du Vésuve pendant la période éruptive actuelle, commencée le 3 juillet 1895 et qui continue encore, ont été étudiées dans le but de savoir s'il existe une relation quelconque entre les jours où les coulées de lave ont été en augmentation ou en diminution et les dates des phases lunaires relatives aux mêmes époques.

» Depuis juillet 1895 jusqu'à juillet 1897, il y a eu 265 jours où les coulées de lave ont été en augmentation ou en diminution. Dans la même période de temps, s'accomplirent 103 phases lunaires; donc, en 162 jours, l'activité du Vésuve s'est produite sans aucune relation avec l'âge de la Lune. Les intervalles de temps entre deux variations successives dans l'activité du volcan sont excessivement variables, quelquefois de la durée de quelques heures et quelquefois de plusieurs jours, et même de plusieurs semaines, en opposition avec ce qui arrive pour les phases lunaires.

» Enfin, de l'examen de l'état du volcan aux époques des phases lunaires il résulte que les jours de la nouvelle ou de la pleine Lune ont été 22 fois en augmentation, 13 fois en diminution, et 17 fois l'activité du volcan est restée stationnaire. Pour les jours de premier et de dernier quartier de la Lune, 21 fois les laves ont été en augmentation, 12 fois en diminution, et 18 fois sans variations.

» Les faits observés pendant deux années ne confirment donc pas l'hypothèse, émise par quelques savants, que l'attraction luni-solaire doit agir sur les masses ignées fluides souterraines comme sur les eaux de la mer, auquel cas la période de la plus forte activité volcanique devrait se produire pendant les phases de nouvelle ou de pleine Lune, et la plus faible pendant les phases de premier et de dernier quartier. »

M. le DIRECTEUR DES SERVICES DE LA COMPAGNIE DES MESSAGERIES MARITIMES transmet à l'Académie un extrait d'un Rapport de M. le lieutenant de vaisseau *Bourdon*, commandant le *Yang-Tsé*.

« . . . La traversée de la mer Rouge fut marquée par la capture bien inattendue d'un énorme poisson qui se fit prendre par l'étrave du navire et qui, tenu en travers, opposait une telle résistance à la marche que la diminution de vitesse fut presque immédiatement remarquée. On travailla à le dégager et nous tentâmes de l'embarquer après l'avoir élingué; mais son poids était tellement considérable qu'à peine hors de l'eau il occasionna la rupture de la chaîne du treuil. Nous dûmes le suspendre à l'avant du navire au moyen d'une amarre. A Djibouti, l'animal fut remis à un médecin naturaliste qui reconnut un Lamantin de l'espèce appelée *Dugong*, espèce que l'on considérait comme disparue depuis un siècle. . . . »

M. S. RANTOR adresse une réclamation de priorité à l'occasion de plusieurs Notes de M. Paul Serret, insérées dans les *Comptes rendus*, pendant le second semestre de 1897 et relatives à l'hypocycloïde à trois rebroussements :

« Mon Mémoire est inséré dans les *Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften Wien*, Band 78, Jahrgang 1878, p. 204 à 233. Un extrait a paru en 1879 dans le *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques*, de MM. Darboux et Houël.

» Le but principal des quatre Notes de M. Serret était d'établir pour le 5-6-7-latère circonscrit à l'hypocycloïde à trois rebroussements des propriétés caractéristiques.

» A la page 215 de mon Mémoire se trouve son théorème sur le 5-latère; à la page 225, son théorème sur le 6-latère; à la page 226, la propriété du 7-latère.

» Mon Mémoire m'a été inspiré par la lecture du travail de Auguste Miquel, inséré dans le *Journal de Liouville*; ma méthode me permet d'énoncer pour le 9-... n -latère, où n est quelconque, les propriétés caractéristiques analogues à celles qui se rapportent au 5-6-7-8-latère. La méthode de M. Serret s'y prêterait peut-être moins facilement. »

M. CHAPEL adresse une Note ayant pour titre : « Relations harmoniques des planètes supérieures ».

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 21 MARS 1898.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. GASTON DARBOUX et JULES TANNERY. Deuxième série. Tome XXII. Février 1898. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 fasc. in-8°.

Les gaz de l'atmosphère. Histoire de leur découverte, par WILLIAM RAMSAY, de la Société royale de Londres, Correspondant de l'Institut de France. Traduit de l'anglais par GEORGES CHARPY, Docteur ès Sciences. Paris, G. Carré et C. Naud, éditeurs, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. A. Cornu.)

La Mathématique. Philosophie, Enseignement, par C.-A. LAISANT, Répétiteur à l'École Polytechnique, Docteur ès Sciences. Paris, G. Carré et C. Naud, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Poincaré.)

Précis élémentaire de la théorie des fonctions elliptiques avec Tables numériques et applications, par LUCIEN LÉVY, Examineur d'admission et Répétiteur d'Analyse à l'École Polytechnique. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Poincaré.)

Climatologie de la région de Paris, par JOSEPH JAUBERT, Chef du Service physique et météorologique de l'observatoire municipal de Montsouris et annexe Tour Saint-Jacques. Paris, Baudry et C^{ie}, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Mélanges géologiques, par G. DEWALQUE, Docteur en Médecine et en Sciences naturelles, etc. Septième série. Bruxelles et Liège, 1890-1897; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Revue générale des Sciences pures et appliquées. N° 5. 15 mars 1898. Directeur : LOUIS OLIVIER, Docteur ès Sciences. Paris, G. Carré et C. Naud; 1 fasc. in-4°.

Musée botanique de Leide. Livr. 4-8. Leide; 8 fasc. in-4°.

Il Sole e l'Universo, appunti di Astronomia e Geologia di GIROLAMO MARZOCCHI. Bologna, 1898; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 21 mars 1898.)

Note de M. A. Chauveau, De l'importance du sucre considéré comme aliment, etc. :

Page 801, ligne 24, *au lieu de* tout élément, *lisez* tout aliment de cette nature.

Note de M. G. Vincent, Sur la conductibilité électrique des lames minces d'argent, etc. :

Pages 820 et suivantes, *changez partout* μ (microns) *en* $\mu\mu$ (millionièmes de millimètre), *sauf* en un seul endroit, page 822, ligne 11 en remontant.



TABLE DES ARTICLES. (Séance du 21 mars 1898.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

| Pages. | Pages. |
|--|--|
| M. DE JONQUIÈRES. — Solutions algébriques de diverses questions concernant les équations indéterminées du second degré à trois termes..... 863 | M. ARMAND GAUTIER. — Action de quelques réactifs sur l'oxyde de carbone, en vue de son dosage dans l'air des villes..... 871 |

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

| | |
|---|--|
| M. GIROD adresse l'indication d'un procédé pour la détermination de la place des projectiles dans les tissus et une réclamation de priorité à ce sujet..... 875 | pendant les temps brumeux..... 875 |
| M. A. GRALLE soumet au jugement de l'Académie une Note intitulée : Projet ayant pour but d'éviter les abordages en mer | M. A. PANCHIEL adresse une Note relative à la construction d'un aérostat..... 875 |
| | M. MERLATO adresse, pour les concours des prix Montyon, une Note relative à ses diverses inventions..... 876 |

CORRESPONDANCE.

| | |
|---|---|
| M. J. GUILLAUME. — Observations du Soleil faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner), pendant le quatrième trimestre de 1897..... 876 | M. E. BARRAL. — Sur les dérivés chlorés du carbonate de phényle..... 908 |
| M. H. DESLANDRES. — Nouvelle série de photographies de la chromosphère entière du Soleil..... 879 | M. E. GERARD. — Sur les cholestérines des végétaux inférieurs..... 909 |
| M. G. HUMBERT. — Sur les transformations singulières des fonctions abéliennes..... 883 | M. L. BORDAS. — Étude sur l'anatomie et l'histologie du rectum et des glandes rectales des Orthoptères..... 911 |
| M. R. BAIRE. — Sur les fonctions discontinues développables en séries de fonctions continues..... 884 | M. LECLERC DU SABLON. — Sur les matières de réserve de la Ficaire..... 913 |
| M. G. SAGNAC. — Caractères de la transformation des rayons X par la matière..... 887 | M. J. SEUNES. — Tectonique de la région secondaire et montagneuse comprise entre les vallées de l'Ouzou et d'Aspe (Basses-Pyrénées)..... 915 |
| M. Ch. FÉRY. — Sur l'irradiation photographique, applications diverses..... 890 | M. H. DOUVILLE. — Sur la classification phylogénique des Lamellibranches..... 916 |
| M. A. CORNU. — Remarques au sujet de la Communication de M. Ch. Féry..... 892 | M. FOVEAU DE COURMELLES. — De la visibilité des rayons X par certains jeunes aveugles..... 919 |
| M. J. CARPENTIER. — Sur un amplificateur universel destiné aux agrandissements photographiques..... 893 | MM. ALBERT LONDE et HENRY MEIGE. — Applications de la Radiographie à l'étude des malformations digitales..... 921 |
| M. TH. SCHLÖSING fils. — Détermination de la densité des gaz sur de très petits volumes. Applications..... 896 | MM. GEORGES GASNE et ALBERT LONDE. — Application de la Radiographie à l'étude d'un cas de myxœdème (développement du système osseux sous l'influence du traitement thyroïdien)..... 923 |
| M. O. BOUDOARD. — Sur le néodyme..... 900 | MM. CHARRIN et CLAUDE. — Paralyse expérimentale sous l'influence des venins. Altérations de la moelle (poliomyélite) et des nerfs (névrite)..... 925 |
| MM. H. COURIOT et J. MEUNIER. — Sur l'explosion des mélanges grisouteux par l'étincelle électrique. Principe de la dérivation du courant..... 901 | M. E. SEMMOLA. — Sur les éruptions du Vésuve..... 926 |
| M. JOSÉ RODRIGUEZ MOURELO. — Sur les propriétés du sulfure de strontium phosphorescent..... 904 | M. le DIRECTEUR DES SERVICES DE LA COMPAGNIE DES MESSAGERIES MARITIMES transmet à l'Académie un extrait d'un Rapport |
| M. OËCHSNER DE CONINCK. — Sur l'oxydation de quelques composés amidés et thioamidés..... 907 | |

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

| | Pages. | | Pages. |
|---|--------|---|--------|
| de M. le lieutenant de vaisseau <i>Bourdon</i> , concernant la capture d'un Lamantin dans la mer Rouge..... | 927 | M. <i>Paul Serret</i> , insérées en 1897 dans les <i>Comptes rendus</i> | 928 |
| M. S. KANTOR adresse une réclamation de priorité à l'occasion de plusieurs Notes de | | M. CHAPEL adresse une Note ayant pour titre : « Relations harmoniques des pla- nètes supérieures »..... | 928 |
| BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE | | | 928 |
| ERRATA | | | 930 |

1898

PREMIER SEMESTRE.

APR 15 1898

3029

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXVI.

N° 13 (28 Mars 1898).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1898

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1^{er}. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5^h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

APR 15 1897

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 MARS 1898,

PRÉSIDENTE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Étude préliminaire d'une méthode de dosage de l'oxyde de carbone dilué d'air*; par M. ARMAND GAUTIER.

« Le dosage de l'oxyde de carbone dans l'air des villes populeuses, telles que Paris ou Londres, aurait la plus grande importance au point de vue de l'hygiène urbaine et de la pathogénie de certaines affections. On connaît l'extrême toxicité de ce gaz, même très dilué, et nul doute que, dans certaines conditions, il ne se rencontre en proportions nuisibles dans l'air des quartiers où la population est la plus dense, les foyers les plus nombreux, l'industrie la plus active. A certaines heures, surtout dans les saisons froides, des torrents de gaz issus des combustions de toute sorte viennent s'abattre sur nos maisons et l'on sait que, pour 100 volumes d'acide carbo-

nique, ils contiennent généralement de 6 à 7 volumes d'oxyde de carbone. Peut-on retrouver et doser ce dernier gaz lorsqu'il est mélangé à dix mille, à cent mille fois son volume d'air? Je pense pouvoir répondre affirmativement à cette question (1).

» J'ai fondé la méthode dont je vais étudier les éléments essentiels sur l'observation déjà ancienne (1870) faite par M. Ditte que l'oxyde de carbone pur décompose à chaud l'anhydride iodique en en déplaçant l'iode et se transformant en acide carbonique. J'ai observé que cette réaction commence avant 30°, qu'elle est active à 40° ou 45° et complète à 60° ou 65° et cela *quelle que soit la dilution de cet oxyde de carbone dans l'azote ou dans l'air.*

» Dans tous les cas, la réaction se passe entièrement suivant l'équation : $5\text{CO} + \text{I}^2\text{O}^5 = 5\text{CO}^2 + \text{I}^2$. En effet, pour un volume d'oxyde de carbone, il se dégage toujours à 60°-70° un volume égal de CO^2 , et pour chaque centimètre cube d'oxyde de carbone oxydé, calculé sec à 0° et 760^{mm}, il se fait, quelle que soit la dilution, 0^{gr},00227 d'iode.

» De là (en dehors du cas que nous examinerons plus loin du mélange de CO^2 à d'autres gaz oxydables) un moyen de doser l'oxyde de carbone dilué d'air, soit qu'on mesure l'acide carbonique produit par son passage sur l'anhydride iodique, soit qu'on pèse, ou apprécie tout autrement l'iode ainsi mis en liberté.

» Il reste à établir ce point fondamental que, contrairement à ce qui se passe dans beaucoup de réactions, l'oxyde de carbone mélangé d'air réagit sur l'anhydride iodique suivant l'équation ci-dessus, quelle que soit sa dilution et jusqu'à sa plus infime parcelle.

» Pour m'en rendre compte, j'ai essayé d'une part de peser l'iode retenu en chaque cas par une petite colonne de cuivre réduit pulvérulent ou de poudre d'argent (2), de l'autre de doser l'acide carbonique formé. Je me servais d'abord de liqueurs titrées. Mais quand il s'agit de quelques centimètres cubes ou fractions de centimètre cube de gaz carbonique, les titrages en présence des indicateurs colorants sont passibles d'un degré d'incertitude de l'ordre de la grandeur à déterminer. Je me suis donc décidé à recourir au titrage en volumes, susceptible d'une grande précision.

(1) Voir les deux Notes déjà parues à ce sujet p. 793 et 871 de ce Volume.

(2) Je reviendrai sur cette variante de la méthode à propos de mes essais de dosage de l'oxyde de carbone dans l'air de Paris.

» J'ai suivi la méthode que MM. Müntz et Aubin ont employée pour doser l'acide carbonique de l'air atmosphérique (1), méthode très sûre que je rappelle en quelques mots : L'air où doit être dosé CO^2 est reçu dans un tube de verre de 0^m,020 de diamètre effilé à ses deux bouts et maintenu presque horizontal, de 0^m,80 de long, rempli de perles de verre mouillées d'un volume connu de potasse caustique décarbonatée par digestion avec l'hydrate de baryte (2). Quand l'acide carbonique formé a été tout entier emmagasiné dans ce tube, on le scelle aux deux bouts, on adapte l'extrémité postérieure à une tubulure trempant dans l'acide sulfurique étendu, l'antérieure à un petit ballon où l'on peut faire le vide au moyen d'une trompe de Sprengel. On casse la pointe antérieure et l'on extrait et rejette tout l'air du tube. On le porte alors à 100° et, cassant la pointe postérieure, on y laisse pénétrer l'acide sulfurique étendu, il chasse devant lui tout l'acide carbonique qu'on extrait et recueille. En mesurant sur le mercure, avec les précautions classiques, le volume obtenu, puis le volume d'air résiduel après que le gaz CO^2 a été absorbé par un erayon de potasse caustique humide, on a, par différence, le volume de l'acide carbonique (3). Telle est la méthode : elle permet de déterminer, à moins de $\frac{1}{2}$ dixième de centimètre cube près, le volume de CO^2 produit (4).

» Dans nos essais, l'oxyde de carbone à doser était d'abord mélangé à l'air en proportion connue dans un flacon jaugé, à 15°, de 10^{lit},630^{cc}. On y faisait plusieurs fois le vide, en laissant chaque fois rentrer l'air sec et bien privé d'acide carbonique. Ce flacon était muni d'un bouchon mastiqué portant trois tubulures : l'une portait un tube manométrique plongeant dans le mercure ; la seconde permettait l'introduction du gaz oxyde de carbone et de l'air ; la troisième était destinée à la sortie du mélange gazeux que l'on aspirait à travers les tubes où devaient se produire la transformation de l'oxyde de carbone en acide carbonique et l'absorption de ce dernier gaz dans le tube de Müntz.

(1) *Annales de l'Institut agronomique*, Suppl. au n° 7 (1881-1882). Paris, 1883.

(2) Cette digestion doit être prolongée quelques jours ; la potasse, même transvasée à l'abri de CO^2 de l'air, contient encore une trace de CO^2 (environ 0^{cc},9 à 1^{cc},2 par 50^{cc}) dû à une faible solubilité du carbonate barytique dans la solution alcaline.

(3) Il doit être corrigé du volume, préalablement déterminé, de CO^2 présent au début dans les 50^{cc} de potasse caustique de chaque tube.

(4) Un demi-dixième de centimètre cube d'acide carbonique pèse 0^{gr},000098 ; quantité inappréciable à la balance et moins encore par les liqueurs titrées.

» Le gaz oxyde de carbone pur, très exactement mesuré dans des ampoules de verre préalablement pesées vides, puis pleines de mercure, était introduit dans une cloche spéciale placée sur le mercure et terminée à sa partie supérieure par un tube coudé à robinet. On cassait les deux bouts effilés de l'ampoule. Son oxyde de carbone moutait dans la cloche en déplaçant le mercure; il ne restait plus qu'à réunir par un caoutchouc à vide la tubulure de la cloche à celle du flacon de 10 litres préalablement vidé d'air. En ouvrant la communication, l'oxyde de carbone était aspiré; on finissait ensuite de remplir le flacon en laissant rentrer l'air entièrement exempt d'acide carbonique. Après seize à vingt heures, on notait la pression et la température, et l'on aspirait lentement l'air du flacon (1). Il traversait: 1° un tube à potasse destiné à arrêter les dernières traces de CO² préexistant; 2° un tube à SO⁴H²; 3° un petit serpentin rempli d'amiante garnie d'anhydride iodique, maintenu à 65°-70° dans un bain et suivi d'un petit tube rempli de cuivre pulvérulent, destiné à arrêter et peser l'iode déplacé; 4° un tube de Müntz à potasse caustique, d'où, à la fin de l'expérience, on extrayait, comme il est dit plus haut, l'acide carbonique formé. Voici un exemple des calculs pour une expérience :

EXEMPLE D'ANALYSE D'AIR MÉLÉ D'OXYDE DE CARBONE (Mélange au $\frac{1}{1000}$ environ).

A. — *Mesure du volume de CO introduit.*

| Données. | Résultats. |
|--|--|
| Poids du mercure remplissant l'ampoule de verre à 14°..... $p = 146^{\text{gr}}, 86$ | D'où : vol. de l'ampoule $\frac{146,86}{13,566} = 10^{\text{cc}}, 82$. (13,566 = densité du mercure à 14°.) |
| Le CO a été introduit à 14° et à 765 ^{mm} . (La pression barométrique est ici réduite à 0°.) | D'où : volume de CO (à 0° et 760 ^{mm}) $\frac{10,82}{1 + 0,00367 \cdot 14} \times \frac{765}{760}$. |
| Après aspiration du mélange d'air et de CO du grand flacon, le vide n'y est pas complet, son manomètre marquant 726 ^{mm} ,7 et le baromètre 759 ^{mm} ,7. | D'où : volume V de CO (à 0° et 760 ^{mm}) ayant passé à travers l'O ⁵ $V = \left(\frac{10,82}{1 + 0,00367 \cdot 14} \times \frac{765}{760} \right) \times \frac{726,7}{759,7} = 9^{\text{cc}}, 83$. |

(1) Il est remarquable que 10^{cc} d'oxyde de carbone arrivant dans un flacon de 10 litres environ, préalablement vidé d'air, ne s'y répandent pas d'une façon homogène. Lorsqu'on laisse ce flacon se remplir ensuite d'air ambiant à travers une de ses tubulures ouvertes, les quantités d'oxyde de carbone trouvées dans cet air sont variables si l'on fait l'analyse immédiatement après que le flacon vient d'être rempli.

| | Température de I ² O ⁵ . | Durée du passage de 10 ^{lit} d'air. | Volume de CO ayant circulé. | Volume de CO ² obtenu. |
|---|---|---|--------------------------------|--------------------------------------|
| Dilutions de CO au $\frac{1}{100000}$. | 61 ^o | 1 ^h m | 1,489 | 1,548 |
| | 62 | 0.50 | 1,264 | 1,249 |
| | 80 | 1.15 | 1,445 | 1,342 |
| Dilutions de CO au $\frac{1}{300000}$. | 75 | 2.30 | 1,521 | 1,480 |
| | 65 | 3 | 1,230 | 1,200 |
| | 70 | 3 | 1,580 | 1,572 |

» Ces nombres établissent que l'oxyde de carbone, mélangé à dix mille et trente mille fois son volume d'air, réagit encore à 65°-70° sur l'acide iodique en donnant son volume d'acide carbonique suivant l'équation ci-dessus. On remarquera même que, pour des dilutions au $\frac{1}{100000}$ et $\frac{1}{300000}$, le chiffre des dixièmes de CO² obtenu est exact, c'est-à-dire qu'alors que le gaz circulant avait déjà subi l'oxydation des $\frac{11}{12}$, ou des $\frac{14}{15}$ de son oxyde de carbone, les dernières portions, réduites à ce moment à $\frac{1}{300000}$ et moins du volume gazeux présent ont encore été oxydées au contact de l'acide iodique. Il s'ensuit que l'oxyde de carbone mélangé à l'air peut y être retrouvé aux dilutions de $\frac{1}{300000}$ et même de $\frac{1}{3000000}$. Quant aux moyens pratiques de faire ces déterminations quand il s'agit de rechercher le gaz oxyde de carbone dans l'air ou dans d'autres gaz, j'y reviendrai quand j'aurai complètement établi les conditions où s'applique la méthode.

» Persuadé de son exactitude, en principe, j'ai voulu tout de suite l'essayer sur l'air de mon laboratoire; c'était vers la fin de décembre 1893; la salle était chauffée à 17° par un poêle en faïence brûlant de la houille et tirant bien; deux bees de gaz allumés, dont l'un sous une hotte. J'ai trouvé :

| | Pour 20 ^{lit} air. | D'où, par litre. |
|----------------------------------|-----------------------------|------------------------|
| (a) CO ² produit..... | 0 ^{cc} , 398 | 0 ^{cc} , 0199 |
| (b) CO ² » | 0 ^{cc} , 594 | 0 ^{cc} , 0297 |

soit, par volume d'air : 1^{er} cas : 0^{vol}, 000 0199; 2^e cas : 0^{vol}, 000 0297. C'est-à-dire que 20 à 30 millièmes d'oxyde de carbone (ou de gaz carbonés pouvant réagir sur I²O⁵) étaient contenus dans l'air du laboratoire.

» Il me reste à montrer que certains hydrocarbures, l'acétylène, l'éthylène, entre autres, réagissent partiellement sur l'anhydride iodique pour donner aussi CO² et en dégager l'iode. Cette constatation, qui a rendu mes recherches très laborieuses, a dû me faire modifier la méthode, ainsi que je le dirai plus tard. Pour le moment, je me borne à constater les faits.

» L'acétylène s'oxyde aux dépens de l'anhydride iodique, déjà à 35°,

même si ce gaz est très dilué d'air. Mais il est incomplètement oxydé. Voici mes nombres pour des dilutions variant de 10 à 20 volumes d'acétylène en 10 000 volumes d'air :

| Température de l'O ² . | Volume de C ² H ² passé. | Volume de CO ² produit. | Vol. de C ² H ² oxydé pour 100 vol. circulant. |
|-----------------------------------|--|------------------------------------|--|
| 90° | 15,36 ^{cc} | 3,05 ^{cc} | 10,2 |
| 60 | 12,64 | 4,20 | 16,6 |
| 50 | 10,50 | 5,21 | 24,7 |
| 40 | 13,88 | 5,57 | 20,2 |
| 35 | 11,32 | 3,67 | 10,47 |

» Même observation si l'on mélange l'acétylène et l'oxyde de carbone.

Introduit en 10^{lit} d'air le mélange des gaz. Passé $\left\{ \begin{array}{l} \text{CO} = 5^{\text{cc}}, 38 \\ \text{C}^2\text{H}^2 = 25^{\text{cc}}, 51 \end{array} \right\}$ CO² produit = 15^{cc}, 68.

» Ces 15^{cc}, 68 de CO² formés répondent à 5^{cc}, 38 de CO ayant circulé et à 10^{cc}, 30 de CO² provenant de l'acétylène dont 20 centièmes seulement avaient, par conséquent, été oxydés.

» L'éthylène s'oxyde aussi au contact de l'anhydride iodique et à 65°, même s'il est dilué d'air :

| | I. | II. |
|--|---------------------|--------------------|
| C ² H ⁴ sorti du ballon de 10 ^{lit} | 19,30 ^{cc} | 18,7 ^{cc} |
| CO ² correspondant (calculé)..... | 38,60 | 37,4 |
| CO ² recueilli..... | 22,10 | 14,8 |

Donc il s'était oxydé 57 pour 100 de l'éthylène circulant dans le premier cas, et 39 pour 100 dans le second.

» Nous avons constaté de plus que, mélangé à l'oxyde de carbone, l'éthylène en diminue très sensiblement l'oxydabilité. Tous les dosages faits en présence de 10 à 15 pour 100 de ce gaz pèchent par défaut.

» Le gaz méthane, l'éthane et en général les hydrocarbures de la formule CⁿH²ⁿ⁺², ainsi que l'hydrogène, ne s'oxydent pas à 65°-80° par l'acide iodique. Quoique ce soit surtout ces derniers gaz qui, provenant des fermentations vaseuses du sol, du gaz d'éclairage, des combustions, etc., forment les traces d'hydrocarbures entrevus dans l'air (*Boussingault*), et bien que les hydrocarbures qui troublent la réaction que nous venons d'étudier n'accompagnent ces traces d'hydrocarbures saturés qu'en proportion encore plus faible, il était nécessaire d'en tenir compte et, vu ces causes d'erreurs possibles, de modifier notre méthode. Je me propose de revenir sur ce point dans une prochaine Communication. »

CHIMIE. — *Sur l'emploi du chlorure de palladium pour la recherche dans l'air de très petites quantités d'oxyde de carbone et sur la transformation de ce gaz, à la température ordinaire, en acide carbonique.* Note de MM. **POTAIN** et **DROUIN**.

« La présence de l'oxyde de carbone dans l'air, même en proportions très petites, peut être constatée à l'aide du chlorure de palladium. Il suffit de faire passer l'air vicié en bulles très fines à travers une solution étendue de ce sel à la température ordinaire.

» Nous nous sommes servis pour obtenir ce résultat d'un appareil fort simple qui consiste en un long tube effilé à son extrémité et plongeant, par cette extrémité, dans un autre tube de calibre peu différent, fermé à sa partie inférieure et contre le fond duquel la pointe du premier vient appuyer. L'espace compris entre les deux tubes est hermétiquement fermé en haut par une bague de caoutchouc. Le tube extérieur possède une tubulure latérale par laquelle on peut établir une aspiration. L'autre, coudé à sa partie supérieure, est mis en communication avec la source de l'air à examiner.

» Dans cet appareil on introduit, avant de le clore, 10^{cc} d'une solution de chlorure de palladium au $\frac{1}{10000}$, contenant par conséquent un milligramme de chlorure et acidifiée par l'addition de deux gouttes d'acide chlorhydrique.

» Lorsqu'on établit, par un moyen quelconque, une aspiration sur la tubulure du tube extérieur, l'air pénètre par l'extrémité effilée du tube intérieur et ses bulles, s'écrasant sur la surface à laquelle celle-ci est appliquée, traversent le liquide dans une étendue de 0^m,20 sous la forme d'une véritable poussière de bulles gazeuses qui multiplie les surfaces de contact.

» Pour peu que cet air contienne de l'oxyde de carbone, le chlorure est en partie décomposé et du palladium se dépose en couche noirâtre sur les parois du tube. Ce dépôt témoigne de la présence d'un gaz réducteur et, dans le cas particulier, de l'oxyde de carbone. Il n'est aisément appréciable qu'autant que l'oxyde de carbone se trouve dans l'air en quantité notable, et il ne saurait d'ailleurs en indiquer la proportion, même d'une façon approximative. Mais, par suite de la décomposition du chlorure, la solution, primitivement d'un jaune très accentué, se décolore progressivement. Si, après avoir fait passer dans l'appareil une quantité d'air déterminée, on

verse le liquide filtré dans un petit tube à fond plan et si, à côté de celui-là, on en place un autre semblable, contenant une partie de la même solution n'ayant point subi le contact du gaz, on constate aisément, en regardant le liquide par sa face supérieure, une différence de coloration proportionnelle à la quantité de chlorure de palladium qui a disparu. Après avoir égalisé les teintes, en faisant varier le niveau du liquide, il suffit de mesurer la hauteur de celui-ci, dans chacun des tubes, pour avoir une mesure assez exacte de la quantité de chlorure décomposée.

» Cette quantité est très éloignée de celle qu'indiquerait la théorie pour une quantité déterminée d'oxyde de carbone traversant l'appareil, si la réaction était complète et si tout l'oxyde de carbone était transformé. La plus grande partie échappe, et c'est seulement d'une façon empirique qu'on peut déterminer la quantité d'oxyde de carbone que représente une certaine quantité de chlorure disparue, c'est-à-dire le coefficient de l'appareil. Quand on opère d'une façon toujours identique, ce coefficient varie très peu.

» Nous avons cherché à le rendre plus grand en élevant la température du liquide, mais sans y trouver aucun avantage.

» Par cette méthode on distingue très aisément et avec assez de précision la présence de 1^{cc} d'oxyde de carbone dans 10^{lit} d'air, c'est-à-dire à l'état de dilution au $\frac{1}{10000}$. Avec une quantité d'air plus grande on peut reconnaître des proportions d'oxyde de carbone beaucoup moindres. Il est difficile, toutefois, d'obtenir empiriquement un coefficient pour le cas de dilution extrême, qui exige une opération prolongée, et cela parce qu'on ne saurait conserver longtemps un pareil mélange gazeux sans altération. Enfermé dans un espace clos avec de l'air atmosphérique à la température ordinaire, l'oxyde de carbone disparaît et, à sa place, on trouve de l'acide carbonique.

» Le 2 août de l'année dernière, nous avons enfermé dans des ballons de verre, de la contenance de 5^{lit} à 10^{lit}, de l'air atmosphérique, sec ou humide, mais dans les deux cas débarrassé complètement d'acide carbonique, et une proportion d'oxyde de carbone de $\frac{1}{1000}$. Ces ballons, soigneusement fermés, ont été laissés dans le laboratoire à l'abri du soleil. Quarante-deux jours après nous n'y avons plus trouvé aucune trace d'oxyde de carbone, mais de l'acide carbonique en quantité à peu près équivalente. Il semble donc que, même à la température ordinaire, l'oxyde de carbone s'oxyde, comme les expériences de M. Gautier ont montré qu'il le fait à de hautes températures, mais sans doute beaucoup plus lentement.

» Ayant à la même époque enfermé dans un ballon semblable la même proportion d'oxyde de carbone avec de l'azote, nous avons retrouvé (une fois au bout de quarante-deux jours, une autre fois au bout de soixante-quatorze jours) la quantité d'oxyde de carbone que nous y avions mise, et pas de traces sensibles d'acide carbonique.

» La disparition de l'oxyde de carbone s'opère progressivement. Tandis que du trente-neuvième au quarante-deuxième jour il n'existait plus dans nos ballons de traces appréciables d'oxyde de carbone, dans un cas il n'y en avait déjà plus au vingt-neuvième jour que le $\frac{1}{10}$ environ de la quantité introduite. La diminution est ordinairement rapide dans les premiers jours et se ralentit peu à peu; si bien que la perte ayant été trouvée le quatrième jour de 27 pour 100, le vingt-sixième elle n'était encore que de 54 pour 100.

» La raison qui ralentit ainsi progressivement la transformation de l'oxyde de carbone, malgré la présence d'une quantité d'oxygène toujours sensiblement égale, paraît être la présence même de l'acide carbonique produit. Dans une de nos expériences, nous avons introduit dans le ballon, en même temps que le mélange d'oxyde de carbone et d'air, une solution de soude destinée à absorber l'acide carbonique à mesure de sa formation. Dans ce cas, la disparition de l'oxyde de carbone a été rapide et complète, car au 27^e jour il n'y avait plus dans le ballon ni oxyde de carbone ni acide carbonique. Dans une autre expérience, nous avons ajouté, à un mélange de 5^{cc} d'oxyde de carbone et de 5^{lit} d'air, 10^{cc} d'acide carbonique; dans ce cas, la transformation a été beaucoup plus lente, et au 29^e jour il y avait encore plus de la moitié de l'oxyde de carbone introduit.

» *Conclusions.* — 1^o On peut, à l'aide du chlorure de palladium, reconnaître la présence dans l'air de très petites quantités d'oxyde de carbone.

» 2^o Ce procédé permet un dosage approximatif qui n'a rien de l'exactitude requise en Chimie, mais qui, dans la pratique, suffirait à fournir des indications utiles au point de vue de l'hygiène.

» 3^o L'oxyde de carbone mélangé à l'air en petite quantité et à la température ordinaire se transforme lentement en acide carbonique. Cette transformation est retardée et limitée par la présence même de l'acide carbonique.

» 4^o Elle explique sans doute comment, malgré les quantités considérables d'oxyde de carbone produites incessamment dans une grande ville comme Paris, on n'en trouve cependant pas de traces notables dans l'air, si ce n'est au voisinage même des sources de production. »

M. **BOUQUET DE LA GRYE** demande à l'Académie d'inviter les deux Sections d'Astronomie et de Géographie et Navigation à étudier la question de la modification de l'heure nationale.

Cette proposition est adoptée.

RAPPORTS.

ASTRONOMIE. — *Rapport sur un Mémoire de M. Bigourdan, intitulé : « Histoire céleste du XVII^e siècle » de Pingré.*

(Renvoi à la Section d'Astronomie; M. Callandreau, rapporteur.)

« En 1756, Pingré annonça le projet de réunir et de discuter les observations astronomiques faites de 1601 à 1700.

» Mûri pendant trente ans, ce projet fut exécuté de 1786 à 1790. Le manuscrit présenté à l'Académie fut l'objet d'un Rapport très favorable de Le Monnier et Lalande, en date du 9 février 1791; et l'Assemblée nationale accorda 3000 livres pour la publication de l'Ouvrage.

» Mais après la mort de Pingré, survenue le 1^{er} mai 1796, l'impression fut suspendue; il ne fut plus question des feuilles déjà tirées, ni même du manuscrit; si bien que l'on pouvait croire définitivement perdu l'Ouvrage, fruit de trente ans de travail, que Lalande appréciait en ces termes dans son Rapport :

» L'Ouvrage de M. Pingré rassemble toutes les données dont les astronomes ont besoin pour leurs recherches, pour leurs Tables, pour leurs calculs des révolutions planétaires. Ce sera un dépôt auquel ils devront sans cesse avoir recours, et ils s'étonneront du courage de M. Pingré dans un si long et si pénible travail. Mais pour l'exécuter bien, il fallait toute la sagacité, l'étonnante facilité de calcul et l'érudition de M. Pingré; ainsi nous pensons que cet Ouvrage très important est très digne d'être approuvé par l'Académie et imprimé dans son privilège.

» Des circonstances heureuses et, en particulier, la connaissance approfondie de la bibliographie astronomique que possède M. Bigourdan, lui ont permis de reconnaître dans un Volume aujourd'hui dans les mains d'un savant bibliophile, M. V. Advielle, un exemplaire sans doute unique des bonnes feuilles, ayant appartenu à Lalande; et de découvrir, dans les archives de l'Observatoire de Paris, perdu au milieu d'observations de Tycho, le reste du manuscrit de Pingré.

» Sans doute, si l'on a égard aux progrès de l'Astronomie moderne, cer-

taines observations anciennes ont perdu de leur importance; mais il est facile d'indiquer telle espèce d'observations pour lesquelles le contraire a lieu; c'est ainsi que les anciennes occultations d'étoiles ont été recherchées avec grand soin dans les archives de l'Observatoire, par M. Newcomb, en vue de fixer le lieu de la Lune à une époque reculée. L'Ouvrage de Pingré contient encore des occultations non utilisées, notamment avant 1670.

» Les observations, indiquées année par année, sont extraites d'un grand nombre d'ouvrages, de brochures, de manuscrits et de lettres qu'il serait impossible de rassembler. Pingré ne se contente pas de calculer les résultats des observations; il les discute et apporte des corrections importantes aux sources qu'il a consultées, par exemple pour Tycho.

» Quant à l'intérêt de l'Ouvrage de Pingré pour l'histoire de la Science, on ne peut que souscrire au jugement de Lalande: « L'histoire de l'Astronomie se trouve dans cet Ouvrage par le moyen de celle des phénomènes qu'on y rapporte, des Ouvrages d'où ils sont tirés et des auteurs de ces Ouvrages; et cette Histoire a un genre de mérite et d'intérêt qui la rendront précieuse.... »

» Pour ces motifs, la Section d'Astronomie est unanime à proposer à l'Académie la publication de l'*Histoire céleste du XVII^e siècle*, de Pingré, reconstituée par M. Bigourdan; elle propose aussi de remercier M. Bigourdan du concours qu'il a spontanément offert pour en assurer la publication. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

CORRESPONDANCE.

L'ASSOCIATION DES ANCIENS ÉLÈVES DE L'ÉCOLE DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE INDUSTRIELLES DE LA VILLE DE PARIS invite l'Académie à se faire représenter à l'inauguration du buste de *Schützenberger*, qui aura lieu dimanche prochain 3 avril à 10^h du matin.

MM. SCHLÆSING et GAUTIER sont désignés pour représenter l'Académie à cette cérémonie.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Perrine (1898, mars 19), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest, de 0^m,305 d'ouverture); par MM. G. BIGOURDAN et G. FAYET. Communiquées par M. Lœwy.*

| Dates 1898. | Étoiles de comparaison. | Gr. | ☉ — ☿. | | Nombre de compar. | Observ. |
|-----------------|-------------------------------|-----|-----------------------|-----------|-------------------------|---------|
| | | | ΔR. | ΔQ. | | |
| Mars 21 | a 4800 BD + 18° | 9,2 | ^m +0.10,55 | +3'.14",0 | 4: 4 | G. B. |
| 21 | a 4800 BD + 18 | 9,2 | +0.11,83 | +3.40,2 | 4: 4 | Id. |
| 21 | a 4800 BD + 18 | 9,2 | +0.15,18 | +4.37,6 | 4: 4 | Id. |
| 21 | a 4800 BD + 18 | 9,2 | +0.16,49 | +4.55,2 | 4: 4 | Id. |
| 22 | b 4740 BD + 19 | 6,5 | -1.42,67 | -0.15,9 | 15: 10 | G. F. |
| 24 | c 4596 BD + 21 | 8,8 | +0.40,62 | +1.15,9 | 12: 6 | Id. |
| 24 | d 4600 BD + 21 | 6,7 | -0.53,29 | +2. 6,7 | 12: 6 | Id. |
| 24 | c 4596 BD + 21 | 8,8 | +0.47,50 | +3. 5,6 | 12: 8 | Id. |
| 24 | d 4600 BD + 21 | 6,7 | -0.46,54 | +3.57,2 | 12: 8 | Id. |

Positions des étoiles de comparaison.

| Dates 1898. | Étoiles. | Asc. droite moyenne 1898,0. | Réduction au jour. | Déclinaison moyenne 1898,0. | Réduction au jour. | Autorités. |
|-------------------|----------|--|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------|
| Mars 21 | a | ^h 21.24. ^m 21. ^s 38 | +0,38 | +18°.21'.27",5 | -5",9 | A. G. Berlin 8763 |
| 22 | b | 21.30. 2,86 | +0,41 | +19.28.58,1 | -5,8 | A. G. Berlin 8802 |
| 24 | c | 21.35. 6,72 | +0,39 | +21.29.40,5 | -5,9 | A. G. Berlin 8336 |
| 24 | d | 21.36.40,70 | +0,39 | +21.28.49,4 | -5,8 | A. G. Berlin 8344 |

Positions apparentes de la comète.

| Dates 1898. | Temps moyen de Paris. | Ascension droite apparente. | Log. fact. parallaxe. | Déclinaison apparente. | Log. fact. parallaxe. |
|----------------|--|-----------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Mars 21.. | 15. ^h 56. ^m 38. ^s | 21.24.22,31 | 1,609 _n | +18°.24'.35",6 | 0,781 |
| 21.. | 16. 6.42 | 21.24.33,59 | 1,606 _n | +18.25. 1,8 | 0,776 |
| 21.. | 16.28.42 | 21.24.36,94 | 1,596 _n | +18.25.59,2 | 0,763 |
| 21.. | 16.35.36 | 21.24.38,25 | 1,593 _n | +18.26.16,8 | 0,759 |
| 22.. | 16.34.15 | 21.28.20,60 | 1,596 _n | +19.28.36,4 | 0,754 |
| 24.. | 15.47.17 | 21.35.47,73 | 1,619 _n | +21.30.50,5 | 0,776 |
| 24.. | 15.47.17 | 21.35.47,80 | 1,619 _n | +21.30.50,3 | 0,776 |
| 24.. | 16.29. 2 | 21.35.54,61 | 1,605 _n | +21.32.40,2 | 0,747 |
| 24.. | 16.29. 2 | 21.35.54,55 | 1,605 _n | +21.32.40,8 | 0,747 |

Remarque. — 1898 mars 21. — La comète a un noyau fortement stellaire, dont

l'éclat est comparable à celui d'une étoile de grandeur 6-7, avec une queue faible et sensiblement opposée au Soleil.

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète Perrine (1898, mars 19), faite au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux; par M. L. PICART, présentée par M. Lœwy.*

COMÈTE PERRINE (1898, MARS 19).

| Date 1898. | Temps sidéral de Bordeaux. | Comète. — Étoile. | |
|-------------------|--|-------------------------------------|----------------------|
| | | Ascension droite. | Distance polaire. |
| Mars 22 | 15 ^h 30 ^m 1 ^s ,41 | −1 ^m 50 ^s ,99 | +2'40",69 |

Position moyenne de l'étoile de comparaison pour 1898,0.

| Catalogue et autorité. | Ascension droite moyenne. | Réduction au jour. | Distance polaire moyenne. | Réduction au jour. |
|-------------------------------|--|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| A.G.Z. Berlin n° 8802 | 21 ^h 30 ^m 2 ^s ,89 | +0 ^s ,40 | 70°31'1",87 | +5",79 |

Position apparente de la comète Perrine (1898, mars 19).

| Date 1898. | Temps moyen de Bordeaux. | Ascension droite apparente. | Log. fact. parallaxe. | Distance polaire apparente. | Log. fact. parallaxe. |
|-------------------|--|---|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| Mars 22 | 15 ^h 27 ^m 26 ^s ,3 | 21 ^h 28 ^m 12 ^s ,30 | −1,587 | 70°33'48",4 | −0,769 |

» La comète est ronde, a un diamètre d'environ 4', un noyau très net de 7-8^e grandeur, légèrement excentrique. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Perrine (1898, mars 19), faites à l'observatoire de Toulouse (équatorial Brunner). Note de M. F. ROSSARD, présentée par M. Lœwy.*

| Dates 1898. | Étoiles de compar. | Grandeurs. | Comète. — Étoile. | | Nombre de comparaisons. |
|------------------|--------------------------|------------|----------------------|--------------|-------------------------------|
| | | | Ascension droite. | Déclinaison. | |
| Mars 25. | <i>a</i> 4465 BD | 6,5 | +0.24,11 | +12'.15",0 | 20:18 |
| » 25. | <i>b</i> 4472 BD | 5,0 | −1.41,91 | +4'.26,8 | 20:18 |

Positions des étoiles de comparaison.

| Dates | Asc. droite moyenne | Réduction au | Déclinaison moyenne | Réduction au | Autorités. |
|----------|------------------------|--|------------------------|--------------------------|--|
| 1898. | 1898,0. | jour. | 1898,0. | jour. | |
| Mars 25. | a | $21^{\text{h}}.39^{\text{m}}.16^{\text{s}},96$ | $+0,37$ | $+22^{\circ}.20'.56'',3$ | $-5,8$ } $\frac{1}{3}$ (Bruxelles, 9665 + Romberg, 4955 + Berlin B, 8364). |
| » 25. | b | $21^{\text{h}}.41^{\text{m}}.22^{\text{s}},75$ | $+0,36$ | $+22^{\circ}.28'.42'',2$ | $-5,6$ } $\frac{1}{6}$ [Bruxelles, 9689 + Romberg, 4969 + Berlin B, 8385 + Glasgow (1890) 1877]. |

Positions apparentes de la comète.

| Dates | Temps moyen | Ascension droite | Log. fact. | Déclinaison | Log. fact. |
|------------------|---|--|-----------------|-------------------------|------------|
| 1898. | de Toulouse. | apparente. | parallaxe. | apparente. | parallaxe. |
| Mars 25. | $15^{\text{h}}.53^{\text{m}}.14^{\text{s}}$ | $21^{\text{h}}.39^{\text{m}}.41^{\text{s}},44$ | $\bar{1},662_n$ | $+22^{\circ}.33'.5'',5$ | $0,725$ |
| » 25. | $15^{\text{h}}.53^{\text{m}}.14^{\text{s}}$ | $21^{\text{h}}.39^{\text{m}}.41^{\text{s}},20$ | $\bar{1},662_n$ | $+22^{\circ}.33'.3'',4$ | $0,725$ |

» La queue de la comète s'étend à quinze minutes environ de distance. »

ASTRONOMIE. — *Éléments de la comète Perrine.* Note de M. I. LAGARDE,
présentée par M. Lœwy.

« Les éléments qui suivent ont été déduits des observations faites à l'observatoire du mont Hamilton le 19 mars, et à l'Observatoire de Paris, par M. Fayet, le 22 et le 24 mars. J'ai fait tous mes calculs avec cinq décimales et j'ai négligé les effets de la parallaxe et de l'aberration :

Temps du passage au périhélie : 1898 mars 16,5616 temps moyen de Paris

| | | |
|---|---------------------|---|
| Longitude du périhélie. | $308^{\circ}.54',4$ | } Équinoxe et écliptique moyens de 1898,0 |
| Longitude du nœud ascendant. | $262.14,4$ | |
| Inclinaison. | $72.19,1$ | |
| Logarithme de la distance du périhélie | $0,03972$ | |

» Représentation de l'observation du 22 mars :

$$\begin{aligned} \cos \beta \, d\lambda &= + 0',1, \\ d\beta &= - 0',1. \end{aligned} \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Théorème fondamental sur les transformations birationnelles à coefficients entiers.* Note de M. S. KANTOR, présentée par M. E. Picard.

« Tandis que la théorie des substitutions linéaires à coefficients entiers naturels ou à coefficients entiers algébriques a, grâce aux travaux de MM. Picard et Poincaré ⁽¹⁾, acquis déjà une étendue considérable et empiète sur des branches différentes de l'Analyse, la théorie des substitutions de degré supérieur et à coefficients entiers est à peine effleurée. Un cas de substitutions quadratiques a été seulement rencontré par M. Picard ⁽²⁾ dans ses recherches fondamentales sur les groupes hyperabéliens. Cela tient à ce que, dans la théorie des formes arithmétiques de degré supérieur à deux ou d'un nombre de variables plus élevé que trois, on connaît seulement les résultats anciens de M. Hermite ⁽³⁾, les recherches de M. Poincaré sur les formes cubiques ternaires et quaternaires ⁽⁴⁾, et un théorème de MM. Hilbert et Hurwitz sur les formes arithmétiques ternaires du genre zéro ⁽⁵⁾.

» Si dans les formules de transformation

$$(1) \quad x'_1 : \dots : x'_{r+1} = \Phi_1(x) : \dots : \Phi_{r+1}(x'),$$

les Φ étant des fonctions entières rationnelles des variables homogènes x , les coefficients de ces fonctions Φ sont des nombres entiers, pour le moment naturels, j'appelle la transformation (1) une *transformation arithmétique*. Parmi les transformations (1) il y en a dont les inverses sont rationnelles encore. Cela exige que les coefficients des fonctions Φ qui interviennent dans l'inverse

$$(2) \quad x_1 : \dots : x_{r+1} = \Phi'_1(x) : \dots : \Phi'_{r+1}(x')$$

soient des nombres rationnels ou, en se servant d'un facteur de proportionnalité, des nombres entiers. Alors (1) est une transformation *birationnelle arithmétique*.

(1) Le même sujet a fait aussi l'objet des recherches de M. L. Bianchi.

(2) Voir *Journal de Liouville*, 1885.

(3) *Journal de Crellé*, Vol. 42 et 47.

(4) *Journal de l'École Polyt.*, Cah. L et LI.

(5) *Acta Math.*, Vol. XIV.

» Or, on sait que les transformations birationnelles du domaine ternaire peuvent être décomposées en des transformations élémentaires de même espèce et précisément, d'après Nöther, quadratiques. Pour les transformations birationnelles arithmétiques le théorème de Nöther *fait défaut* ⁽¹⁾. En effet, parmi ces transformations, il y en a où les coordonnées des points fondamentaux à *multiplicité égale* sont données simultanément par des équations à coefficients entiers, à savoir quand ils sont points d'intersection résiduels de deux courbes à coefficients entiers. Dans chaque pareil cas les transformations quadratiques de Nöther ne peuvent pas s'appliquer ni être obtenues, sans qu'on décompose des polynômes à coefficients entiers en facteurs. Alors des irrationalités nouvelles s'introduisent et les transformations quadratiques n'ont plus leurs coefficients entiers dans le domaine proposé ou dans le domaine naturel.

» Toutefois je peux démontrer qu'aussi dans ce cas les transformations admettent la décomposition en facteurs arithmétiques typiques d'une nature prédéterminée. Il semble important que le nombre des classes, entre lesquelles les facteurs typiques des transformations birationnelles arithmétiques sont à choisir, reste encore fini. Le théorème de Nöther doit donc être remplacé par un théorème de décomposition plus compliqué. Voici ce que j'ai trouvé :

» THÉORÈME. — *Chaque transformation birationnelle arithmétique à trois variables homogènes peut être composée au moyen de facteurs primaires arithmétiques d'un des types suivants :*

» 1° *Transformations de l'ordre n à point multiple d'ordre $(n - 1)$, où tous les points fondamentaux simples forment un seul groupe rationnel* ⁽²⁾;

» 2° *Transformations de l'ordre n à point multiple d'ordre $(n - 1)$, où tous les points fondamentaux simples sauf un forment un seul groupe rationnel;*

(1) De même le théorème de Nöther *n'existe plus*, si l'on veut décomposer une transformation birationnelle algébrique, sans introduire de nouvelles irrationalités par rapport au domaine d'irrationalité qui est formé par les coefficients des Φ . Le théorème qui suit dans le texte s'applique sans altération. On peut donc énoncer : *Toute transformation birationnelle peut être décomposée en les facteurs primaires du théorème fondamental, sans introduire aucune irrationalité nouvelle.*

(2) Je dis que m points forment un *groupe rationnel*, si leurs coordonnées sont fournies par une équation à coefficients qui sont rationnels dans le domaine de rationalité proposé et dont le polynôme n'est pas décomposable en des facteurs rationnels dans ce domaine. Dans le cas actuel le domaine de rationalité est celui des nombres entiers naturels et les coefficients doivent être des nombres rationnels.

» 3° Transformations de l'ordre n à quatre points multiples d'ordre $\frac{(n-1)}{2}$ et $\frac{(n-1)}{2}$ points doubles, où les uns et les autres forment un seul groupe rationnel, ou bien

» 4° Où les quatre premiers se séparent en deux couples rationnels ;

» 5° Transformations quadratiques, dont les trois points fondamentaux forment un seul groupe rationnel ;

» 6° Transformations de l'ordre 5 à 6 points doubles qui forment un seul groupe rationnel ;

» 7° Transformations de l'ordre 8 à 7 points doubles qui forment un seul groupe rationnel, ou bien

» 8° Où les 7 points se séparent en un couple rationnel et un quintuplet rationnel ;

» 9° Transformations de l'ordre 13 à 2 points sextuples et 6 points quadruples les uns et les autres formant un groupe rationnel, ou bien

» 10° Où les six derniers se séparent en deux triplets rationnels ;

» 11° Transformations de l'ordre 16 à 5 points sextuples et 3 points quintuples les uns et les autres formant un groupe rationnel ;

» 12° Transformations de l'ordre 17 à 8 points sextuples qui forment un seul groupe rationnel ;

» 13° Transformations de l'ordre 25 à 2 points 12-tuples, 3 octuples et 4 sextuples chaque fois d'un seul groupe rationnel ;

» 14° Transformations de l'ordre 29 à 2 points 14-tuples, 7 octuples et les uns et les autres formant un seul groupe rationnel ;

» 15° Transformations de l'ordre 41 à 5 points 16-tuples, 4 décuples qui forment respectivement un seul groupe rationnel ;

» 16° Transformations de l'ordre 61 à 2 points 20-tuples, 3 points 20-tuples et 4 points 12-tuples ne formant que trois groupes rationnels.

» Dans ce théorème les facteurs primaires sont déterminés par espèce, par ordre et par la position mutuelle des points fondamentaux.

» D'autre part, les transformations birationnelles arithmétiques sont décomposables, elles aussi, en des facteurs quadratiques. Mais cette décomposition comporte des irrationalités. Le théorème fondamental que nous avons découvert permet donc de préciser quelles sont les irrationalités qui s'introduisent dans cette décomposition ancienne. Les coordonnées des points fondamentaux seront généralement des racines de polynômes d'un certain ordre et l'on remarque que l'ordre ne surpasse le nombre 8 que dans les types des espèces 1°, 2°, 3° et 4°.

» Les coefficients qui s'introduisent sont donc des nombres entiers algébriques d'un certain corps de Dedekind (1); donc :

» THÉORÈME. — *Pour décomposer une transformation birationnelle arithmétique ternaire en des transformations quadratiques, il ne faut adjoindre au domaine de rationalité que des nombres entiers algébriques de corps des ordres 2 jusqu'à 8, excepté seulement pour les transformations qui contiennent des facteurs primaires de Jonquière (en comprenant par ce nom les espèces 1°, 2°, 3° et 4°) et qui peuvent exiger des corps d'un degré quelconque.*

» Il ne reste donc qu'à rechercher les transformations primaires des espèces 1° à 16° qui ont les coefficients entiers. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines équations fonctionnelles linéaires.*

Note de M. LÉMERAY.

« Dans une Communication faite à l'Académie le 27 décembre 1897, j'ai résolu l'équation

$$(1) \quad z = A_0 y^{(n)} + A_1 y^{(n-1)} + \dots + A_{n-1} y' + A_n x = 0,$$

où y est la fonction inconnue de x , dans le cas où les A sont constants. Je rappelle que $y^{(i)}$ est l'itérative d'ordre i de la fonction cherchée (on a $y^{(0)} = x$). Je considère ici le cas où les A sont fonctions de x seul. On peut établir une théorie du plus grand commun diviseur symbolique de plusieurs polynomes fonctionnels linéaires tels que celui qui constitue le second membre de l'équation (1). Je suis arrivé aux résultats suivants :

» 1° On peut former une équation d'ordre n admettant n solutions données y_1, y_2, \dots, y_n ; à l'équation (1) joignons les n équations obtenues en affectant dans (1) les y , des indices 1, 2, ..., n , tour à tour. Soit Δ le déterminant d'ordre $n + 1$ des coefficients des A dans les seconds membres; on a

$$\frac{A_i}{A_0} = \left(\frac{d\Delta}{dy^{(n-i)}} \right) : \left(\frac{d\Delta}{dy^{(n)}} \right) \quad (2).$$

» 2° Il existe une équation fonctionnelle linéaire d'ordre $n + p$,

$$J^p(z) = 0,$$

(1) *Bulletin des Sciences mathématiques*, de DARBOUX et HOUEL, 1877, ou ses *Leçons*, par LEJEUNE-DIRICHLET.

(2) Je dirai que les n intégrales sont distinctes si aucun des A n'est indéterminé.

dont les coefficients sont fonctions de x seul, contenant $n + 1$ termes comme l'équation (1) et satisfaite par les n intégrales distinctes de l'équation (1).

» 3^o *Division symbolique.* — Soient deux polynomes fonctionnels linéaires z et u d'ordres n et p ($n > p$). Appelons *division* de z par u l'opération suivante : supposons formés les polynomes fonctionnels $J(u)$, $J^2(u)$, ..., $J^{n-p}(u)$; multiplions z et $J^{n-p}(u)$ par des fonctions P , Q de x , telles que les premiers termes des polynomes ainsi obtenus deviennent égaux; posons

$$- z_1 = QJ^{n-p}(u) - Pz;$$

z_1 sera le premier reste de la division, il est d'ordre $n - 1$ au plus; opérons sur z_1 et sur $J^{n-p-1}(u)$ comme précédemment; nous aurons un nouveau reste z_2 , etc.; nous continuerons ainsi jusqu'à ce qu'on obtienne un reste d'ordre égal au plus à $p - 1$. Si ce reste est identiquement nul, z est divisible par u , et les intégrales de $u = 0$ satisferont toutes à $z = 0$. Si le reste de la division n'est pas nul, on divisera u par ce reste, etc.; si le reste de la dernière division se réduit à une fonction de x , les polynomes z et u sont premiers entre eux; si, au contraire, après un certain nombre de divisions, l'on obtient un reste identiquement nul, le diviseur v de la dernière division sera le plus grand diviseur commun à z et à u , et les solutions distinctes de $v = 0$ satisferont toutes aux deux équations $z = 0$, $u = 0$.

» Les équations considérées ici doivent être distinguées de celles qu'ont étudiées MM. Grévy, Leau, Bourlet, contrairement à ce que dit M. Bourlet dans sa Communication du 21 février 1898. Il a reconnu lui-même depuis qu'il y avait eu confusion.

» Ma Note du 27 décembre 1897, très concise, n'était peut-être pas suffisamment explicite, ce qui explique, jusqu'à un certain point, la confusion commise. Quant au problème de Babbage auquel il est fait allusion dans la même Note, je n'avais nullement la prétention d'en donner le premier une solution; car on en trouve une dans le *Traité d'Analyse* de M. H. Laurent. »

OPTIQUE. — *Recherches de précision sur la dispersion infra-rouge du spath d'Islande.* Note de M. E. CARVALLO, présentée par M. A. Cornu.

« Dans la séance du 7 mars, j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats de recherches de précision sur le spectre infra-rouge du

quartz, à l'aide d'un spectre cannelé de Fizeau et Foucault. En prenant pour base ce travail, j'ai repris l'étude de la dispersion infra-rouge du spath d'Islande que j'avais déjà faite dans ma thèse (1). Mes nouvelles mesures concordent bien avec les premières; seulement elles sont dix fois plus précises. De plus, les longueurs d'onde des repères sont maintenant empruntées à mon dernier travail sur le quartz, au lieu d'être empruntées à Mouton; elles se trouvent ainsi corrigées de l'erreur systématique que j'ai signalée dans les résultats de ce savant (2). Il en résulte un changement notable dans les coefficients de la formule de dispersion qu'il m'a fallu calculer à nouveau. Comme pour le quartz, elle est de la forme

$$\frac{1}{n^2} = dl^{-4} + bt^{-2} + a + ct^2 + c'l^4,$$

n désignant l'indice de réfraction et $l = \frac{\lambda}{n}$ le quotient de la longueur d'onde dans le vide par l'indice. Les valeurs calculées pour les coefficients, à la température de 20°, sont ceux-ci :

| | Rayon ordinaire n_o . | Rayon extraordinaire n_e . |
|------------|-------------------------|------------------------------|
| d | — 0,000 000 50 | — 0,000 000 84 |
| b | — 0,001 003 | — 0,000 835 |
| a | + 0,370 932 | + 0,457 753 |
| c | + 0,005 154 | + 0,001 134 |
| c' | + 0,000 295 | + 0,000 001 2 |

» Voici, en trois Tableaux, le résultat de la comparaison de la formule avec l'observation, pour quelques raies monochromatiques observées avec l'oculaire, puis pour les franges des spectres cannelés obtenus avec les deux lames de quartz utilisées dans ma précédente Note.

TABLEAU I. — Raies monochromatiques observées avec l'oculaire.

| Raie. | λ . | Rayon ordinaire. | | | Rayon extraordinaire. | | |
|-------|-------------|------------------|-------------|------------|-----------------------|-------------|-----------|
| | | n_o obs. | n_o calc. | O — C. | n_e obs. | n_e calc. | O — C. |
| Th... | 0,535 0 | 1,662 671 | 1,662 672 | —0,000 001 | 1,488 421 | 1,488 421 | 0,000 000 |
| Na... | 0,589 3 | 1,658 369 | 1,658 367 | + 2 | 1,486 449 | 1,486 450 | — 1 |
| Li... | 0,670 8 | 1,653 688 | 1,653 688 | 0 | 1,484 331 | 1,484 331 | 0 |
| K.... | 0,768 0 | 1,649 741 | 1,649 747 | —0,000 006 | 1,481 607 | 1,482 607 | 0 |

(1) *Ann. de l'Éc. Normale*, Supplément pour 1890.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 728; 7 mars 1898.

TABLEAU II. — Première lame de quartz, épaisseur 1^{mm},1016 (observations au bolomètre).

| 4φ. | λ. | Rayon ordinaire. | | | Rayon extraordinaire. | | |
|--------|---------|---------------------|----------------------|-----------|-----------------------|----------------------|-----------|
| | | n _o obs. | n _o calc. | O — C. | n _e obs. | n _e calc. | O — C. |
| 65.... | 0,61567 | » | » | » | 1,485667 | 1,485677 | -0,000010 |
| 63.... | 0,63368 | » | » | » | 1,485200 | 1,485200 | 0 |
| 61.... | 0,65286 | » | » | » | 1,484722 | 1,484718 | + |
| 59.... | 0,6731 | » | » | » | 1,484283 | 1,484283 | 0 |
| 57.... | 0,6950 | 1,652581 | 1,652578 | +0,000003 | 1,483834 | 1,483836 | - |
| 55.... | 0,7185 | 1,651581 | 1,651588 | - | 1,483396 | 1,483397 | - |
| 53.... | 0,7435 | 1,650611 | 1,650620 | - | 1,482976 | 1,482966 | + |
| 51.... | 0,7711 | 1,649650 | 1,649637 | + | 1,482566 | 1,482561 | + |
| 49.... | 0,8007 | 1,648687 | 1,648670 | + | 1,482156 | 1,482151 | + |
| 47.... | 0,8325 | 1,647724 | 1,647716 | + | 1,481756 | 1,481753 | + |
| 45.... | 0,8671 | 1,646759 | 1,646752 | + | 1,481365 | 1,481362 | + |
| 43.... | 0,9047 | 1,645784 | 1,645787 | - | 1,480984 | 1,480980 | + |
| 41.... | 0,9460 | 1,644800 | 1,644810 | - | 1,480602 | 1,480602 | 0 |
| 39.... | 0,9914 | 1,643798 | 1,643803 | - | 1,480221 | 1,480226 | - |
| 37.... | 1,0417 | 1,642762 | 1,642761 | + | 1,479849 | 1,479851 | - |
| 35.... | 1,0973 | 1,641675 | 1,641673 | + | 1,479477 | 1,479478 | - |
| 33.... | 1,1592 | 1,640511 | 1,640519 | - | 1,479096 | 1,479099 | - |
| 31.... | 1,2288 | 1,639262 | 1,639269 | - | 1,478704 | 1,478716 | - |
| 29.... | 1,3070 | 1,637894 | 1,637897 | - | 1,478312 | 1,478318 | - |
| 27.... | 1,3958 | 1,636366 | 1,636359 | + | 1,477891 | 1,477897 | - |
| 25.... | 1,4972 | 1,634571 | 1,634594 | -0,000023 | 1,477441 | 1,477447 | - |
| 23.... | 1,6146 | » | » | » | 1,476950 | 1,476951 | - |
| 21.... | 1,7487 | » | » | » | 1,476381 | 1,476390 | - |
| 19.... | 1,9085 | » | » | » | 1,475733 | 1,475728 | + |
| 17.... | 2,0998 | » | » | » | 1,474919 | 1,474920 | - |
| 15.... | 2,3243 | » | » | » | 1,473918 | 1,473922 | -0,000004 |

TABLEAU III. — Seconde lame de quartz, épaisseur 1^{mm},9568 (observations au bolomètre).

| 4φ. | λ. | Rayon ordinaire. | | |
|---------|--------|---------------------|----------------------|-----------|
| | | n _o obs. | n _o calc. | O — C. |
| 53..... | 1,2732 | 1,638487 | 1,638482 | +0,000005 |
| 51..... | 1,3195 | 1,637670 | 1,637676 | - |
| 49..... | 1,3685 | 1,636809 | 1,636832 | - |
| 47..... | 1,4219 | 1,635898 | 1,635903 | - |
| 45..... | 1,4792 | 1,634901 | 1,634902 | - |
| 43..... | 1,5414 | 1,633811 | 1,633803 | + |
| 41..... | 1,6087 | 1,632611 | 1,632596 | + |
| 39..... | 1,6815 | 1,631266 | 1,631260 | + |

| 42. | λ . | Rayon ordinaire. | | |
|---------|-------------|------------------|-------------|-----------|
| | | n_o obs. | n_o calc. | O - C. |
| 37..... | 1,7614 | 1,629741 | 1,629745 | — 4 |
| 35..... | 1,8487 | 1,628002 | 1,628026 | — 24 |
| 33..... | 1,9457 | 1,626023 | 1,626032 | — 9 |
| 31..... | 2,0531 | 1,623717 | 1,623710 | + 7 |
| 29..... | 2,1719 | 1,620995 | 1,620983 | +0,000012 |

» Pour les raies monochromatiques, observées à l'oculaire, la concordance est complète entre l'observation et la formule, jusqu'au cinquième chiffre décimal, les différences n'atteignent que le sixième chiffre. Dans les observations au bolomètre, les différences ne dépassent pas deux unités du cinquième chiffre décimal pour le rayon ordinaire et une unité pour le rayon extraordinaire. De plus, dans la partie commune, les observations au bolomètre concordent très bien avec les observations à l'oculaire. Ces concordances forment un contrôle des mesures.

» J'ai signalé dans ma précédente Note un contrôle plus précieux encore de mes mesures sur le quartz par leur concordance avec une formule calculée par M. Macé de Lépinay pour la biréfringence du quartz, par une méthode très différente de mes mesures d'indices. Ces mesures sur le quartz, jointes à celles que je présente ici sur le spath, trouvent un nouveau contrôle dans des mesures que j'ai faites autrefois sur la dispersion rotatoire du quartz (1) et qui ont été confirmées par un travail très soigné de M. Dongier (2) sur le même sujet. Voici en quoi consiste ce contrôle. J'ai donné une formule de dispersion rotatoire qui représente bien les observations dans le spectre visible et dans le spectre ultra-violet. Dans l'infra-rouge, j'avais utilisé le spectre fourni par un prisme de spath que j'avais étudié dans ma thèse à l'aide des lames de quartz de Mouton. Les longueurs d'onde des repères étaient ainsi entachées de l'erreur systématique qui résultait de l'emploi des nombres de ce savant. Mon nouveau Travail permet de les corriger; or le fait que je constate est celui-ci :

» Avec les valeurs des longueurs d'onde empruntées à Mouton, j'avais trouvé un écart systématique notable entre la formule et l'observation; il n'existe plus avec les valeurs corrigées des longueurs d'onde. Les écarts ont maintenant le caractère des erreurs fortuites. »

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 6^e série, t. XXVI; mai 1892.

(2) *Société de Physique*, 3 décembre 1897.

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la détermination rigoureuse des poids moléculaires des gaz en partant de leurs densités et de l'écart que celles-ci présentent par rapport à la loi de Mariotte.* Note de M. DANIEL BERTHELOT, présentée par M. H. Becquerel.

« Les chimistes admettent en général que tous les gaz simples ou composés, pris sous le même volume, renferment le même nombre de molécules. En d'autres termes les volumes moléculaires de tous les gaz sont égaux et les poids moléculaires sont proportionnels aux poids spécifiques ou densités des gaz.

» Cependant, en fait, les densités théoriques ainsi calculées ne s'accordent qu'imparfaitement avec les densités expérimentales trouvées dans les conditions ordinaires de température et de pression; ce désaccord tient à ce que la loi précédente ne pourrait être exacte pour diverses températures et diverses pressions que si tous les gaz avaient même compressibilité (loi de Mariotte) et même coefficient de dilatation (loi de Gay-Lussac). Or aucune de ces deux lois n'est rigoureuse.

» Dès lors, en fait, les volumes moléculaires des divers gaz observés dans les conditions ordinaires sont inégaux, et le poids moléculaire d'un gaz est proportionnel, non pas à sa densité réelle, mais au produit de cette densité par son volume moléculaire.

» Je me propose d'établir que ces volumes moléculaires peuvent être évalués exactement si l'on connaît la compressibilité des gaz au voisinage de la pression atmosphérique, et que, par suite, les poids moléculaires rigoureux peuvent être déterminés au moyen de deux données physiques connues avec une grande précision : densité et compressibilité.

» Je rappellerai d'abord que les expériences de Regnault montrent que les gaz tendent à obéir tous à une même loi de compressibilité et de dilatation à mesure que la pression diminue; c'est-à-dire que les lois de Mariotte et de Gay-Lussac sont des lois limites, vraies pour des pressions très faibles. Nous sommes donc autorisés à admettre que dans ces conditions de raréfaction extrême les volumes moléculaires de tous les gaz sont rigoureusement égaux. Ceci posé, il ne s'agira plus que de calculer ce que deviennent ces volumes moléculaires sous la pression atmosphérique.

» Je me bornerai aujourd'hui au cas des gaz autrefois dits *permanents*. L'écart de

leur compressibilité par rapport à la loi de Mariotte, à température constante, peut être représenté au voisinage de la pression atmosphérique par la formule

$$(1) \quad \varepsilon = \frac{p_0 v_0}{p v} - 1 = a(p - p_0),$$

v_0 étant le volume d'une masse de gaz sous la pression atmosphérique p_0 , v son volume sous la pression p , a un coefficient qui d'après les expériences de Regnault est constant entre 1^{atm} et 6^{atm} . J'admettrai que cette formule représente encore la compressibilité du gaz entre 0^{atm} et 1^{atm} conformément aux expériences de M. Amagat sur l'air.

» Considérons deux gaz sous une pression infiniment faible p ; d'après ce qui précède leurs volumes moléculaires ont une même valeur v . Comprimons-les jusqu'à la pression atmosphérique. Leurs volumes moléculaires cessent d'être égaux et prennent les valeurs

$$v_0 = v \frac{p}{p_0} [1 + a(p - p_0)] = v \frac{p}{p_0} (1 + ap - ap_0),$$

$$v'_0 = v \frac{p}{p_0} [1 + a'(p - p_0)] = v \frac{p}{p_0} (1 + a'p - a'p_0),$$

dont le rapport, si p est infiniment faible, aura la valeur

$$\frac{v_0}{v'_0} = \frac{1 - ap_0}{1 - a'p_0},$$

qui se réduira à $\frac{1 - a}{1 - a'}$ si nous évaluons les pressions de la formule (1) en atmosphères et si $p_0 = 1^{\text{atm}}$.

» Les volumes moléculaires des divers gaz prennent donc, sous la pression atmosphérique, avec ce choix particulier d'unités, des valeurs proportionnelles à $1 - a$, $1 - a'$, $1 - a'' \dots$. Soient d , d' , $d'' \dots$ leurs densités sous la pression atmosphérique, à la température considérée. Leurs poids moléculaires sont égaux aux produits des volumes moléculaires par les densités correspondantes, c'est-à-dire proportionnels à

$$(1 - a)d, \quad (1 - a')d', \quad (1 - a'')d''.$$

» Nous obtenons ainsi, pour les poids moléculaires, un système de nombres proportionnels. Ce système est défini à une constante près. Pour le fixer entièrement, on sait qu'il faut assigner à l'un de ces nombres une valeur arbitraire. On a l'habitude de rapporter les poids moléculaires, soit à l'hydrogène, en posant $H^2 = 2$, soit à l'oxygène, en posant $O^2 = 32$.

» Nous adopterons cette dernière convention, et nous procéderons au calcul des poids moléculaires, sans autres données que celles de la densité des gaz sous la pression atmosphérique et de leur compressibilité au voisinage de celle-ci.

» Ces données ont déjà été déterminées avec soin par Regnault; mais on sait qu'au point de vue expérimental la précision des mesures de ce maître a été dépassée par certains physiciens modernes. En fait, il est peu de constantes physiques connues aujourd'hui avec autant d'exactitude que les densités des gaz permanents: rapportées

à l'oxygène, les mesures de Lord Rayleigh et de M. Leduc concordent à moins de $\frac{1}{20000}$ de leur valeur.

» D'autre part, dans une série d'études toutes récentes, ce dernier physicien a déterminé, avec sa précision habituelle, la compressibilité d'un grand nombre de gaz entre 1 et 2 atmosphères.

» Je lui emprunterai les données numériques (densités et coefficients de compressibilité à 0°) nécessaires aux calculs (1).

» Le Tableau suivant contient pour une série de gaz :

» 1° La valeur à 0° du coefficient a qui est connu, d'après M. Leduc, avec une précision de $\pm 0,00004$;

» 2° Le volume moléculaire $v_m = 1 - a$ du gaz à 0° et sous la pression atmosphérique;

» 3° La densité d du gaz par rapport à l'oxygène dans les mêmes conditions;

» 4° Le poids moléculaire M du gaz par rapport à celui de l'oxygène que l'on a posé, par définition, égal à 32,

$$M = \frac{1-a}{1-a_1} \times d \times 32,$$

a étant le coefficient défini plus haut pour le gaz et a_1 celui de l'oxygène;

» 5° Enfin, les poids atomiques μ de l'hydrogène et de l'azote, obtenus en divisant par 2 les poids moléculaires calculés précédemment, et le poids atomique du carbone, obtenu en retranchant $O = 16$ du poids moléculaire de l'oxyde de carbone.

| | H. | Az. | CO. | O. |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| a | — 0,00046 | + 0,00038 | + 0,00046 | + 0,00076 |
| v_m | 1,00046 | 0,99962 | 0,99954 | 0,99924 |
| d | 0,062865 | 0,87508 | 0,87495 | 1 |
| M | 2,01472 | 28,0132 | 28,0068 | 32 |
| μ | 1,0074 | 14,007 | 12,007 | 16 |

» Je comparerai dans une Note prochaine les poids atomiques ainsi calculés, d'après deux données purement physiques, avec ceux que l'on déduit des analyses chimiques. »

(1) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 648, 1897; t. CXXVI, p. 415; 1898. — *Journal de Physique*, janvier 1898.

Comme j'adopte ici une unité de pression soixante-seize fois plus forte que celle de M. Leduc, les coefficients a donnés dans ses Tableaux ont été multipliés par 76.

THERMODYNAMIQUE. — *Moteurs à combustion et haute compression.*
 Note de M. A. WITZ, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« Les moteurs à gaz à explosion avaient éclipsé les moteurs à combustion; l'on paraissait avoir oublié ces ingénieuses machines, inventées par Siemens, Brayton, Simon, Crowe, Foulis, Gardie, etc., dont le cycle est si bien approprié néanmoins à la réalisation des grandes puissances que l'on a en vue aujourd'hui. M. Diesel, ingénieur à Munich, a ramené l'attention sur les avantages que procure la combustion graduelle, et un éclatant succès industriel est venu couronner ses efforts persévérants.

» La théorie des moteurs à gaz reçoit, dans cette circonstance, une confirmation nouvelle, qu'il est utile de relever : je demande à l'Académie la permission de rappeler la formule de rendement que j'ai établie, dès 1883, dans mes études sur les moteurs à gaz tonnant (¹), parce qu'elle permettait de prévoir les résultats de M. Diesel.

» Le cycle des moteurs à combustion est constitué par quatre phases d'opérations, qu'il est aisé de décrire.

» On débute par une compression adiabatique, depuis la pression atmosphérique H jusqu'à une pression π , ayant pour effet d'élever la température du mélange tonnant de t à θ .

» La deuxième phase consiste en une combustion à pression constante, sous cette même pression π , dans laquelle la température passe de θ à T ; la chaleur fournie par le foyer est égale à $C(T - \theta)$, C étant la chaleur spécifique des gaz sous pression constante.

» On procède ensuite à une détente adiabatique, qui ramène les gaz brûlés à la pression atmosphérique et conduit leur température à la valeur t' .

» Enfin, le cycle se ferme par une reprise de chaleur, qui fait contracter les gaz et rétablit les conditions initiales de température et de pression; la chaleur soustraite est égale à $C(t' - t)$, puisque cette dernière opération s'effectue sous la pression constante de l'atmosphère.

» Le cycle est donc limité par deux adiabatiques et par deux droites parallèles à l'axe des volumes.

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 3^e série, t. XXX.

» Le rendement se calcule aisément.

$$\rho_s = \frac{C(T - \theta) - C(t' - t)}{C(T - \theta)} = 1 - \frac{t' - t}{T - \theta}.$$

» Or, les transformations adiabatiques nous donnent les relations

$$\frac{t}{\theta} = \left(\frac{H}{\pi}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \quad \text{et} \quad \frac{t'}{T} = \left(\frac{H}{\pi}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}};$$

par suite,

$$\frac{t}{\theta} = \frac{t'}{T} = \frac{t' - t}{T - \theta},$$

d'où

$$\rho = 1 - \frac{t}{\theta}.$$

» Un cycle de Carnot eût donné un rendement supérieur qui eût été égal à $1 - \frac{t}{T}$; notre cycle a donc un rendement générique plus petit que l'unité. Mais, à la limite, ce rendement pourrait être atteint, si t était égal à θ ; il est vrai qu'alors le travail tendrait vers zéro. Le cycle classique de Joule a la même propriété.

» Le travail développé croît avec l'écart de T et de θ ; mais le rendement du cycle est indépendant des valeurs de T . Nous voyons donc que le rendement absolu reste le même, quel que soit le travail; en d'autres termes, le rendement est le même à pleine et demi-charge, propriété précieuse à laquelle on attache un grand prix.

» La puissance d'un moteur, fonctionnant suivant ce cycle, se réglerait pratiquement par la durée de la combustion et la quantité de chaleur cédée dans la première phase, c'est-à-dire par l'écart de T et de θ . Un tel moteur pourrait avoir des dimensions exigües, attendu que l'aire du cycle est considérable, et bien plus grande que celle des moteurs à explosion; la douceur de sa marche serait remarquable, vu que la pression reste constante, durant toute la phase d'admission.

» C'est la valeur de θ et, par conséquent, le degré de compression qui font le rendement de ce cycle. Or, supposons que l'on puisse comprimer le mélange à 250 atmosphères; dans ce cas

$$\theta = t \cdot (250)^{0,23} = t \cdot 3,56$$

et

$$\rho = 1 - \frac{1}{3,56} = 0,719.$$

» Ce rendement extraordinaire est le triomphe de la haute compression préalable; il n'a pas d'autre cause.

» Mais on pourrait se contenter d'une compression moindre; or, pour 35 atmosphères on trouve encore que ρ est égal à 0,557. C'est un chiffre auquel la théorie ne nous avait guère habitués, et qui fait pâlir le rendement de la plus brillante machine à vapeur.

» La machine Diesel elle-même, dont on a tant exalté les promesses, ne donne pas de rendements théoriques supérieurs à ceux que nous venons de calculer pour les moteurs à combustion et haute compression.

» La compression de 250 atmosphères est celle qu'avait rêvée le savant ingénieur allemand, celle de 35 atmosphères est celle qu'il a eu le rare mérite de réaliser; appliquées au cycle classique des moteurs à combustion, elles produiraient les mêmes merveilles que dans le moteur Diesel. Le moteur à combustion a par ailleurs les mêmes avantages que le nouveau moteur, au point de vue de la puissance, de l'élasticité, de l'exiguïté des dimensions et du reste. Son cycle a même pour lui un avantage supérieur, celui d'être aisément réalisable et de n'être pas sensiblement déformé quand on passe de la théorie à l'application. Le moteur Gardie l'a prouvé.

» C'est donc dans la forte compression rendue possible par M. Diesel qu'il faut chercher la cause du succès obtenu. Le perfectionnement est d'ordre pratique; cela n'en diminue pas la grande valeur, que je désire voir proclamer hautement; mais il m'a paru utile de démontrer que le cycle ancien des moteurs à combustion n'avait pas besoin d'être modifié pour donner ces rendements théoriques considérables, qui ont provoqué tant d'espérances et suscité tant d'efforts. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le champ hertzien*. Note de M. ALBERT TURPAIN, présentée par M. Mascart.

« Pour concentrer le champ que crée autour de lui un excitateur de Hertz, on se sert ordinairement de deux fils parallèles. Dans une précédente Communication (1), j'ai établi que, outre le système de ventres et de nœuds que décèle le résonateur déplacé dans la position classique (position I), il en existait un autre, échangeant avec le premier ses sec-

(1) *Comptes rendus*, 31 janvier 1898. — *Procès-verbaux de la Soc. des Sc. phys. et nat. de Bordeaux*, 20 janvier 1898.

tions nodales en sections ventrales et inversement, mis en évidence par le déplacement du résonateur dans les deux positions II et III.

» Ces faits conduisent à assimiler le champ à deux fils à un tuyau sonore où se trouveraient étagées des régions alternativement nodales et ventrales et où le résonateur servirait d'appareil investigateur. Il y a lieu de se demander quel est le rôle joué, dans ce phénomène, par chacun des fils pris isolément.

» I. PROPRIÉTÉS DU CHAMP HERTZIEN CONCENTRÉ PAR UN FIL UNIQUE. — Tant pour cette étude en elle-même que pour sa comparaison avec celle du champ à deux fils, on s'est astreint à déplacer le résonateur dans trois séries de positions différentes :

» 1° *Positions symétriques.* — Le fil est perpendiculaire en son centre au plan du résonateur pour la position I, coïncide avec un de ses diamètres pour les positions II et III, d'ailleurs identiques.

2° *Positions dissymétriques.* — Le fil perpendiculaire en un point du cercle résonateur, autre que le centre pour la position I, coïncide avec une corde de ce cercle pour les positions II ou III.

» 3° *Positions extérieures.* — Le centre du résonateur est situé assez loin du fil pour que son cercle ne le rencontre plus. Les positions I, II et III sont ici toutes trois distinctes.

» *Résultats : Positions symétriques.* — *Position I.* — 1° Le résonateur découvre un système de ventres et de nœuds dont l'extrémité libre du fil est un ventre; l'intensité du phénomène est des plus faibles; il doit être rapporté au fait d'une dissymétrie impossible à éviter; 2° L'intensité très faible est la même dans tous les azimuts.

» *Positions II et III.* — 1° Système de ventres et de nœuds alternant avec les précédents, l'extrémité libre du fil est un nœud; 2° Extinction quand le rayon du micromètre coïncide avec la direction du fil.

» *Positions dissymétriques.* — *Position I.* — 1° Même système que précédemment; les phénomènes sont ici d'intensité très appréciable; 2° Extinction ou minimum d'effet quand le rayon du micromètre passe par le fil.

» *Positions II et III.* — 1° Même système que dans les positions symétriques correspondantes; 2° Minimum d'effet quand le rayon du micromètre est perpendiculaire à la direction du fil.

» *Positions extérieures.* — *Position I.* — 1° Même système que les précédents; 2° Extinction ou minimum d'effet lorsque le prolongement du rayon du micromètre passe par le fil.

» *Position II.* — 1° Même système que dans les positions II précédentes;

2° Minimum d'effet quand le rayon du micromètre est perpendiculaire à la direction du fil.

» *Position III.* — 1° Même système que dans les positions III précédentes :
2° Extinction ou minimum d'effet quand le rayon du micromètre est parallèle au fil.

» *Résonateur à coupure.* — Donne mêmes résultats qu'un résonateur complet, la coupure se substituant au micromètre suivant une loi précédemment énoncée.

» II. COMPARAISON DES PROPRIÉTÉS DU CHAMP A UN FIL ET DU CHAMP A DEUX FILS. — Le résonateur était placé, lorsqu'un seul fil concentrait le champ, dans les situations mêmes qu'il devait occuper pour les positions I, II, III lorsqu'on ajoutait le second fil.

» Voici les mesures des distances explosives maxima au micromètre qui permettent la comparaison mieux que tout énoncé :

| | | I. 0°. | I. 270°. | II. 0°. | II. 270°. | III. 0°. | III. 270°. |
|------------------------|--------|--------|----------|---------|-----------|----------|------------|
| | | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| Champ à un fil | V. . . | 0,135 | 0,038 | 0,563 | 0,323 | 0,015 | 0,008 |
| | N. . . | 0,060 | 0,022 | 0,225 | 0,240 | 0,008 | 0,000 |
| Champ à deux fils. . | V. . . | 0,240 | 0,038 | 1,500 | 1,410 | 0,038 | 0,023 |
| | N. . . | 0,090 | 0,030 | 1,125 | 1,028 | 0,023 | 0,015 |

» Bien que chacun des fils se montre l'analogie d'un tuyau sonore et que les sections nodales et ventrales de ces deux tuyaux parallèles coïncident, on ne doit pas considérer les points en regard sur les deux fils comme étant à chaque instant identiques.

» Soient, en effet, A et B les deux plaques de l'excitateur placées parallèlement. Appelons *a*, *a'* deux plaques métalliques parallèles situées en regard de A, et *b'*, *b*, deux plaques identiques en regard de B; soient 1 et 2 les deux fils concentrant le champ. Nous indiquerons que le fil 1 a été relié à la plaque *a* par le symbole 1-*a*.

» 1° Les champs à un fil 1-*a*, 1-*a'*, 1-*b*, 1-*b'*, 2-*a*, 2-*a'*, 2-*b*, 2-*b'* donnent les mêmes systèmes de ventres et de nœuds;

» 2° Les champs à deux fils 1-*a* et 2-*b*, 1-*a'* et 2-*b'*, 1-*a* et 2-*b'*, 1-*a'* et 2-*b* donnent les mêmes systèmes de ventres et de nœuds, identiques en position aux précédents;

» 3° Les champs à deux fils 1-*a* et 2-*a'*, 1-*b'* et 2-*b* ne donnent plus aucun système de ventres et de nœuds. Il y a *interférence* tout le long du champ. A chaque instant, l'effet produit par le fil 1 sur le résonateur est annulé par l'effet du fil 2.

» *Expérience I.* — Si, dans le cas d'un champ interférent à deux fils, on place le résonateur dans la position I de telle sorte que les fils soient perpendiculaires en deux points situés dans le même demi-cercle par rapport au diamètre du micromètre, les actions des deux fils sur le résonateur s'ajoutent au lieu de se détruire.

» *Expérience II.* — Si, dans le cas d'un champ interférent à deux fils, on augmente l'un des fils d'un quart de longueur d'onde, on fait, par là même, cesser l'interférence.

» *Expérience III.* — Si enfin, dans le cas d'un champ interférent à deux fils, on intercale, entre deux points de l'un des fils, une longueur de fil de $\frac{\lambda}{2}$, l'interférence cesse à partir du point d'intercalement. Au contraire, dans le cas du champ ordinaire à deux fils, l'interférence se manifeste à partir du point d'intercalement.

» Ces différentes expériences montrent en définitive :

» 1° Que chaque fil du champ ordinaire à deux fils constitue, pris isolément, un système de ventres et nœuds offrant à l'extrémité libre un ventre de la position I, un nœud des positions II et III;

» 2° Que l'état électrique de deux ventres en regard pris sur chacun des fils n'est cependant pas identique, mais de signes contraires, ce qui explique le renforcement des phénomènes que produit l'addition du second fil dans le champ ordinaire à deux fils. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un iodure de tungstène* (1).

Note de M. ED. DEFACQZ, présentée par M. Moissan.

« Différentes réactions ont été tentées pour préparer les iodures de tungstène. Von Borch (2) essaya vainement l'action du chlorure en vapeurs sur l'iodure de potassium et sur l'iodure d'argent; il n'eut pas plus de succès en faisant passer un mélange de vapeurs du même chlorure et d'acide iodhydrique dans un tube chauffé au rouge.

» M. Riche (3) signala le premier un iodure de tungstène; M. Roscoe (4),

(1) Travail fait au laboratoire des Hautes Études de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie.

(2) VON BORCH, *Jahreste für* 1851, p. 344.

(3) RICHE, *Annales de Chimie et de Physique*, t. L, p. 5; 1857.

(4) ROSCOE, *Chem. News*, t. XXV, p. 61; 1872.

dans son remarquable Mémoire sur les composés halogénés de ce métal, en donna la composition; ces deux savants l'obtenaient en faisant agir l'iode sur le métal préparé par réduction de l'acide tungstique par l'hydrogène.

» L'action de l'acide iodhydrique sec sur un chlorure ayant donné, dans quelques cas, de très bons résultats, nous avons pensé à utiliser cette réaction.

» *Préparation.* — Le métal fondu, préparé au four électrique par la méthode de M. Moissan ⁽¹⁾, est placé, dans une nacelle, au milieu d'un tube de verre vert traversé par un courant de chlore; on chauffe au rouge sombre et, en employant les précautions indiquées par M. Roscoe, on obtient l'hexachlorure pur sublimé; on chasse alors le chlore de l'appareil par un courant d'acide carbonique sec, puis on fait passer l'acide iodhydrique gazeux sec en chauffant pendant une heure environ vers 400° la partie du tube où s'était déposé primitivement l'hexachlorure. Au commencement de la réaction il y a un abondant dépôt d'iode; on obtient finalement une masse infusible brune; on la lave d'abord au sulfure de carbone pur et sec pour lui enlever un peu d'iode libre, on sèche à l'air, on reprend par l'alcool à 95° et l'on sèche définitivement à l'étuve à 110°.

» Cette préparation exige quelques précautions : il ne faut pas chauffer au-dessus de 500°, pour éviter un commencement de réduction par l'acide iodhydrique à cette température, et il est préférable d'opérer sur l'hexachlorure sublimé plutôt que sur le fondu.

» *Analyse.* — On place l'iodure dans une nacelle disposée dans un tube de verre et l'on chauffe en faisant passer lentement un courant d'air; l'iode qui provient de la décomposition est entraîné et reçu dans un récipient contenant une solution aqueuse d'acide sulfureux; on le dose à l'état d'iodure d'argent; on le transforme ensuite en chlorure, comme vérification; l'acide tungstique qui reste dans la nacelle est pesé; de son poids on déduit la quantité de métal.

» Nous avons ainsi trouvé :

| | Trouvé. | | | Calculé pour TuI^2 . |
|---------|---------|-------|-------|---------------------------|
| Tu..... | 42,16 | 42,20 | 42,24 | 42,01 |
| I..... | » | 56,82 | 57,40 | 57,99 |
| | | 99,02 | 99,64 | 100,00 |

» *Propriétés.* — L'iodure de tungstène TuI^2 se présente sous la forme d'une poudre brune amorphe, insoluble dans l'eau, le sulfure de carbone et l'alcool.

» Il est infusible, n'est pas volatil sans décomposition, en donnant, au contact de l'air, de l'iode et de l'acide tungstique.

» Sa densité est 6,9 à 18°.

» L'hydrogène est sans action jusque vers 500°; au-dessus de cette température l'iodure est réduit avec départ d'iode.

(1) H. MOISSAN, *Recherches sur le tungstène* (Comptes rendus, t. CXXIII, p. 13).

» Le chlore l'attaque vers 250° pour donner le chlorure correspondant ; si l'on élève la température il se forme les composés plus chlorés.

» Le brome ne donne le bromure correspondant que vers 350°.

» Le soufre et le phosphore fournissent des composés sulfurés et phosphorés.

» L'eau n'agit que très lentement à froid et plus rapidement à l'ébullition ; en vapeurs il se forme l'oxyde bleu.

» L'acide carbonique n'a d'action que vers 500° et donne alors un corps brun, non volatil, infusible, qui, sous l'influence d'une légère élévation de température, brûle à l'air comme de l'amadou pour donner de l'acide tungstique.

» L'acide iodhydrique gazeux agit comme l'hydrogène vers 500° à 600°.

» Les solutions aqueuses d'acide chlorhydrique, d'acide fluorhydrique ne l'attaquent que très lentement ; l'acide azotique, l'acide sulfurique, l'eau régale le décomposent à l'ébullition et laissent un résidu d'acide tungstique.

» L'iode de tungstène est facilement attaqué par la potasse aqueuse, et très vivement, avec départ d'iode, par la potasse fondue, ainsi que par les carbonates alcalins fondus et les mélanges d'azotate et de carbonate.

» En résumé, il est facile de préparer l'iode TuI^2 par l'action de l'acide iodhydrique sec sur l'hexachlorure de tungstène pur. »

THERMOCHIMIE. — *Bases quinoléïques.* Note de M. MARCEL DELÉPINE.

« Je me suis proposé d'étudier quelques bases quinoléïques au point de vue thermochimique, afin de déterminer les variations thermiques qui accompagnent leur formation qui, on le sait, se ramène presque toujours à l'action d'une aldéhyde, d'une acétone, ou de toute substance pouvant donner naissance à ces fonctions, sur une amine aromatique primaire plus ou moins complexe. J'ai également étudié les chlorhydrates de ces bases, pour déterminer l'intensité de leur basicité.

» Nous ne possédons pas de données sur ces sujets. Je me suis adressé à la quinoléïne, à la quinaldine et à leurs tétrahydrures :

» 1° *Quinoléïne du goudron* C^9H^7Az . — Bouillant à 237°, fixe. Chaleur de combustion par gramme, 8701^{cal},7 ; 8684^{cal},4 et 8707^{cal},3.

» 1° *bis. Quinoléïne synthétique* C^9H^7Az . — Très pure, bouillant à 236°. Chaleur de combustion par gramme, 8707^{cal},7.

» La presque identité de deux séries de chiffres indique que la base du goudron avait été suffisamment bien rectifiée. On peut donc prendre la moyenne des quatre nombres, soit 8700^{cal},3 ; ce qui donne, pour l'état liquide :

| | | |
|---|----------------------------|-----------------------------|
| Chaleur de combustion moléculaire | } à volume constant. . . . | 1122,3 |
| | | à pression constante. . . . |
| Chaleur de formation moléculaire. | | —32,8 |

» 2° *Tétrahydroquinoléine* $C^9H^{11}Az$. — Ébullition fixe à 248° , sous 755^{mm} ; est devenue solide quelque temps après sa préparation.

» La combustion d'un gramme, sous forme liquide, a fourni $9221^{cal}, 1$; $9234^{cal}, 7$; $9210^{cal}, 0$, $9223^{cal}, 4$; en moyenne, $9222^{cal}, 3$.

» Soit, pour une molécule = 133^{gr} , à l'état liquide :

| | | |
|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Chaleur de combustion | } à volume constant..... | $1226,56^{cal}$ |
| | | à pression constante..... |
| Chaleur de formation..... | | $+ 0,4$ |

» 3° *Quinaldine* ou α -*méthylquinoléine* C^9H^9 $\begin{cases} CH=CH \\ | \\ Az=C.CH \end{cases} = C^{10}H^9Az$. — Formée

par réaction du paralaldéhyde sur l'aniline en milieu chlorhydrique. Ébullition, 246° - 248° ; analyses très concordantes de la base et de son chlorhydrate; ce dernier ne se colorait pas en vert par AzO^3H . Cette base a donné par gramme : $8990^{cal}, 4$; $8991^{cal}, 0$; $9003^{cal}, 3$; en moyenne, $8994^{cal}, 9$.

» Soit pour une molécule = 143^{gr} , à l'état liquide :

| | | |
|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Chaleur de combustion | } à volume constant..... | $1286,27^{cal}$ |
| | | à pression constante..... |
| Chaleur de formation..... | | $-33,75$ |

» 4° *Tétrahydroquinaldine* C^9H^9 $\begin{cases} CH^2-CH^2 \\ | \\ AzH-CH-CH^3 \end{cases} = C^{10}H^{13}Az$. — Bouillant à 253° ; contenant pour 100 : C, $81,55$; H, $8,82$ au lieu de C, $81,63$; H, $8,84$. Sa combustion a donné par gramme :

$9403^{cal}, 1$ et $9380^{cal}, 0$; moyenne... $9391^{cal}, 6$.

» D'où l'on déduit, pour 1 molécule = 147^{gr} à l'état liquide :

| | |
|--|------------------|
| Chaleur de combustion à volume constant..... | $1380^{cal}, 56$ |
| » à pression constante..... | $1382^{cal}, 1$ |
| Chaleur de formation..... | $+ 9^{cal}, 1$ |

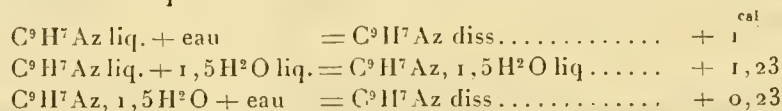
» *Chlorhydrates*. — La quinoléine absorbe, à 10° , l'eau dans la proportion de $1,5H^2O$ pour C^9H^7Az ; elle se dissout elle-même dans l'eau à raison de 6 pour 100, à 10° ; j'ai mesuré non seulement la chaleur de saturation de la quinoléine liquide par HCl , mais encore celle de son hydrate et de sa solution aqueuse. Le Tableau e-dessous résume ces expériences et celles relatives aux trois autres bases; chacun des chiffres est la moyenne de deux ou trois déterminations concordant à $0^{cal}, 1$ près et faites à 10° environ. J'y ai joint, à titre de comparaison, les données connues pour l'aniline.

Chaleurs de saturation.

| Bases. | Bases liquides. | | | | Chaleur de dissolution des chlorhydrates. (1 molécule = 4 ^{lit}) | |
|----------------------|----------------------------|----------------------------|-------------|---------------|--|--------|
| | HCl dissous. Sel dissous. | | HCl gaz. | | | |
| | HCl (4 ^{lit}). | 2 HCl (6 ^{lit}). | Sel solide. | Tout dissous. | | |
| Quino- léine | anhydre..... | 6,46 | 6,58 | 26,80 | 5,46 | — 2,95 |
| | hyd. 1,5H ² O.. | 5,23 | » | » | » | » |
| Hydroquinoléine..... | | 7,15 | 7,25 | 28,05 | » | — 3,50 |
| Quinaldine..... | | 8,80 | 8,85 | 28,10 | » | — 1,90 |
| Hydroquinaldine..... | | 8,45 | 8,50 | 27,85 | » | — 2,0 |
| Aniline..... | | 7,44 | 8,34 | 27,57 | 7,44 | — 2,73 |

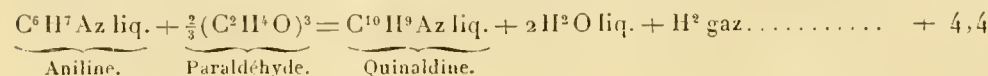
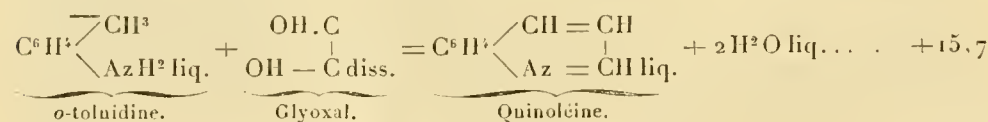
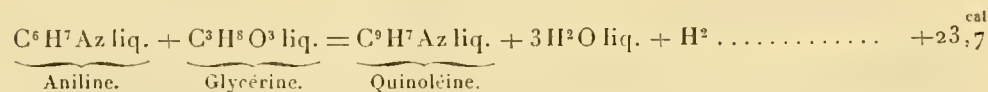
» On constate le plus grand parallélisme avec le chlorhydrate d'aniline; sauf dans l'addition d'une nouvelle molécule de HCl dissous, qui produit beaucoup moins d'effet sur les bases quinoléiques que sur l'aniline. La réaction : base liq. + HCl gaz = sel solide dégage une quantité de chaleur presque égale dans toute la série.

» En ce qui concerne la quinoléine dans ses rapports avec l'eau, on déduit des données précédentes :

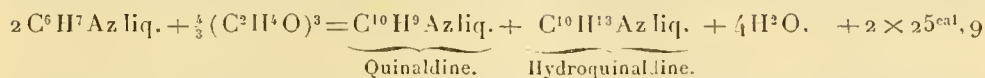


» La valeur absolue de ce dernier chiffre ne saurait être garantie, mais son signe me paraît certain; quant à l'hydrate, sa faible chaleur de formation répond bien à son instabilité; la chaleur de la main le décompose partiellement.

» Examinons maintenant les conséquences de toutes ces données relativement aux synthèses des bases quinoléiques et à leur hydrogénation, en ne prenant que quelques réactions calculables; on trouve les résultats suivants :

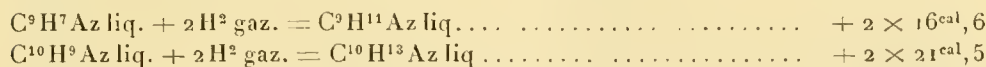


et, si l'on tient compte de ce fait réel que l'hydrogène ne se dégage pas mais se fixe sur la quinaldine, on aura



et ainsi de suite; on pourrait multiplier les exemples. Ce qu'il importe de retenir, d'une part, c'est qu'il y a toujours un dégagement de chaleur considérable, comparable, pour chaque molécule d'amine entrée en jeu, à celui qui se produit dans la formation des glyoxalidines et à propos duquel on pourrait reproduire les arguments que j'ai développés sur l'impossibilité de réhydrater ces bases, impossibilité qui apparaîtra ici encore plus absolue, si l'on observe que la présence d'acides ne modifie pas d'une manière sensible la chaleur dégagée, puisque la chaleur de saturation de l'aniline génératrice est fort voisine de celle des bases quinoléniques. D'autre part, si l'on considère que c'est l'eau formée qui emporte toute la chaleur dégagée, on s'expliquera la petitesse des chaleurs de formation des bases quinoléniques, leur polymérisation possible, leur aptitude à donner des produits d'addition et, en quelque sorte, leur rôle de radical.

» En particulier, la fixation de l'hydrogène est passablement exothermique; on a :



CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaison des bases organiques avec divers sels oxygénés.* Note de M. D. TOMBECK, présentée par M. Ditté.

« J'ai montré précédemment (¹) que l'aniline et ses dérivés, ainsi que les bases de la série pyridique, pouvaient, comme l'ammoniaque, en se combinant aux sels haloïdes du zinc et du cadmium, donner des corps bien cristallisés dont j'ai indiqué la composition et les propriétés. Depuis, des composés analogues, renfermant de l'aniline, m'ont été fournis par les sels correspondants du nickel, du cobalt, du magnésium et du manganèse, dans des conditions peu différentes.

» L'aniline peut, comme l'ammoniaque encore, se combiner aussi à divers sels oxygénés. Une méthode générale de préparation des composés

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 961. — *Id.*, p. 1531.

qu'elle forme dans ce cas consiste à verser de l'aniline en excès dans une dissolution du sel métallique oxygéné; par agitation, il se forme un précipité cristallisé.

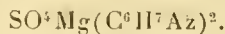
» I. SULFATES. — 1° *Sel de cadmium*. — Avec le sulfate de cadmium, par exemple, on obtient un dépôt blanc, cristallin, insoluble dans l'alcool et dans l'éther, ce qui permet de le laver et de le débarrasser de l'aniline en excès; il se dissout lentement et en petite quantité dans l'eau, quand on élève la température. La liqueur filtrée laisse déposer, par refroidissement, des groupes de cristaux lamellaires, blancs, opaques. Ils jaunissent au bout de quelque temps, même dans leur eau-mère, quand on les expose à l'oxygène de l'air. Quelquefois ils se réunissent au fond du vase, formant des sphères constituées par des cristaux rayonnant autour d'un centre. Une fois séchés, ils sont brillants et doux au toucher, comme l'acide borique en paillettes. Quand on les chauffe, ils perdent de l'aniline qui, à une température suffisamment élevée, s'enflamme et qui, par une calcination un peu prolongée, disparaît entièrement, entraînant avec elle l'acide sulfurique et laissant de l'oxyde de cadmium comme résidu. La composition de ces cristaux répond à la formule $\text{SO}^4\text{Cd}(\text{C}^6\text{H}^7\text{Az})^2$.

| | Trouvé. | | Calculé. |
|-----------------------|---------------|-----------------------|---------------|
| Cd..... | 28,49 | Cd..... | 28,43 |
| SO ⁴ | 24,52 | SO ⁴ | 24,36 |
| Aniline..... | 46,99 | Aniline..... | 47,21 |
| | <u>100,00</u> | | <u>100,00</u> |

» 2° *Sel de zinc*. — Le composé du zinc s'obtient aussi directement, en versant de l'aniline dans une dissolution concentrée et froide de sulfate de zinc. En agitant pour favoriser la dissolution de l'aniline, on voit, au bout d'un certain temps, la liqueur se troubler: si on l'abandonne à elle-même, il se dépose sur les parois, et principalement aux points touchés par l'agitateur, de très petits cristaux auxquels l'analyse conduit à attribuer la formule $\text{SO}^4\text{Zn}(\text{C}^6\text{H}^7\text{Az})^2$.

» Ce composé présente un aspect tout à fait analogue à celui du précédent. Quand il est sec, il affecte comme lui la forme de paillettes brillantes, douces au toucher, peu solubles dans l'eau froide. L'eau chaude le décompose et, en même temps que l'oxyde de zinc mis en liberté trouble la liqueur, on perçoit l'odeur d'aniline. La chaleur le détruit: l'aniline brûle, entraînant avec elle l'acide sulfurique, et il reste à la température du rouge un résidu d'oxyde de zinc.

» 3° *Sel de magnésium*. — Quand, après avoir mélangé deux solutions alcooliques, l'une de sulfate de magnésium, l'autre d'aniline, on vient à élever la température, on voit se former des aiguilles soyeuses extrêmement fines, dont la composition, analogue à celle des composés du zinc et du cadmium, peut être représentée par



» 4° *Sels de nickel et de cobalt*. — Les sulfates de nickel et de cobalt donnent, en s'unissant à l'aniline, le premier un sel vert clair en très petits cristaux qui contiennent six molécules d'aniline pour une de sulfate: sa composition répond donc à la

formule $\text{SO}^4\text{Ni}(\text{C}^6\text{H}^7\text{Az})^6$; le second, un composé moins riche en aniline et qui renferme $\text{SO}^4\text{Co}(\text{C}^6\text{H}^7\text{Az})^5$. Celui-ci, après avoir été lavé à l'éther et séché, est une poudre cristalline rose qui, sous l'influence de la chaleur, perd son acide sulfurique et son aniline, laissant comme résidu de l'oxyde de cobalt.

» 5° *Sel de cuivre*. — Avec quelques précautions particulières, on peut obtenir une combinaison du sulfate de cuivre avec l'aniline. Le sulfate de cuivre doit être dissous dans de l'eau parfaitement privée d'air. La solution d'aniline doit être préparée avec les mêmes précautions; si alors on verse un excès de cette dernière dans le sulfate de cuivre, on voit immédiatement se former un précipité cristallin vert clair, que l'on peut dessécher sur une plaque poreuse, dans une atmosphère d'acide carbonique. Ces cristaux sont en effet altérables à l'air qui les rend brun foncé. Le même fait se produit au sein de la liqueur qui leur a donné naissance quand on emploie de l'eau non privée d'air. L'eau chaude les décompose, et la chaleur fait de même.

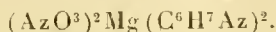
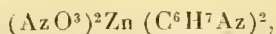
» Leur composition répond à la formule



» II. AZOTATES. — Les sulfates ne sont d'ailleurs pas les seuls sels oxygénés capables de s'unir avec l'aniline. Les azotates de cadmium, de zinc, de magnésium se combinent aussi avec cette base pour donner par la même méthode des sels parfaitement cristallisés.

» Ainsi, quand on verse de l'aniline dans une dissolution d'azotate de cadmium faite dans un mélange à parties égales d'eau et d'alcool, puis qu'on évapore la liqueur, on obtient de petits cristaux incolores dont la composition peut être représentée par $(\text{AzO}^3)^2\text{Cd}(\text{C}^6\text{H}^7\text{Az})^2$. Sous l'action de la chaleur, ces cristaux se décomposent eux aussi; ils perdent d'abord leur aniline qui brûle, puis l'azotate se décompose avec déflagration en laissant de l'oxyde de cadmium. Ils sont solubles dans l'eau qui, en même temps, les décompose: la dissolution chaude ne se trouble pas, mais l'aniline vient se rassembler en gouttelettes huileuses à la surface. L'éther ne les dissout pas, ce qui permet de les purifier.

» Les azotates de zinc et de magnésium donnent des combinaisons du même genre:



» III. AUTRES SELS. — Les acétates de zinc, de cadmium et de quelques autres métaux donnent, dans des conditions peu différentes, des composés cristallisés dont je poursuis l'étude.

» *Toluidines*. — L'orthotoluidine et la paratoluidine donnent avec les sels oxygénés des composés du même genre que ceux de l'aniline. Ainsi une solution aqueuse et bouillante de sulfate de cadmium agitée pendant longtemps avec de l'orthotoluidine, puis mélangée avec de l'alcool, donne lieu à un dépôt de cristaux qui renferment $\text{SO}^4\text{Cd}(\text{C}^7\text{H}^9\text{Az})^2$. Deux solutions, l'une de sulfate de zinc, l'autre de paratoluidine, mélangées fournis-

sent immédiatement un abondant précipité cristallin. Il en est de même de la paratoluidine en solution aqueuse mélangée à une dissolution très étendue de sulfate de cuivre.

» Je décrirai ailleurs les composés renfermant des toluidines. »

ZOOLOGIE. — *Nouvelles observations sur quelques stades de l'évolution des Urnes.* — Note de MM. J. KUNSTLER et A. GRUVEL, présentée par M. Milne-Edwards.

« Nous avons déjà publié une Note (1) sur l'ensemble du développement des *Urnes* de la cavité générale du Siphoncle. Depuis cette époque, nous avons réussi à cultiver ces formations particulières pendant des périodes plus ou moins prolongées, parfois même jusqu'à une douzaine de jours. Nous avons eu ainsi la possibilité d'observer, d'une façon précise, la marche de l'évolution des principales parties de leur corps.

» Le sujet de la présente Note consiste dans la description de quelques stades particulièrement intéressants de ce développement.

» Rappelons très rapidement que les corps reproducteurs les plus élémentaires, observés à l'époque de leur production, sont de simples petites masses amiboïdes, contenant, à leur intérieur, au moins deux éléments de constitution cellulaire, à contours bien limités, et affectant l'apparence, l'une, d'une vésicule claire, l'autre, d'une vésicule sombre, se touchant au sein de la masse amiboïde.

» La cellule claire grossira beaucoup plus vite que sa congénère foncée; elle est destinée à devenir une portion particulière de l'Urne, comparable à une sorte de flotteur; elle fera vite saillie à la surface libre, tandis que la masse amiboïde se condensera au pôle qui correspond à la deuxième cellule, et s'organisera en un anneau locomoteur garni de longs cils.

» C'est à ce stade de l'évolution que commencera notre description, destinée à montrer de quelle manière cette formation, primitivement simple, se transforme progressivement, de façon à acquérir une complexité inattendue, et, d'un élément amiboïde, constituer un corps, qui, malgré sa petitesse, a déjà la constitution fondamentale des *Urnes*.

» L'élément vésiculaire clair, devenu vite notablement plus grand que le reste du corps, invagine assez profondément son pôle proximal, c'est-à-dire celui qui est plongé dans le protoplasma du corps. Dans la dépression ainsi constituée vient se loger la cellule sombre, qui y est enfoncée au

(1) J. KUNSTLER et A. GRUVEL, *Comptes rendus*, 8 février 1897.

moins jusqu'à sa région équatoriale. Tout autour de cet élément, à la limite circulaire qui le sépare de la grande vésicule claire, s'est amassé le protoplasma amiboïde, en une sorte d'anneau circulaire flagellifère. La formation tout entière est donc alors constituée, d'abord, par une grande cellule nucléée et transformée en une vésicule claire, ensuite par une cellule nucléée plus petite et plus sombre, à moitié invaginée dans la première, et enfin, par un anneau cilié, d'où part une couche protoplasmique d'une grande hyalinite, qui recouvre la vésicule sombre du côté du pôle postérieur, c'est-à-dire celui qui est toujours en arrière pendant la locomotion. De cette couche plasmique mince semblent souvent saillir des pseudopodes adhésifs.

» Bientôt apparaît un nouvel élément cellulaire, dont le rôle et l'avenir sont de la plus haute importance. C'est une cellule globuleuse, due sans doute à un bourgeon de l'élément sombre et qui s'observe à l'extrémité postérieure de celui-ci. Cette cellule ne reste pas longtemps isolée. Elle ne tarde pas à s'allonger et, par une sorte de division directe, à se partager en deux éléments nouveaux, qui se séparent l'un de l'autre pour aller se poster vers le bord interne de l'anneau cilié.

» Par une multiplication ultérieure de ces deux cellules, apparaissent d'autres éléments analogues, de plus en plus nombreux, se disposant en un anneau qui devient plus tard une véritable membrane cellulaire continue et qui revêt la région postérieure du corps.

» Il est à remarquer que, quoique l'ensemble de ces phénomènes constitue une succession ininterrompue, il est cependant des stades plus fréquents les uns que les autres et qui correspondent peut-être à des sortes de phases de repos. C'est ainsi que l'on trouve très souvent des formes à cinq éléments cellulaires, symétriquement disposés tout contre le bord interne de l'anneau cilié qui, lui, présente aussi un contour plus ou moins régulièrement pentagonal.

» A ce stade, qui est le plus fréquent et qui semble correspondre à la période de la vie que l'on peut qualifier d'*adulte*, la vésicule claire est très bombée en avant, mais rétrécie du côté du disque cilié, de façon à présenter une configuration piriforme, allongée.

» D'un autre côté, l'ensemble de tous les corps qui constituent le disque structuré postérieur présente aussi une épaisseur appréciable, d'où il résulte que le diamètre antéro-postérieur de ces formes est le plus considérable et, grâce à un aplatissement du haut en bas, il existe ainsi une symétrie bilatérale nettement caractérisée, dans laquelle l'axe antéro-postérieur est le plus long, l'axe transversal moyen et l'axe sagittal le plus court. Le mouvement se fait dans le sens de l'axe antéro-postérieur; il est rectiligne et la vésicule claire est toujours en avant. On les voit traverser le liquide en repoussant les obstacles devant eux, à la manière des *Orthonectides*.

» En avançant en âge ou en évolution, soit que l'élément ait atteint sa période sénile, soit plus hâtivement dans les cultures, sous l'influence des mauvaises conditions ambiantes, il se produit un changement profond qui aboutit à la constitution de ces vastes formations ciliées, à mouvements chancelants, déjà signalées dans notre première Note.

» Cet état nouveau est caractérisé par une constitution particulière et bien différente de tout ce qui a été vu jusqu'ici.

» Le plus grand diamètre est transversal, et le corps tout entier a la forme d'un disque aplati, relativement énorme, dû à un élargissement considérable qui se produit en même temps qu'une multiplication cellulaire abondante.

» Les éléments cellulaires qui se sont produits au pôle postérieur deviennent, en effet, fort nombreux, et s'étendent en une membrane qui recouvre toute cette région. Une différenciation assez nette s'établit entre ces cellules, suivant l'endroit où on les considère.

» Celles qui se trouvent à la limite du disque cellulaire, au point où l'anneau cilié se termine intérieurement, conservent leur constitution primitive d'éléments globuleux à gros noyaux. Les autres, au contraire, subissent une transformation particulière, rappelant certains tissus d'êtres plus élevés. Elles s'aplatissent et deviennent des éléments lamelleux, à région centrale plus épaisse, lenticulaires, contenant le noyau, et se touchant par leurs bords minces, de façon à former un ensemble membrani-forme continu.

» Dans ces individus, l'élargissement considérable du corps n'a pas porté sur l'élément cellulaire sombre primitif, qui, du reste, ne paraît plus jouer qu'un rôle restreint dans l'ensemble de cette évolution, et qui n'apparaît plus alors que sous la forme d'une petite vésicule claire, contenant un noyau sombre, et très aplatie d'avant en arrière, au milieu du disque pluricellulaire.

» Nous savons déjà que cet état particulier correspond à la dernière période de la vie de ces formations, précédée de phénomènes reproducteurs spéciaux dont la description succincte a été donnée antérieurement. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'encéphale des Glycériens*. Note de M. CH. GRAVIER, présentée par M. Edmond Perrier.

« Le prostomium des Glycériens a la forme d'une languette généralement très effilée, dont la longueur peut atteindre, comme chez la *Glycera*

lapidum de Quatrefages, celle des seize segments qui le suivent immédiatement. Il offre toujours à considérer une segmentation nette qui a frappé depuis longtemps les zoologistes. Les segments, dont le nombre s'élève à 22 chez la *Glycera capitata* OErsted, sont fréquemment biannelés et portent, au moins chez quelques espèces, et peut-être même chez toutes, une ceinture ciliée analogue à celles que l'on a signalées chez certaines larves et chez quelques formes adultes d'Annélides polychètes. Or, chez beaucoup de Glycériens, les segments du corps (à part les premiers), comme ceux du prostomium, sont divisés par un sillon transversal en deux anneaux, dont le postérieur porte les parapodes. Ces caractères si particuliers ont amené certains auteurs à regarder le prostomium des Glycériens comme constitué par plusieurs segments de même valeur morphologique que ceux du reste du corps, et à admettre chez ces animaux un déplacement considérable de l'orifice buccal vers la région postérieure.

» La question de la constitution du lobe prébuccal des Glycériens se relie très directement à la question beaucoup plus importante et bien des fois discutée de la valeur morphologique du prostomium des Annélides polychètes en général. L'intérêt tout particulier qui s'attache à la solution de ce problème m'a décidé à entreprendre l'étude approfondie du système nerveux prostomial ou encéphale du Glycérien. Mes recherches ont porté surtout sur la *Glycera convoluta* Keferstein; mais la famille des Glycériens présente une homogénéité telle qu'en utilisant les observations incomplètes faites antérieurement par divers auteurs, et en les rapprochant des résultats que j'ai obtenus moi-même, on peut, sans témérité, attribuer à ces derniers un certain caractère de généralité.

» L'encéphale de la *Glycera convoluta* Keferstein, qui s'étend dans toute la longueur du prostomium, se compose de trois parties que l'on peut désigner, comme Racovitza l'a proposé récemment, sous les noms de *cerveau moyen*, centre de tout le système, *cerveau antérieur* et *cerveau postérieur*.

» Le cerveau moyen, nettement circonscrit, est situé dans la région basilaire du prostomium, là où s'arrête la segmentation de ce dernier. Il donne naissance en avant à deux paires de nerfs antennaires; en arrière, de chaque côté, au tronc commun au connectif œsophagien et au système nerveux proboscidien, et latéralement à des nerfs qui établissent de puissantes connexions entre cette région moyenne et le cerveau antérieur. L'absence d'antenne impaire et d'yeux le laisse sans connexion directe avec l'épiderme. La seule particularité importante à mentionner à son sujet dans cette Note est la présence, de chaque côté, d'un ganglion volumineux

bien délimité qui entoure les nerfs antennaires au niveau de leur émergence. Le cerveau moyen proprement dit et ces ganglions annexes ont identiquement la même structure.

» Le cerveau antérieur est formé par les nerfs antennaires et les masses ganglionnaires groupées autour de ces derniers; dorsalement, il se prolonge jusqu'à la limite postérieure du prostomium. Il prend donc ici un développement exceptionnel, en rapport avec les dimensions inusitées du prostomium. Les cellules nerveuses de cette partie de l'encéphale, excessivement serrées les unes contre les autres, sont disposées par nids traversés par les fibres des nerfs antennaires et forment des renflements bien marqués, surtout sur les faces latérale et ventrale.

» Le caractère spécial que tire le cerveau antérieur de l'existence de ces renflements ganglionnaires sur le trajet des nerfs antennaires s'explique par la longueur considérable de ces derniers. Ces amas de cellules nerveuses, de même que les deux ganglions annexes du cerveau moyen, sont des appareils de renforcement pour les nerfs qui vont se terminer dans les antennes. Celles-ci sont réduites, pour ainsi dire, à leur minimum chez les Glycériens, et les apparences sont les mêmes que si les nerfs antennaires, s'individualisant seulement à leur extrémité, restaient soudés ensemble sur presque toute leur longueur.

» D'autre part, il est essentiel de remarquer qu'il n'y a *aucune corrélation entre les renflements ganglionnaires et les segments du prostomium*. Sur la face ventrale, entre le cerveau antérieur et l'épiderme recouvert intérieurement d'une mince couche musculaire, il existe une lacune assez vaste où circulent les hématies, et qui est, par suite, en communication avec la cavité générale.

» Le cerveau postérieur est situé immédiatement en arrière du cerveau moyen, au-dessus du trou commun au connectif œsophagien et au nerf proboscidien. Il est constitué par deux ganglions symétriques, échancrés en arrière, reliés entre eux par un nerf transversal, et dont la position est indiquée chez l'animal vivant par les organes nucaux ciliés qui font corps avec eux. Un rameau nerveux, qui se détache du connectif œsophagien, tout près du cerveau moyen, et qui vient s'épanouir dans l'organe nucal, rattache le cerveau moyen au cerveau postérieur qui est très analogue à celui qu'on observe chez la majorité des Polychètes.

» En résumé, malgré certaines particularités qui sont en relation avec la longueur considérable du prostomium, l'encéphale des Glycériens présente les mêmes caractères fondamentaux que celui des autres Annélides

polychètes dont le système nerveux a été spécialement étudié jusqu'ici. *La division en anneaux du prostomium est uniquement superficielle et n'affecte que l'épiderme.* Elle ne retentit en aucune façon sur les parties profondes, en particulier sur le système nerveux, et *elle n'a aucune signification au point de vue de la métamérisation.* Il n'y a, par conséquent, aucune différence essentielle entre le prostomium des Glycériens et celui des autres Annélides polychètes. »

HISTOLOGIE. — *Sur le rapport des centrosomes avec les cils vibratiles.*

Note de M. L.-F. HENNEGUY (1), présentée par M. Guignard.

« Dans une Note récente, Meves (2) a annoncé que, dans les cellules séminales de différents Lépidoptères, il avait observé, en rapport avec les centrosomes situés à la périphérie de la cellule, des filaments se terminant librement dans la cavité ampullaire, et que ces filaments persistaient pendant la mitose des cellules.

» De mon côté, en examinant des testicules de *Bombyx mori* et de *Hyponomeuta cognatella*, j'avais constaté le même fait; mais n'ayant pas publié mon observation, la priorité de la découverte appartient incontestablement à Meves et je ne puis que confirmer et préciser sur quelques points les faits qu'il a décrits.

» Dans les ampoules renfermant des spermatoocytes de première génération, les cellules, disposées en une seule couche contre la paroi interne, présentent chacune à leur extrémité libre quatre filaments ayant l'aspect d'un fragment de queue de spermatozoïde adulte, et mesurant environ 4 à 6 μ de longueur. Les filaments sont groupés par paires : les deux paires sont tantôt rapprochées, tantôt assez éloignées l'une de l'autre. Meves a vu à la base de chaque paire de filaments un corps colorable en forme de V dont la concavité est tournée vers la surface de la cellule; chaque branche du V porte un filament libre dans la cavité de l'ampoule.

» Je n'ai pu constater la disposition indiquée et figurée par Meves et, à la place de son corps en forme de V, j'ai trouvé deux corpuscules, généralement arrondis, ou légèrement allongés, mais indépendants. Dans les préparations dont la coloration n'était pas très précise, et provenant probablement de pièces moins bien fixées, je n'ai vu qu'un corpuscule unique plus volumineux, duquel partaient les deux filaments; ce corpuscule unique résultait sans aucun doute du rapprochement ou de la fusion des deux

(1) Travail du laboratoire d'Embryogénie comparée du Collège de France.

(2) MEVES, *Ueber Centrankörper in mannlichen Geschlechtzellen von Schmetterlingen* (Anat. Anzeiger, t. XIV, n° 1; 1897).

autres. Du reste, même dans les préparations bien fixées et bien colorées, les quatre corpuscules ne se voient pas toujours nettement; cela dépend de la manière dont ils se présentent sur la coupe de la cellule. Meves n'a pu reconnaître l'existence d'une sphère attractive autour des centrosomes en forme de V, ni celle d'une centrodesmose reliant les deux centrosomes. Plus heureux que lui, j'ai constaté dans plusieurs cas, lorsque les deux paires de filaments étaient rapprochées, un petit faisceau de filaments achromatiques, parallèles, réunissant les deux groupes de centrosomes et constituant par conséquent une centrodesmose primaire, qui disparaît quand les deux groupes s'éloignent l'un de l'autre. Que la centrodesmose soit visible ou qu'elle ait disparu, on voit presque toujours, sur les coupes provenant de testicules fixés par le liquide de Hermann, une irradiation de filaments achromatiques autour de chacun des groupes de centrosomes.

» Meves a vu souvent, à l'extrémité libre des filaments, un renflement en forme de massue. Je ne crois pas que l'aspect qu'il a observé et que j'ai constaté également soit dû à un renflement de l'extrémité du filament : cette extrémité m'a paru être simplement recourbée en forme de crochet, et emprisonnant dans sa concavité un petit globe, beaucoup moins colorable par les colorants plasmatiques que le filament, et probablement de nature albuminoïde.

» Les filaments en rapport avec les centrosomes s'allongent pendant l'accroissement des spermatoctytes, et leurs extrémités libres ne présentent plus de pseudo-renflements.

» Quand un spermatoctyte se prépare à la division, il prend une forme ovoïde et les deux groupes de centrosomes, s'écartant de plus en plus l'un de l'autre, viennent se placer chacun à l'une des extrémités du plus grand diamètre de la cellule, en restant toujours en rapport avec les filaments et en conservant leur situation périphérique. A ce stade, je n'ai jamais vu, à la base des deux filaments, qu'un seul corpuscule. Il est probable que les deux centrosomes se fusionnent à ce moment, ou sont tellement rapprochés qu'ils ne paraissent constituer qu'un centrosome unique. Celui-ci occupe le fond d'une petite dépression cupuliforme de la cellule. De cette dépression se détache un faisceau de filaments achromatiques, dont le centrosome occupe le sommet, et qui se dirige vers le noyau, pour constituer, en se réunissant avec le faisceau parti du pôle opposé de la cellule, le fuseau achromatique. Je ne décrirai pas ici tous les stades de la division de la cellule; je ferai seulement remarquer que c'est la manière dont se comportent, pendant la mitose, les corpuscules colorables qui existent à la base des filaments flagelliformes, dans la cellule à l'état de repos, qui nous autorise, Meves et moi, à considérer ces corpuscules comme de véritables centrosomes.

» Je n'ai pu encore suivre complètement le sort des filaments flagelliformes et des centrosomes dans l'évolution des cellules testiculaires. On les retrouve encore au nombre de quatre dans les spermatoctytes de seconde génération, mais ils sont alors beaucoup plus longs que dans ceux de première génération, et mesurent environ 30^μ. Dans les spermatides, on ne voit plus qu'un seul filament; mais cependant, en général, deux centrosomes très rapprochés. Il se pourrait que ce filament, en apparence unique, soit double en réalité et provienne de l'accolement ou de la fusion des deux filaments qu'emporte la cellule-fille au moment de la seconde division des spermatoctytes.

» Je suis porté à penser que, chez les Lépidoptères, le ou les centrosomes avec leur filament s'éloignent de la périphérie de la spermatide pour venir se mettre en rapport

avec le noyau et constituer le segment moyen avec le filament axile de la queue. Le processus serait donc le même que chez la Salamandre, les Sélaciens et le Rat, d'après les recherches de Hermann, Meves et Lenhossék. Chez d'autres Insectes que les Lépidoptères, *Caloptenus italicus*, *Forficula auricularia*, *Gryllus campestris*, etc., j'ai vu très nettement, dans les premiers stades du développement des spermatozoïdes, deux grains colorés, écartés, à la partie postérieure du noyau, et en rapport chacun avec un petit filament, qui, après un court trajet, se réunissait à celui du côté opposé pour former le filament axile. Le segment moyen, chez certains Insectes, sinon chez tous, serait donc constitué par deux centrosomes, et le filament axile résulterait de l'accrolement de deux filaments flagelliformes.

» La situation périphérique des centrosomes dans les cellules et l'existence de filaments flagelliformes en rapport avec ces centrosomes ne sont pas un fait nouveau ni isolé.

» K. W. Zimmermann, M. Heidenhain et Th. Cohn, dans les cellules épithéliales d'animaux adultes et d'embryons, ont trouvé des centrosomes très nets tout près de la surface libre de la cellule. Moore, Meves et Lenhossék, dans les spermatides des Sélaciens, de la Salamandre et du Rat, ont vu la première ébauche du filament axile de la queue du futur spermatozoïde apparaître en rapport avec deux centrosomes situés à la périphérie de la cellule.

» Webber a établi que, pendant le développement de l'anthérozoïde du *Zamia*, un corps spécial, qui dans la cellule-mère présente toutes les apparences d'un centrosome, vient se dérouler à la périphérie de la cellule-fille pour constituer une bande spiralée à la surface de laquelle se développent des cils vibratiles; d'où le nom de *blépharoplaste* qu'il a donné à ce corps. Belajeff a décrit un mode de formation semblable des cils dans les cellules mâles des Filicinées et des Équisétacées. Ce même auteur assimile avec raison la queue des spermatozoïdes des animaux aux cils vibratiles des anthérozoïdes des végétaux, et Ikeno considère le blépharoplaste de Webber comme un véritable centrosome.

» Mes propres recherches m'ont prouvé que, dans les cellules à cils vibratiles bien développés, telles que celles des branchies des Lamellibranches, le renflement qui existe à la base de chaque cil, bien connu depuis les travaux d'Engelmann, se comporte vis-à-vis des divers réactifs colorants exactement comme un centrosome. On peut donc admettre que dans les cellules à cils vibratiles il existe, à la périphérie de la cellule, un microcentre constitué, comme dans les cellules géantes de la moelle osseuse, par un nombre considérable de centrioles, et que de ce microcentre partent des filaments de kinoplasma dont les uns sont devenus des organes moteurs

externes, les cils vibratiles, et les autres situés dans le corps cellulaire, avec les racines des cils, correspondent aux irradiations qui, dans une cellule ordinaire, entourent le centrosome et prennent part à la formation de la figure achromatique lors de la division indirecte du noyau.

» Les spermatocytes à centrosomes flagellifères des Lépidoptères constituent une forme de passage des cellules ordinaires aux cellules à cils vibratiles.

» Les centrosomes, qui n'avaient été regardés jusqu'à présent par la plupart des biologistes que comme des organes jouant le rôle de centres cinétiques, tenant sous leur dépendance les mouvements qui se passent dans le corps même de la cellule pendant sa division, doivent être considérés également comme centres cinétiques pour les mouvements externes de la cellule. »

BOTANIQUE. — *Sur la structure des mycorhizes*. Note de M. **LOUIS MANGIN**, présentée par M. Guignard.

« Les radicelles des plantes humicoles, principalement celles des arbres de nos forêts, sont presque toujours envahies par un feutrage de filaments mycéliens. Signalées pour la première fois, en 1878, par P.-E. Müller sur le Hêtre, un peu plus tard par Gibelli, en 1883, sur le Châtaignier, ces formations mycéliennes furent considérées d'abord comme des parasites ou des saprophytes. En 1885, Frank fit connaître leur structure et, par la relation étroite de la radicelle et du mycélium qui la revêt, par l'extension de ces formations, il fut amené à les considérer comme des organes particuliers qu'il nomma *mycorhizes*, jouant, dans la nutrition des plantes humicoles, un rôle important.

» Je me propose, dans cette Note, de préciser et de compléter les données anatomiques fournies par Frank sur les Cupulifères et de signaler notamment les différences offertes par les mycorhizes vivantes et les mycorhizes mortes.

» *Mycorhizes saines*. — On admet, depuis les travaux de Frank, Schlicht, Noack, que les radicelles transformées en mycorhizes sont caractérisées par une réduction considérable de la coiffe. Cet organe, devenu superflu, d'après Noack, serait réduit, suivant Frank, à une seule assise, flanquée extérieurement d'une masse brune représentant les vestiges des assises antérieures. La régression de la coiffe, conséquence de l'existence d'un

revêtement mycélien autour du sommet de la racine, apparaîtrait alors comme une adaptation des tissus de la radicelle aux nouvelles conditions créées par la symbiose.

» En réalité, les choses se passent tout autrement : la *coiffe* conserve, dans les mycorhizes, son développement normal et, à l'inverse de ce qui a lieu chez les végétaux à racines normales, elle ne s'exfolie jamais; toute la surface des radicelles, envahie par le revêtement mycélien, est couverte par les cellules de la coiffe, qui sont flétries et en partie déchirées.

» Une coupe longitudinale de mycorhize de Cupulifère montre que la partie extérieure est formée par l'assise pilifère hypertrophiée, dont les cellules, allongées dans le sens radial, sont toujours dirigées de manière à former avec l'axe de la racine un angle de 45° à 60°, dont l'ouverture est tournée vers le sommet.

» Au sommet même, elle se continue par des initiales qui lui sont communes avec la coiffe. Ces initiales se partagent par une cloison perpendiculaire à l'axe; les cellules internes engendrent, par leurs cloisonnements radiaux, les cellules de l'assise pilifère, et chaque cloisonnement des cellules initiales forme un massif de trois ou quatre cellules pilifères; les cellules externes, dégagées des initiales, engendrent la coiffe et sont toujours revêtues au moins par trois assises cellulaires, sans compter les restes de une ou deux assises plus anciennes et flétries; de sorte que, dans toutes les espèces étudiées, il y a au moins quatre assises à la coiffe.

» La seule modification introduite par la pression exercée par le manteau mycélien consiste dans la forme régulièrement hémisphérique de l'extrémité, au lieu de la forme conique qu'on observe dans les racines normales.

» D'autre part, les faces latérales des radicelles, même à une grande distance du sommet et sur toute l'étendue couverte par le manchon mycélien, sont revêtues par une couche de feuillet minces, de longueur variable, étroitement appliqués contre la paroi externe des cellules pilifères, et superposés le plus souvent au nombre de trois ou quatre; ces feuillet sont constitués par les cellules de la coiffe, mortes et flétries de très bonne heure, qui se sont déchirées par suite de la traction consécutive à l'allongement des radicelles.

» C'est donc sur les débris des cellules de la coiffe que le manteau mycélien de la mycorhize s'établit d'abord, sans être en contact immédiat avec les cellules vivantes de l'assise pilifère; mais, bientôt les filaments du Champignon s'insinuent par les déchirures des cellules de la coiffe et, arrivés contre la paroi de l'assise externe vivante de la radicelle, ils subissent là

une déformation consécutive à la pression de la gaine mycosique et se transforment en lames élégamment ramifiées en éventail, formant des digitations multiples qui, d'une part, recouvrent la paroi externe des cellules pilifères et, d'autre part, s'insinuent en direction radiale entre ces dernières, en dissolvant progressivement le ciment de pectate de chaux qui les unissait. Mais, dans tous les cas, ces digitations ou ces lames en éventail sont toujours, chez les Cupulifères, extérieures aux cellules de l'écorce; on n'y voit jamais de filaments mycéliens intracellulaires.

» Le réseau signalé par Frank n'existe donc pas dans les mycorhizes normales; quand on l'observe il est constitué par des saprophytes.

» En somme, la mycorhize vivante des Cupulifères est constituée par une radicelle à coiffe normale, dont les débris persistent sur les faces latérales, et qui est recouverte par un manchon étroitement adhérent de pseudoparenchyme formé par les filaments mycéliens. Elle présente deux systèmes d'absorption: l'un, externe, est situé à la surface de la gaine mycélienne, il est formé par les hyphes qui s'en détachent et vont se fixer sur les débris organiques voisins; l'autre est constitué par les cellules de l'assise pilifère, très allongées en direction radiale et étroitement adhérentes par leur face externe et leurs faces radiales avec des lames minces disposées en éventail et formées par l'épatement des filaments mycéliens.

» *Mycorhizes mortes.* — Lorsque la mycorhize est arrivée au terme de son activité, les filaments mycéliens situés au niveau des cellules de la radicelle perdent la netteté de leurs contours; les digitations s'effacent peu à peu et des amas de substance réfringente brune se déposent dans la région couverte par les débris de la coiffe. Vus de profil, ces amas forment des sortes d'écailles qui viennent s'appliquer étroitement, en prenant leur empreinte, sur la surface extérieure des cellules pilifères; vus de face, ils forment un réseau analogue à une plaque percée à l'emporte-pièce de trous irréguliers. La substance qui forme ces amas n'a ni les réactions de la cellulose des membranes de la racine, ni celles de la callose du manteau mycélien; elle se dissout dans la potasse ou l'ammoniaque après l'action des acides et se colore par le rouge de ruthénium; elle est donc constituée par des composés pectiques ou des gommes.

» La présence de ce dépôt gommeux ou mucilagineux, dans la masse même de la mycorhize, abolit peu à peu les fonctions absorbantes de l'assise pilifère; la vitalité de la radicelle devient de plus en plus faible et c'est alors que de nombreux saprophytes apparaissent dans les mycorhizes languissantes ou mortes. Ces derniers substituent leurs hyphes à celles de

la mycorhize normale, ou s'y mélangent d'une façon si intime que dans tous les cas, sauf des différences de coloration attribuables simplement à un effet de l'âge, il n'est pas possible, par l'examen externe des mycorhizes, de reconnaître la substitution et d'indiquer à quel moment elle s'est produite. Je montrerai prochainement que la simple constatation de la continuité entre les filaments mycéliens d'une espèce déterminée de Champignon et les filaments mycéliens des mycorhizes n'est pas une preuve que les diverses espèces signalées jusqu'ici et appartenant à des familles très différentes : Tubéracées, Périssporiacées, Agaricinées, etc., soient capables de former des mycorhizes. »

BOTANIQUE. — *Sur le remplacement de la tige principale par une de ses ramifications.* Note de M. **AUGUSTE BOIRIVANT** (1), présentée par M. Gaston Bonnier.

« Quand une tige est détruite à son extrémité, pour une raison ou pour une autre, cette tige tend toujours à être remplacée d'une façon plus ou moins parfaite par une ou plusieurs de ses ramifications. Je me suis proposé d'étudier les modifications de structure qu'éprouve alors la branche de remplacement. J'ai dû comparer, au point de vue anatomique, les rameaux dont la fonction se trouvait ainsi modifiée, d'une part à une branche latérale ordinaire, d'autre part à une tige principale restée intacte. Il va sans dire que les comparaisons ont été faites en des régions absolument de même âge, avec des plantes nées à la même époque et cultivées dans des conditions identiques.

» Examinons d'abord le *Pin silvestre*.

» *Morphologie externe.* — Cet arbre présente une tige principale dressée absolument verticale (flèche); les ramifications sont de deux sortes : les unes, longues, groupées de distance en distance sur la tige principale, ne présentent que des feuilles réduites à l'état d'écailles; les autres, courtes, presque avortées, portent les feuilles en aiguilles.

» Les principales différences qui existent entre la flèche et ses longs rameaux sont les suivantes : la flèche a un diamètre plus considérable; sa croissance en longueur est plus rapide et ses entre-nœuds plus allongés, de sorte que les couples de feuilles

(1) Travail fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

en aiguilles qu'elle porte indirectement sont plus espacés. Ces feuilles ont, en outre, une taille plus grande sur la tige principale que sur ses ramifications.

» La tige principale se termine par un bourgeon à la base duquel existe un verticille d'autres bourgeons qui, normalement, se développent en produisant de longues ramifications latérales.

» Si nous coupons simplement le bourgeon terminal, certaines des branches issues des bourgeons du verticille prennent la prédominance sur les autres, se dressent verticalement et jouent le rôle de flèche. Si, au contraire, on coupe la tige à quelques centimètres au-dessous de la couronne de bourgeons, deux cas principaux peuvent se présenter. Dans le premier cas, ce sont les rameaux courts situés près de la section qui, au lieu d'avorter, s'allongent, se recourbent de façon à croître verticalement, et certains d'entre eux se comportent comme de véritables flèches. Dans le second cas, ce sont les grands rameaux situés plus bas qui se redressent et se substituent à la tige principale. Ajoutons que ces deux cas ne sont pas nettement tranchés, que souvent des flèches de remplacement proviennent à la fois les unes des courts rameaux, les autres des grands.

» *Morphologie interne.* — Au point de vue anatomique, la flèche diffère des ramifications par les caractères suivants : le cylindre central (moelle, bois, liber) acquiert un volume beaucoup plus considérable ; l'épaisseur de l'écorce, au contraire, est à peine plus grande. Ces caractères différentiels sont d'autant plus accusés que l'on étudie une région plus éloignée du bourgeon terminal. En outre, le calibre des divers éléments est plus grand.

» Quand une longue ramification se transforme en flèche, elle modifie progressivement sa structure ; elle tend à acquérir peu à peu les caractères externes ou internes qui sont propres à la tige principale et finalement elle arrive à ressembler plus à une flèche qu'à une branche latérale. Si le remplacement est effectué par un rameau qui serait resté court, ce rameau présente d'abord les caractères anatomiques d'une longue ramification latérale, puis il acquiert peu à peu ceux d'une flèche.

» Dans l'If, il faut noter plusieurs particularités. Le diamètre de la flèche est un peu plus grand que celui des ramifications supérieures. Cette comparaison doit se faire exclusivement avec les rameaux supérieurs parce que, à la base de l'arbre, les ramifications s'allongent très peu chaque année ; les conditions de développement y sont donc très différentes de celles de la flèche et, par suite, une comparaison n'est guère possible.

» Dans les ramifications, les feuilles sont plus petites et plus rapprochées, et, en outre, elles se tordent un peu à leur base de manière à se disposer presque dans un même plan, quoique leur mode d'insertion soit, au point de vue phyllotaxique, le même que sur la tige principale.

» Chez la flèche comparée à une de ses branches, les vaisseaux sont d'un calibre supérieur, la moelle est plus grande, l'épaisseur relative de l'écorce est plus faible, les éléments constitutifs sont plus volumineux.

» Ici, comme chez le Pin, quand une branche latérale remplace une flèche brisée, elle en acquiert presque complètement la structure.

» J'ai étudié un grand nombre d'autres espèces tant herbacées que li-

gneuses (*Épicéa, Sapin, Haricot, Ortie*, etc.) et cette étude me permet de formuler les conclusions suivantes :

» Si nous comparons à une ramification ordinaire un rameau de remplacement, nous constaterons que :

» A. Au point de vue de la morphologie externe :

» 1° Le rameau de remplacement change de direction : il se recourbe, devient vertical et s'allonge de bas en haut ;

» 2° Son diamètre est plus considérable ;

» 3° Son allongement plus rapide ;

» 4° Les feuilles sont plus grandes et plus espacées les unes des autres.

» B. Au point de vue de la morphologie interne :

» 1° Les méristèmes fonctionnent plus activement chez la branche modifiée que chez les autres branches.

» Ce sont principalement les cellules du méristème terminal et celles de l'assise génératrice intralibérienne qui ont une vitalité beaucoup plus grande ; c'est ce qui explique l'allongement plus rapide dont j'ai parlé et l'épaisseur plus considérable des formations libéro-ligneuses.

» 2° Le diamètre du cylindre central est relativement plus grand, et, inversement, l'épaisseur corticale plus faible. Pour le cylindre central, les différences observées sont dues à la fois à la plus grande quantité de formations libéro-ligneuses et au volume plus considérable de la moelle.

» 3° Les éléments cellulaires sont, en général, plus grands, surtout la différence de calibre des vaisseaux primaires et secondaires est très accusée ; il en est de même du diamètre des cellules de la moelle.

» 4° La symétrie considérée sur une coupe faite au milieu d'un entrenœud est plus parfaite, car les feuilles sont plus espacées les unes des autres.

» 5° Le tissu de soutien est plus abondant, par exemple les fibres péri-cycliques sont plus nombreuses.

» Mais les différences que nous venons de constater entre la branche de remplacement et le rameau latéral normal, je les ai retrouvées, en général, encore plus accusées entre la tige principale intacte et ses ramifications. On peut donc dire que le rameau de remplacement régénère, dans une certaine mesure, la portion détruite de la tige-mère ; que par sa structure il se rapproche intimement de l'axe principal.

» La plupart des conclusions que nous venons de signaler s'appliquent aussi à la racine ; ainsi, par exemple, une racine de remplacement, comparée à une radicelle, présente un cylindre central relativement plus épais, un volume des cellules plus grand, un calibre des vaisseaux plus consi-

dérable, un fonctionnement des méristèmes plus actif et, par suite, des formations secondaires plus abondantes.

» *En résumé, quand une branche latérale remplace la portion détruite d'une tige principale, elle subit des modifications assez profondes pour qu'elle arrive progressivement à ressembler plus, tant par sa structure que par son aspect extérieur, à l'axe auquel elle se substitue qu'aux branches dont elle est l'homologue.*

» Il en est de même pour une radicule que les circonstances amènent à jouer le rôle d'une racine principale détruite. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Préparation biochimique de la dioxyacétone cristallisée.* Note de M. **GABRIEL BERTRAND** (1), présentée par M. Duclaux.

« J'ai montré récemment que la glycérine, introduite dans le bouillon de culture de la bactérie du sorbose, était rapidement transformée en un sucre réducteur en C³, la dioxyacétone, reconnaissable à son action sur la phénylhydrazine et l'hydroxylamine (2). Aujourd'hui, je compléterai cette démonstration en indiquant comment on peut utiliser la bactérie du sorbose pour l'obtention facile de la dioxyacétone cristallisée.

» Tout d'abord il convient, si l'on veut se placer dans des conditions avantageuses, de se servir de bouillon contenant 5 à 6 pour 100 de glycérine. La culture est alors très prospère et, en général, la zoogée qui recouvre la surface du liquide est déjà blanche et compacte vers le quatrième ou le cinquième jour. Au-dessous de cette teneur, on s'embarrasse inutilement de l'eau, qu'il faudra évaporer, et des matières étrangères à la dioxyacétone. Au-dessus, la culture traîne de plus en plus; avec 10 pour 100 de glycérine, elle est même assez difficile.

» Il est bon, quand on opère un peu en grand, de déterminer tous les jours ou tous les deux jours le pouvoir réducteur du bouillon pour mettre fin à la culture dès que la quantité de dioxyacétone cesse d'augmenter. Si on laissait la culture trop longtemps à l'étuve, la dioxyacétone disparaîtrait à son tour, quoique beaucoup plus lentement que la glycérine. En petit, on peut se baser simplement sur les données suivantes : avec des matras de 2^{lit} à 3^{lit}, bouchés avec un tampon d'ouate un peu lâche et un double capuchon de papier à filtre, il faut dix à quinze jours, suivant le diamètre des cols, pour transformer, à la température de + 30°, la glycérine contenue dans 250^{cc} à 300^{cc} de bouillon. Je rappelle que celui-ci est une décoction de levure contenant 4^{gr} à 5^{gr} d'extrait par litre.

(1) Travail du laboratoire de Chimie du Muséum.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 842; 1898.

» Lorsque la transformation est achevée, on sépare les membranes bactériennes gélatineuses qui sont dans les matras, on les presse lentement, et le liquide qui en sort, réuni à la masse principale du bouillon de culture, est concentré par distillation dans le vide, à la plus basse température possible. Le bain-marie ne doit pas dépasser 60°. Il reste un sirop épais, gommeux, qu'on additionne peu à peu de cinq à six fois son poids d'alcool absolu; on complète la précipitation des impuretés en ajoutant deux volumes d'éther, puis on laisse déposer.

» Après quelques heures, la solution éthéro-alcoolique, complètement limpide, surnage un précipité visqueux, adhérant aux parois du ballon. On peut donc la décanter facilement. Le plus souvent aussi, il y a, au-dessus du précipité, une petite couche sirupeuse; on la traite par une nouvelle quantité d'alcool et d'éther.

» Les solutions éthéro-alcooliques réunies sont alors évaporées par distillation dans le vide, en chauffant le moins possible. Si la préparation a été réussie, le sirop résiduel, versé dans une capsule, ne tarde pas à cristalliser. Dans le cas contraire, par exemple s'il reste un peu de glycérine, il est nécessaire d'amorcer avec quelques cristaux obtenus antérieurement.

» Après un ou deux jours, quelquefois plus, le sirop est pris en une masse cristalline. On broie celle-ci, on l'essore à la trompe, puis on la lave à fond avec de l'alcool absolu: il reste de la dioxyacétone pure qu'il suffit de sécher sur l'acide sulfurique.

» C'est une poudre blanche, formée de petites lamelles à contour hexagonal, plus ou moins allongées, quelquefois épaissies en prismes. Elle possède une saveur sucrée, se dissout très facilement dans l'eau, assez peu dans l'alcool absolu froid, à peine dans l'acétone et presque pas dans l'éther. Elle réduit rapidement à froid la liqueur de Fehling.

» Sa composition élémentaire répond à la formule $C^3H^6O^3$ de la dioxyacétone (1):

| | Trouvé. | Calculé. |
|--------|---------|----------|
| C..... | 39,83 | 40,00 |
| H..... | 6,74 | 6,66 |
| O..... | 53,43 | 53,34 |

» Un caractère de cette substance, qu'on ne retrouve chez aucun autre représentant du groupe des sucres, est la possibilité de s'unir avec le bisulfite de sodium en donnant une combinaison cristallisée. Cette combinaison a été signalée par Piloty (2); j'ai reconnu qu'on pouvait l'utiliser pour extraire la dioxyacétone contenue dans les eaux-mères de la première

(1) Quelquefois, selon les circonstances de la cristallisation, cette formule doit être doublée et s'écrire: $(C^3H^6O^3)_2$. Je reviendrai plus tard sur cette particularité.

(2) *Berichte d. d. chem. Ges.*, t. XXX, p. 3167.

crystallisation et augmenter ainsi le rendement d'une manière très appréciable.

» Pour cela, on additionne les eaux-mères, ramenées à consistance de sirop, d'une égale quantité de solution concentrée de bisulfite de sodium ; le mélange s'échauffe et, par refroidissement, se prend en une pâte de cristaux, bientôt solide. On triture avec un peu d'alcool absolu et l'on essore. Recristallisée dans l'alcool à 35 pour 100, où elle est très soluble à chaud, cette combinaison répond à la formule $C^3H^7O^6SNa$:

| | Trouvé. | Calculé. |
|----------|---------|----------|
| Na | 11,70 | 11,85 |

» Pour en extraire la dioxyacétone, on la décompose par un léger excès d'acide sulfurique étendu de 5 parties d'eau, en opérant dans un ballon relié avec une trompe à eau. On chauffe légèrement, pour chasser l'acide sulfureux, puis on fait refroidir et l'on sature exactement par du bicarbonate de potassium. Il ne reste plus qu'à précipiter le sulfate alcalin par l'alcool et l'éther. On termine comme dans la première partie de la préparation.

» Les rendements sont très bons, car 100^{gr} de glycérine ordinaire, à 28°, donnent facilement 20^{gr} à 25^{gr} de dioxyacétone cristallisée. Dans un cas, j'ai même obtenu près de 30 pour 100 du poids de la glycérine. C'est dire la supériorité de la bactérie du sorbose sur les réactifs actuels de nos laboratoires et montrer, une fois de plus, tout le parti qu'on pourra tirer, en Chimie, de l'emploi méthodique des microbes. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur le traitement de la rage par l'injection de substance nerveuse normale.* Note de M. V. BABES, présentée par M. Bouchard.

« En 1889 j'observai que des personnes mordues par des animaux enragés, et affectées de neurasthénie, d'épilepsie ou de mélancolie, ont été, à la suite du traitement pasteurien, en partie guéries aussi de ces maladies nerveuses. M'appuyant sur cette observation, j'avais essayé de traiter des neurasthéniques, des mélancoliques et des épileptiques par des injections de substance nerveuse, surtout du bulbe de mouton ou de lapin.

» Mon regretté ami Constantin Paul avait déclaré, le 23 février 1892, à l'Académie de Médecine de Paris, qu'il s'était convaincu de l'effet salutaire de ces injections qu'il désigne sous le nom de *procédé du professeur Babes*.

» En appliquant lui-même à Paris ce procédé, il avait obtenu une série

de résultats remarquables qu'il ne tardait pas à communiquer à l'Académie de Médecine, tandis que moi, de mon côté, je publiais mes résultats dans la *Deutsche mediz. Wochenschrift*.

» La maladie et la mort de mon ami ayant interrompu l'étude clinique de ce procédé, ce n'est que récemment que l'on a repris cette étude d'une manière scientifique et expérimentale.

» J'avais déjà soupçonné que la substance nerveuse devait jouir d'un certain pouvoir pour combattre les infections qui s'adressent au système nerveux et notamment à la cellule nerveuse. Ainsi, en examinant les différents organes des animaux immunisés contre la rage, j'avais constaté que la substance antirabique n'existe chez ces animaux que dans le sang et dans le système nerveux, surtout dans le liquide céphalo-rachidien (*Académie de Médecine*, 1895).

» J'avais encore constaté qu'à une certaine époque le sang renferme des substances antirabiques, tandis que le système nerveux n'en contient pas.

» En constatant la localisation des lésions rabiques au niveau des cellules nerveuses du bulbe et de la moelle et en considérant la virulence de la substance grise dans la rage, j'ai été conduit à admettre que le virus rabique se localise au niveau de ces cellules et que les symptômes de la rage sont en rapport de cause à effet avec ces lésions.

» J'avais découvert, en 1889, la propriété que possède le sérum des animaux immunisés de guérir la rage et, comme je pouvais contrebalancer, *in vitro*, l'action du virus rabique par le sérum antirabique, il fallait chercher la source de cette substance.

» Comme on avait démontré pour le tétanos que la toxine tétanique s'adresse aux mêmes cellules nerveuses et que ces cellules sécrètent une substance antitétanique, il était à prévoir que la cellule nerveuse, par sa fonction importante et par sa stabilité doit jouir de la faculté de s'opposer aux attaques directes du virus rabique.

» Dans ces cas, il faudrait supposer que la cellule nerveuse normale renferme ou sécrète aussi une substance qui, jusqu'à un certain degré, peut s'opposer à l'infection rabique.

» J'ai donc essayé de prévenir ou de guérir la rage par mon procédé, c'est-à-dire par l'injection sous-cutanée d'une certaine quantité de substance nerveuse du bulbe et de la moelle d'animaux sains et neufs. J'ai tout d'abord cherché, en collaboration avec M. Riegler, si l'on pouvait paralyser (neutraliser) le virus fixe *in vitro* par la substance nerveuse; mais,

tandis que nous avons constaté qu'une partie du sang de nos chiens les plus immunisés peut paralyser jusqu'à 50 parties de virus, une partie de substance du bulbe de brebis ou de lapin ne réussit pas à paralyser 1 partie de virus, et même 10 parties de bulbe normal n'ont pas d'effet appréciable sur 1 partie de virus fixe.

» Cependant, en agissant sur des animaux, j'ai obtenu, en collaboration avec M. Riegler, une action préventive ou curative très nette de la substance nerveuse normale sur le virus rabique, à la condition de donner une quantité assez abondante de substance nerveuse et de ne pas employer un virus trop fort.

» Ainsi, en inoculant, par trépanation, quatre chiens, avec le virus de passage de deux jours, de nos lapins de 1^{kg}, et en traitant trois de ces chiens pendant dix jours, chaque jour par des injections de 5^{gr} d'émulsion du bulbe de mouton normal, le chien de contrôle meurt le quinzième jour de la rage, un des chiens traités succombe le vingtième jour de la rage, tandis que deux chiens résistent.

» En répétant ces expériences sur quatre chiens traités de la même façon, un seul chien résiste; mais, en commençant les injections trois jours avant l'infection crânienne chez trois chiens et en infectant en même temps un chien de contrôle, ce dernier a succombé le douzième jour de la rage, tandis que les trois chiens traités par la substance nerveuse ont résisté.

» Comme, depuis ces expériences, plus de deux mois se sont écoulés, on peut les regarder comme concluantes.

» Chez le lapin, les résultats ont été beaucoup moins nets, ce qui s'explique par le fait qu'on ne peut qu'exceptionnellement sauver ces animaux, même par la méthode de Pasteur, si l'on commence le traitement après la trépanation.

» Nous continuons ces expériences intéressantes en changeant les conditions de l'infection, mais nous nous empressons de publier ces résultats préalables qui prouvent qu'on peut combattre la rage par des injections de substance du bulbe de moutons sains et non traités auparavant.

» Par les résultats obtenus par Wassermann et Takaki dans le tétanos, de même que par les résultats obtenus par Vidal, Manicatide, etc., dans l'intoxication par la strychnine, de même que par les résultats relatés plus haut, mon procédé de traitement de certaines maladies du système nerveux par des injections de substance du bulbe normal du mouton a acquis une base solide expérimentale.

» Nos expériences ont prouvé, de plus, que les substances renfermées dans le bulbe et qui s'opposent à l'infection rabique et tétanique s'adressent à certaines toxines, à certains alcaloïdes, à des virus de nature différente, de sorte qu'il n'est plus douteux que mon procédé peut avoir un effet réel dans différentes maladies nerveuses, de nature toxique ou infectieuse, de même que pour les maladies pour lesquelles Constantin Paul et moi-même avons obtenu des résultats favorables. »

La séance est levée à 4 heures et demie.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 28 MARS 1898.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. DEHÉRAIN, Membre de l'Institut, Professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. Tome XXIV. N° 3. 25 mars 1898. Paris, Masson et C^{ie}, 1898; 1 fasc. in-8°.

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par E. MASCART, Directeur du Bureau central météorologique. Année 1898. N° 1. Janvier 1898. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-4°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. GASTON BONNIER, Membre de l'Institut, Professeur de Botanique à la Sorbonne. Livraison du 15 mars 1898. Paris, Paul Dupont, 1898; 1 fasc. in-8°.

Théorie de l'Électrolyse, par AD. MINER, Ingénieur-Chimiste. Paris, Gauthier-Villars et fils, Masson et C^{ie}; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Berthelot.)

Statistique agricole de la France, publiée par le Ministère de l'Agriculture. *Résultats généraux de l'enquête décennale de 1892*. Paris, Imprimerie nationale, 1897; 1 vol. grand in-8° avec atlas.

Recherches sur le développement en série des fonctions implicites, par L. PÉAN DE SAINT-GILLES, Ingénieur civil des Mines. 1 broch. in-4°.

Essais avec le phospho-carbure de chaux en 1897, par E. CHUARD, Professeur, Chef du laboratoire de l'Institut agricole de Lausanne. (Extrait

de la *Chronique agricole du canton de Vaul*. Février et mars 1898.) Lausanne, G. Bridel et C^{ie}; 1 broch. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Les origines de la vie et la Paléontologie. Paléontologie scientifique et Paléontologie philosophique, par EMMANUEL PORTAL. Paris, Fischbacher, 1898; 1 broch. in-8°.

Publicationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam. Herausgegeben vom Director H.-C. VOGEL. Elfter Band. Potsdam, 1898; 1 vol. in-4°.

Report for the sixty-seventh meeting of the British Association for the advancement of Science, held at Toronto in august 1897. London, John Murray, 1898; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 21 mars 1898.)

Note de M. de Jonquières, Solutions algébriques de diverses questions concernant, etc. :

Page 865, ligne 13, au lieu de $| - 16, 2(a - 1)$, etc., lisez $| - 16, 2(a - 2)$, etc.

Page 865, ligne 17, à la fin, au lieu de $\mp 4a^2 - 4$, lisez $\mp 4(a^2 - 4)$.

Page 866, ligne 19, supprimez les deux derniers mots « nul, ni », et lisez « ne peut jamais être négatif ».

Page 868, ligne 5, au lieu de $f_1 = | - a, a, - 1 |$, lisez $f_1 = | - a, a, 1 |$.

Page 868, ligne 5, en remontant, au lieu de a_1 , lisez x_1 .

Note de M. H. Deslandres, Nouvelle série de photographies de la chromosphère du Soleil :

Page 880, note (1) du bas de la page, ligne 2, au lieu de protubérances ayant une hauteur de quelques minutes d'arc, lisez protubérances ayant une hauteur de quelques dizaines de secondes d'arc.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4° Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1^{er} janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : 20 fr. — Départements : 30 fr. — Union postale : 34 fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,

| | chez Messieurs : | | chez Messieurs : |
|--------------------------|--------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| <i>Agen</i> | Ferran frères. | <i>Lorient</i> | Raunai. |
| | { Chaix. | | M ^{me} Texier. |
| <i>Alger</i> | { Jourdan. | | Bernoux et Cumin. |
| | { Ruff. | | Georg. |
| <i>Amiens</i> | Courtin-Hecquet. | <i>Lyon</i> | Côte. |
| | { Germain et Grassin. | | Savy. |
| <i>Angers</i> | { Laehèse. | | Vitte. |
| <i>Bayonne</i> | Jérôme. | <i>Marseille</i> | Ruat. |
| <i>Besançon</i> | Jacquard. | <i>Montpellier</i> | { Calas. |
| | { Peret. | | { Coulet. |
| <i>Bordeaux</i> | { Laurens. | <i>Moulins</i> | Martial Place. |
| | { Muller (G.). | | { Jacques. |
| <i>Bourges</i> | Renaud. | <i>Nancy</i> | { Grosjean-Maupin. |
| | { Derrien. | | { Sidot frères. |
| <i>Brest</i> | { F. Robert. | <i>Nantes</i> | { Loiseau. |
| | { J. Robert. | | { Veloppé. |
| | { Uzel frères. | <i>Nice</i> | Barma. |
| <i>Cuen</i> | Jouan. | | Viseonti et C ^{ie} . |
| <i>Chambery</i> | Perrin. | <i>Nîmes</i> | Thibaud. |
| <i>Cherbourg</i> | { Henry. | <i>Orléans</i> | Luzeray. |
| | { Marguerie. | <i>Poitiers</i> | { Blanchier. |
| | { Juliot. | | { Marche. |
| <i>Clermont-Ferr...</i> | { Ribou-Collay. | <i>Rennes</i> | { Plihon et Hervé. |
| | { Lamarche. | <i>Rochefort</i> | Girard (M ^{lles}). |
| <i>Dijon</i> | { Ratel. | <i>Rouen</i> | { Langlois. |
| | { Rey. | | { Lestringant. |
| <i>Quat</i> | { Lauverjat. | <i>St-Étienne</i> | Chevalier. |
| | { Degez. | <i>Toulon</i> | { Bastide. |
| <i>Grenoble</i> | { Drevet. | | { Rumèbe. |
| | { Gratier et C ^{ie} . | <i>Toulouse</i> | { Gimet. |
| <i>La Rochelle</i> | Foucher. | | { Privat. |
| | { Bourdignon. | <i>Tours</i> | { Boisselier. |
| <i>Le Havre</i> | { Dombre. | | { Péricat. |
| | { Thorez. | | { Suppligeon. |
| <i> Lille</i> | { Quarré. | <i>Valenciennes</i> | { Gard. |
| | | | { Lemaitre. |

On souscrit, à l'Étranger,

| | chez Messieurs : | | chez Messieurs : |
|-----------------------------|--|--------------------------|---------------------------------|
| <i>Amsterdam</i> | Feikema Caarelsen et C ^{ie} . | <i>Londres</i> | { Dulau. |
| | { Beek. | | { Hachette et C ^{ie} . |
| <i>Athènes</i> | Verdaguer. | | { Nutt. |
| <i>Barcelone</i> | { Asher et C ^{ie} . | <i>Luxembourg</i> | { V. Bück. |
| | { Dames. | | { Libr. Gutenberg. |
| <i>Berlin</i> | Friedlander et fils. | <i>Madrid</i> | { Romo y Fussel. |
| | { Mayer et Müller. | | { Gonzalés e hijos. |
| <i>Berne</i> | Schmid et Francke. | | { F. Fé. |
| <i>Bologne</i> | Zauichelli. | <i>Milan</i> | { Bocca frères. |
| | { Lamertin. | | { Hœpli. |
| <i>Bruzelles</i> | Mayolez et Audiarte. | <i>Moscou</i> | { Tastevin. |
| | { Lebègue et C ^{ie} . | | { Prass. |
| <i>Bucharast</i> | Sotcheck et C ^{ie} . | <i>Naples</i> | { Marghieri di Gius. |
| | { Müller (Carol). | | { Pellerano. |
| <i>Budapest</i> | Kilian. | <i>New-York</i> | { Dyrsen et Pfeiffer. |
| <i>Cambridge</i> | Deighton, Bell et C ^{ie} . | | { Stechert. |
| <i>Christiania</i> | Cammermeyer. | | { Lemcke et Buechner. |
| <i>Constantinople</i> | Otto Keil. | <i>Odessa</i> | Rousseau. |
| <i>Copenhague</i> | Höst et fils. | <i>Oxford</i> | Parker et C ^{ie} . |
| | { Seeber. | <i>Palerme</i> | Clausen. |
| <i>Gand</i> | Hoste. | <i>Porto</i> | { Magalhaës et Moniz. |
| <i>Gènes</i> | Beuf. | <i>Prague</i> | Rivnae. |
| | { Cherbuliez. | <i>Rio-Janeiro</i> | Garnier. |
| <i>Genève</i> | { Georg. | | { Bocca frères. |
| | { Stapelmohr. | <i>Rome</i> | { Loescher et C ^{ie} . |
| <i>La Haye</i> | Belinfante frères. | <i>Rotterdam</i> | { Kramers et fils. |
| | { Benda. | <i>Stockholm</i> | { Samson et Wallin. |
| <i>Lausanne</i> | { Payot. | | { Zinserling. |
| | { Barth. | | { Wolff. |
| <i>Leipzig</i> | { Brockhaus. | <i>Turin</i> | { Bocca freres. |
| | { Lorentz. | | { Brero. |
| | { Max Rübe. | | { Clausen. |
| | { Twietmeyer. | <i>Varsovie</i> | { Rosenberg et Selher. |
| | { Desoer. | <i>Verone</i> | { Gebethner et Wollf. |
| <i>Liège</i> | Gnuse. | | { Drucker. |
| | | <i>Vienne</i> | { Frick. |
| | | | { Gerold et C ^{ie} . |
| | | <i>Zurich</i> | { Meyer et Zeller. |

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1^{er} à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix..... 15 fr.
Tomes 32 à 61. — (1^{er} Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix..... 15 fr.
Tomes 62 à 91. — (1^{er} Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix..... 15 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. DERBES et A.-J.-J. SOLIER. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les comètes, par M. HANSEN. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. CLAUDE BERNARD. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856. 15 fr.
Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. VAN BENEDEN. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences sur le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur BRUNN. In-4°, avec 27 planches; 1861. 15 fr.

A la même Librairie les **Mémoires** de l'Académie des Sciences, et les **Mémoires** présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 28 mars 1898.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

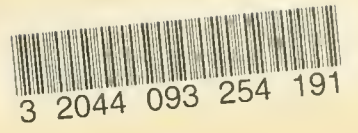
| Pages. | Pages. |
|--|---|
| M. ARMAND GATIER. — Étude préliminaire d'une méthode de dosage de l'oxyde de carbone dilué d'air..... 931 | gaz, à la température ordinaire, en acide carbonique..... 938 |
| MM. POTAIN et DROUIN. — Sur l'emploi du chlorure de palladium pour la recherche dans l'air de très petites quantités d'oxyde de carbone et sur la transformation de ce | M. BOUQUET DE LA GRYE demande à l'Académie d'inviter les deux Sections d'Astronomie et de Géographie et Navigation à étudier la question de la modification de l'heure nationale..... 938 |

RAPPORTS.

| | |
|---|--|
| M. CALLANDREAU. — Rapport sur un Mémoire de M. Bigourdan, intitulé : « His- | toire céleste du XVIII ^e siècle » de Pingré.. 941 |
|---|--|

CORRESPONDANCE.

| | |
|---|--|
| L'ASSOCIATION DES ANCIENS ÉLÈVES DE L'ÉCOLE DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE INDUSTRIELLES DE LA VILLE DE PARIS invite l'Académie à se faire représenter à l'inauguration du buste de <i>Schützenberger</i> , qui aura lieu le dimanche 3 avril : MM. SCHLÖSSING et GATIER sont désignés pour représenter l'Académie à cette cérémonie..... 942 | tion rigoureuse des poids moléculaires des gaz en partant de leurs densités et de l'écart que celles-ci présentent par rapport à la loi de Mariotte..... 954 |
| MM. G. BIGOURDAN et G. FAYET. — Observations de la comète Perrine (1898, mars 19), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest, de 0 ^m ,305 d'ouverture)..... 943 | M. A. WITZ. — Moteurs à combustion et haute compression..... 957 |
| M. L. PICART. — Observation de la comète Perrine (1898, mars 19), faite au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux. 944 | M. ALBERT TURPAIN. — Sur le champ hertzien..... 959 |
| M. F. ROSSARD. — Observations de la comète Perrine (1898, mars 19), faites à l'Observatoire de Toulouse (équatorial Brunner)..... 944 | M. ED. DEFACQZ. — Sur un iodure de tungstène..... 962 |
| M. LAGARDE. — Éléments de la comète Perrine..... 945 | M. MARCEL DELEPINE. — Bases quinoléiques. 964 |
| M. S. KANTOR. — Théorème fondamental sur les transformations birationnelles à coefficients entiers..... 946 | M. D. TOMBECK. — Combinaison des bases organiques avec divers sels oxygénés.... 967 |
| M. LEMERAY. — Sur certaines équations fonctionnelles linéaires..... 949 | MM. J. KUNSTLER et A. GRUVEL. — Nouvelles observations sur quelques stades de l'évolution des <i>Urnas</i> 970 |
| M. E. CARVALLO. — Recherches de précision sur la dispersion infra-rouge du spath d'Islande..... 950 | M. CH. GRAVIER. — Sur l'encéphale des Glycériens..... 972 |
| M. DANIEL BERTHELOT. — Sur la détermina- | M. L.-F. HENNEGUY. — Sur le rapport des centrosomes avec les cils vibratiles..... 975 |
| BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE..... 989 | M. LOUIS MANGIN. — Sur la structure des mycorrhizes..... 978 |
| ERRATA..... 992 | M. AUG. BOIRIVANT. — Sur le remplacement de la tige principale par une de ses ramifications..... 981 |
| | M. GABRIEL BERTRAND. — Préparation biochimique de la dioxyacétone cristallisée.. 984 |
| | M. A. BABES. — Sur le traitement de la rage par l'injection de substance nerveuse normale..... 986 |



Date Due

~~JUL 5~~

