

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE

ET

STATION ZOOLOGIQUE

D'ARCACHON

TRAVAUX DES LABORATOIRES

RECUEILLIS ET PUBLIÉS PAR

LE D^r F. JOLYET

DIRECTEUR DES LABORATOIRES DE LA STATION
ZOOLOGIQUE D'ARCACHON
PROFESSEUR A LA FACULTÉ DE MÉDECINE
DE BORDEAUX

LE D^r F. LALESQUE

PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE
D'ARCACHON
MEMBRE CORRESPONDANT
DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

ET LE D^r B. DE NABIAS

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DE MÉDECINE
DÉLÉGUÉ DE L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

ANNÉE 1899

PARIS

LIBRAIRIE OCTAVE DOIN, ÉDITEUR

8 — Place de l'Odéon — 8

SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE
ET
STATION ZOOLOGIQUE
D'ARCACHON

CONSEIL D'ADMINISTRATION

- MM. Le MAIRE D'ARCACHON,)
Le D^r HAMEAU PÈRE,) *Présidents d'honneur.*
Le D^r F. LALESQUE, *Président.*
Le D^r DE NABIAS, professeur à la Faculté de
Médecine de Bordeaux, délégué de l'Uni- }
versité, } *Vice-Présidents.*
C. SÉMIAC, pharmacien à Arcachon, }
Le D^r PAILLÉ, *Secrétaire général.*
Le D^r CAZABAN, *Trésorier.*
J. SABY, conducteur principal des Ponts et }
Chaussées, } *Administrateurs.*
G. BUSQUET, entrepreneur, }
M. ORMIÈRES, architecte à Arcachon, }
ANDRÉ HAMEAU, *Conservateur du Musée et de la Bibliothèque.*
FILLIOUX, à La Teste, *Conservateur honoraire.*
Le D^r JOLYET, professeur à la Faculté de Médecine de Bordeaux,
Directeur de la Station Zoologique.
-

EXTRAIT DES STATUTS

ARTICLE PREMIER. — La *Société Scientifique d'Arcachon*, fondée en 1863, a pour but de faciliter l'étude, l'avancement, la vulgarisation des sciences naturelles et des procédés d'aquiculture marine : 1^o par l'organisation et l'entretien d'un Établissement comprenant un Musée, une Bibliothèque et un Aquarium, avec des Laboratoires destinés aux recherches et aux études biologiques; 2^o par des conférences et des cours publics.

.

ART. 23. — Les membres de la Société, les professeurs et tous les attachés à l'enseignement scientifique dans les Facultés ou autres écoles de l'Etat, les élèves des Hautes-Etudes ou des Facultés, munis d'un certificat constatant leur mission à Arcachon, seront admis à jouir gratuitement des Laboratoires et de leurs annexes. Pour les autres travailleurs, il sera perçu une rétribution dont le taux sera fixé chaque année par l'Assemblée générale.

EXTRAIT DU RÈGLEMENT DES LABORATOIRES

X. — Tous les travaux commencés, poursuivis ou complétés dans les laboratoires libres de la Station, quel que soit leur mode de publication ultérieure, devront faire mention spéciale de la part qui revient à la Station zoologique d'Arcachon.

En outre, chaque travailleur, à son départ, est tenu de remettre au Directeur, soit une note résumée, soit un mémoire *in extenso* de ses travaux à la Station, pour être insérés, après avis de la Commission spéciale et aux frais de la Société, dans le fascicule annuel : *Travaux des Laboratoires de la Station zoologique d'Arcachon*.

XI. — Nul ne peut engager une dépense quelconque au nom de la Station, sans avis préalable du Directeur et sans un bon muni de la signature de ce dernier.

N. B. — La Société dispose, annexées à ses Laboratoires, de trois chambres dans lesquelles elle peut loger *gratuitement* les travailleurs qui en font la demande.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

DES TRAVAUX SORTIS DES LABORATOIRES D'ARCACHON

(1867-1898)

- PAUL BERT. — Note sur la présence de l'*Amphioxus lanceolatus* dans le bassin d'Arcachon et sur ses spermatozoïdes (*Mém. de la Soc. des Sc. phys. et nat. de Bordeaux*, t. IV, 1867).
- Sur la mort des poissons de mer dans l'eau douce (*Ibid.*, t. IV et V, 1867).
 - Reproduction des parties enlevées chez les Annélides (*Ibid.*, t. V).
 - Sur la respiration des jeunes Hippocampes dans l'œuf (*Ibid.*).
 - Sur les appendices dorsaux des Eolis (*Ibid.*).
 - Sur le sang de divers Invertébrés (*Ibid.*).
 - Mémoire sur la physiologie de la Sèche (*Sepia officinalis*, LIN.) (*Ibid.*, t. V. Extrait in *Comptes rend. de l'Acad. des Sc.*, 1867).
 - Sur l'*Amphioxus* (anatomie et physiologie) (*Comptes rendus*, 1867).
- CHÉRON. — Des conditions anatomiques de la production des actions réflexes chez les Céphalopodes (*Comptes rendus*, 1868).
- FISCHER (P.). — Note sur un Cétacé (*Grampus griseus*) échoué sur la côte d'Arcachon (*Ann. des Sc. nat.*, 1868).
- Mémoire sur les Cétacés du genre *Ziphius*, CUV. (*Nouv. Ann. du Muséum d'Hist. nat. de Paris*, t. III).
 - Observations sur quelques points de l'histoire naturelle des Céphalopodes (*Ann. des Sc. nat.*, t. VIII).
 - Recherches sur les Actinies des côtes océaniques de la France (*Nouv. Ann. du Muséum*, t. X).
 - Faune conchyliologique du département de la Gironde et du Sud-Ouest (*Actes de la Société Linnéenne*, t. XXV, XXVII, XXIX).
 - Bryozoaires, Echinodermes et Foraminifères du département de la Gironde, etc. (*Ibid.*, t. XXVII).
- FISCHER (P.). — Crustacés podophtalmaires et cirrhipèdes, etc. (*Ibid.*, t. XXVIII).
- Anthozoaires, Synascidies, etc. (*Ibid.*, t. XXX).
- CHARLES DES MOULINS. — Note sur une forme allongée du *Tapes aurea*, Gmel. (*Actes de la Société Linnéenne*, t. XXVI, 1868).

- ALEXANDRE LAFONT. — Note pour servir à la faune de la Gironde contenant la liste des animaux marins dont la présence a été constatée à Arcachon pendant les années 1867-68 (*Actes de la Société Linnéenne*, t. XXVI).
- Note sur l'organisation des Pennatules (*Ibid.*).
 - Note sur les organes de la génération de l'*Ommastrephes sagittatus* (*Ibid.*).
 - Observations sur la fécondation des Céphalopodes (*Ibid.* et *Ann. des Sc. nat.*, t. XI).
 - Note pour servir à la faune, etc., années 1869-70 (*Ibid.*, t. XXVII).
 - Observations sur l'Amphioxus, sur la Torpille (*Ibid.*).
 - Observations sur les Syngnathes (*Ibid.* et *Actes de l'Académie de Bordeaux*).
 - *Journal d'observations faites sur les animaux marins du bassin d'Arcachon pendant les années 1866-67-68* (Bordeaux, 1870).
 - Description d'une nouvelle espèce de Raie (*R. Brachyura*) (*Ibid.*, t. XXVII).
 - Observations sur l'anatomie des Cétacés capturés à Arcachon en 1867-68 (*In Fischer, Cétacés du Sud-Ouest. Ibid.*, t. XXXV).
- MOREAU (A.). — *Recherches physiologiques sur la vessie natatoire*.
— *Recherches physiologiques sur la Torpille électrique*, 1869.
- MOREAU (E.). — Note sur la région crânienne de l'Amphioxus, etc. (*Comptes rendus*, 1870).
- Poissons de France; note sur quelques espèces nouvelles des côtes de l'Océan (*Rev. et Man. de Zoologie pure et appliquée*, 1874).
 - *Histoire naturelle des Poissons de la France* (Faune d'Arcachon étudiée en 1869). Paris, Masson, édit., 1881.
- QUATREFAGES (DE). — *Note sur quelques animaux invertébrés du bassin d'Arcachon* (Association française pour l'Avancement des Sciences, session de Bordeaux, 1872)
- JOBERT. — *Étude d'anatomie comparée sur les organes du toucher chez divers Mammifères, Oiseaux, Poissons, Insectes* (Th. de la Fac. des Sc. de Paris, 1872).
- VIAULT. — *Recherches histologiques sur la structure des centres nerveux des Plagiostomes* (Th. de la Fac. des Sc. de Paris, 1877).
- PÉREZ. — Oologie des Sacculines. Sur la fécondation de l'Oursin (*Comptes rendus*, 1877).
- FRANCK (FR.). — *Observations graphiques des effets des nerfs sur le cœur des Poissons. — Des effets de l'asphyxie graduelle* (Travaux inédits).
- KUNSTLER. — Histoire naturelle des Infusoires parasites (description de deux espèces nouvelles) (*Ann. des Sc. nat. de Bordeaux et du Sud-Ouest*, 1^{re} série, n° 4).
- *Dumontia opheliarum*, type nouveau de la sous-classe des Sarcodines (*Bull. de la Soc. Zoologique*, 1885).
- JOLYET. — Recherches sur la Torpille électrique (*Ann. des Sc. nat. de Bordeaux et du Sud-Ouest*, 2^e série, n° 2, et *Mém. de la Soc. des Sc. phys. et nat. de Bordeaux*, t. V, 2^e série).
- DURÈGNE (E.). — Sur le *Chitonactis Richardi*, Marion (*Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, t. XL, p. IV, XXVIII, LIV).
- Sur le *Pleurophyllidia lineata*, Otto (*Ibid.*, p. XXVI, XXXVIII).
 - Sur l'*Adamsia palliata*, Bohadsch (*Ibid.*, p. XXVIII).

- DURÈGNE (E.). — Sur l'*Eledone octopodia*, Pennant (*Ibid.*, p. xxxviii).
— Sur le *Chenopus pes carbonis*, Brongn. (*Ibid.*, t. XLI, p. xxix).
— Sur les dragages en eau profonde au large d'Arcachon (*Ibid.*, p. xxxiii).
- GOTCH (F.). — The electromotive properties of the electrical organ of *Torpedo marmorata* (*Phil. Transactions of the Royal Society of London*, 16 juin 1887).
- BOURY (E. DE). — Observations sur la faune conchyliologique marine des côtes de la Gironde (*Journal d'Histoire naturelle de Bordeaux et du Sud-Ouest*, 1888, n° 9, p. 99).
- DURÈGNE (E.). — Sur la présence du *Porania pulvillus* dans le golfe de Gascogne (*Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, t. XLI, p. xlviij).
- Sur la présence dans le bassin d'Arcachon du *Polycera Lessoni* et de l'*Alcyonium palmatum* (*Ibid.*, t. XLII, p. xxv).
- FISCHER (P.). — Note sur la présence du genre *Corambe* Bergh dans le bassin d'Arcachon (*Bull. de la S. Zoologique de France*, t. XIII, p. 215).
- GOTCH (F.). — Further observations on the electromotive properties of the electrical organ of *Torpedo marmorata* (*Phil. Trans. of the Royal Society of London*, 8 mars 1888, t. CLXXIX, p. 329).
— Experiments on some curarised Torpedoes (*Proceedings Phys-Society*, 1888, t. II, p. v).
- LAGATU (H.). — Anomalies de coloration observées chez une Sole et une Raie. Poissons rares capturés à Arcachon (*Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, t. XLI, p. lxxvi).
- PETIT (L.). — Effets de la lésion des ganglions sus-œsophagiens chez le Crabe (*Carcinus mænas*) (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 24 juillet, et *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, t. XLII, p. lxxxvi).
- DURÈGNE (E.). — Sur un maxillaire de Baleinoptère trouvé à Arcachon au siècle dernier (*Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, t. XVII, p. lxxi).
— Liste des espèces marines nouvelles trouvées à Arcachon depuis le commencement de l'année (*Ibid.*, p. lxxxvii).
— Note sur le *Chitonactis Richardi*, Marion (*Ibid.*, t. XLIII, p. 312).
— Sur la présence de la *Chama griphoides* sur les côtes océaniques d'Europe (*Ibid.*, p. xl).
- FISCHER (H.). — Note préliminaire sur le *Corambe testudinaria* (*Bull. de la Soc. Zoologique de France*, t. XIV, p. 379).
- FISCHER (P.). — Sur la disposition des tentacules chez les Cérianthes (*Bull. de la Soc. Zoologique de France*, t. XIV, p. 24).
— Note sur le *Pavonaria quadrangularis* et sur les Pennatulides des côtes de France (*Ibid.*, p. 34).
— Nouvelle contribution à l'acélinologie française (*Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, t. XLIII, p. 351, avec 1 pl.).
- KUNSTLER et DE LUSTRAC. — Sur le *Dumontia libera* nov. sp. (*Bull. scient. de la France et de la Belgique*, III, 2, p. 293).
- LAGATU (H.). — Caractères distinctifs de l'espèce et du sexe dans les coquilles types de quatre Sepias (*Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, t. XLII, p. 105, avec 4 pl.).

- MÉNÉGAUX (A). — Contribution à l'étude de la turgescence chez les Bivalves siphonnés et asiphonnés (*Bull. de la Soc. Zoologique de France*, t. XIV, p. 40).
- Sur les homologies de différents organes des Tarets (*Ibid.*, p. 53).
- BERNARD (F.). — *Recherches sur les organes palléaux des Gastéropodes prosobranches* (Th. de la Fac. des Sc. de Paris, avril 1890).
- BOUVIER. — Sur un cercle circulatoire annexe chez les Crustacés décapodes (*Bull. de la Soc. Phil. de Paris*, 8^e série, t. II, p. 135).
- Variations progressives de l'appareil circulatoire artériel chez les Crustacés anomoures (*Ibid.*, p. 179).
- DURÉGNE (E.). — Animaux nouveaux pour la région, recueillis à Arcachon (*Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, t. XLIII, p. X et LXXV; t. XLIV, p. XIX).
- MÉNÉGAUX. — *Recherches sur la circulation des Lamellibranches marins* (Th. de la Fac. des Sc. de Paris, 30 juin 1890).
- PERRIER (R.). — *Recherches sur l'anatomie et l'histologie du rein des Gastéropodes prosobranches* (Th. de la Fac. des Sc. de Paris, 28 mars 1890).
- VIALLANES (H.). — Sur quelques points de l'histoire du développement embryonnaire de la Mante religieuse (*Mantis religiosa*) (*Revue Biologique du Nord*, n^o 12, septembre 1890).
- Note sur la ponte d'une Seiche d'espèce indéterminée (*Ibid.*, n^o 3, décembre 1890).
- Sur la structure des centres nerveux du Limule (*Limulus polyphemus*) (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, 1^{er} décembre 1890).
- FISCHER (H.). — Sur l'anatomie du *Corambe testudinaria* (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, 2 février 1891).
- Recherches anatomiques sur un Mollusque nudibranche appartenant au genre *Corambe* (*Bull. scient. de la France et de la Belgique*, 1891, t. XXIII, 40 p., 4 pl.).
- PIHSALIX (C.). — Sur la nature des mouvements des chromatophores des Céphalopodes (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, 19 oct. 1891).
- FAUROT (L.). — Sur le *Cerianthus membranactus* (*Mém. de la Soc. Zoologique de France*, 1891, 10 p., 1 fig.).
- ZUNE (A.-J.). — *Traité général d'analyse des beurres* (2 vol. in-8^o de 400 p. chacun. Paris et Bruxelles, 1892).
- GREHANT et JOLYET (F.). — De la formation de l'urée par la décharge électrique de la Torpille (Société de Biologie, 1891).
- JOLYET et VIALLANES (H.). — Recherches sur le système nerveux accélérateur et modérateur du cœur des Crustacés (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, 25 janvier 1892).
- VIALLANES (H.). — Sur la structure de l'œil chez les Crustacés macroures (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, 4 mai 1892).
- Sur la structure de la lame ganglionnaire chez les Crustacés décapodes (*Bull. de la Soc. Zoolog. de France*, 1891, 9 p., 3 fig.).
- Sur quelques points de l'histoire du développement embryonnaire de la Mante religieuse (*Ann. des Sc. nat. et zoolog.*, 7^e série, t. XI, 1891, 45 p., 2 pl. doubles).
- ROCHÉ (G.). — Rapport sur une mission de dragage dans le golfe de Gascogne (*Arch. des Missions scient.*).
- Le chalutage à vapeur dans le golfe de Gascogne (*Revue des Sc. nat. du Sud-Ouest*, janvier 1892).

- CERTES (A.). — Sur la vitalité des germes microscopiques des eaux douces et des eaux salées (*C. R. de l'Acad. des Sc.*, 22 fév. 1892).
- FISCHER (H.). — *Recherches sur la morphologie du foie des Gastéropodes* (Th. de Paris, 88 p., 7 pl., et *Bull. scient.*, t. XXIV).
- PHISALIX (M.). — Structure et développement des chromatophores chez les Céphalopodes (*Arch. de Physiol.*, juillet 1892, 11 p., 1 pl.).
- BOUVIER (E.-L.). — Sur la graisse du foie des Crustacés décapodes (*Bull. de la Soc. Philomathique*, 8^e série, t. III, n^o 4, 5 p.).
— Observations sur l'anatomie du système nerveux de la Limule polyphème (*Bull. de la Soc. Phil.*, 8^e série, t. III, 12 p., 3 fig.).
- THOULET. — Recherches d'océanographie sur le bassin d'Arcachon (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*).
- NABIAS (DE). — *Recherches sur la structure du système nerveux des Mollusques* (Association française, Congrès de Pau).
- VIALLANES (H.). — Recherches comparatives sur l'organisation du cerveau dans les principaux groupes d'Arthropodes (*Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, 30 avril 1892).
- VIALLANES (H.). — Recherches sur la filtration de l'eau par les Mollusques et applications à l'ostréiculture et à l'océanographie (*Comptes rendus de l'Acad.*, 7 juin 1892).
— Recherches anatomiques et physiologiques sur l'œil des Arthropodes (*Ann. des Sc. nat.*, 36 p., 2 pl.).
— Contribution à l'histologie du système nerveux des Invertébrés (*Ann. des Sc. nat.*, 15 p., 1 pl.).
- ROCHÉ (G.). — *La pêche au grand chalut dans le golfe de Gascogne*. Paris, Masson.
- PHISALIX. — Recherches physiologiques sur les chromatophores des Céphalopodes (*Arch. de Physiol. norm. et pathol.*, 1893).
- JOLYET. — Recherches sur la respiration des Cétacés (*Arch. de Physiol. norm. et pathol.*, 1893).
- JANSSENS (FR.). — *Les branchies des Acéphales* (Louvain).
- NABIAS (DE). — *Recherches histologiques et organologiques sur les centres nerveux des Gastéropodes* (Th. de la Fac. des Sc. de Paris, 1894).
- JOBERT. — Recherches pour servir à l'histoire du parasitisme (*Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, 1894).
- SELLIER. — *Influence de la tension de l'oxygène sur l'hématopoïèse et sur les combustions respiratoires* (Th. de la Fac. de Méd. de Bordeaux, 1894).
- SABRAZÈS et COLOMBOT. — Action de la bactériidie charbonneuse sur un poisson marin, l'hippocampe (*Annales de l'Institut Pasteur*, oct. 1894, p. 696-706).
- JOLYET et VIALLANES (H.). — Contribution à l'étude du sang et de sa circulation chez les Arthropodes (*Trav. des Laboratoires*, 1895. O. Doin).
- RIVIÈRE. — Étude d'un nouveau Streptothrix parasite de l'homme (*Ibid.*).
- LALESQUE et RIVIÈRE. — La prophylaxie expérimentale de la contagion dans la phtisie pulmonaire (*Ibid.*).
— Analyse bactériologique de l'air de la ville d'Arcachon (*Ibid.*).
— Analyse bactériologique de l'eau du lac Cazeaux et de la ville d'Arcachon (*Ibid.*).

- PALLAS et LALESQUE. — Recherches expérimentales sur la perméabilité de l'Alios (*Ibid.*).
- JOLYET et RIVIÈRE. — Simultanéité des décharges des divers départements de l'organe électrique de la Torpille (*Ibid.*).
- JOBERT et JOLYET. — Expérience montrant que la Torpille reçoit partiellement la décharge qu'elle lance (*Ibid.*).
- SABRAZÈS et COLOMBOT. — Les procédés de défense des vertébrés inférieurs contre les microbes (*Revue scientifique*, 31 août 1895, p. 272-274).
- HUBERT (E. D') et BOUSSUS. — Note sur les végétaux panachés (*Trav. des Laboratoires*, 1896-97. O. Doin).
- DURÈGNE (E.). — Station robenhausienne d'Arcachon (rive Sud des Passes) (*Ibid.*).
— Les dunes primitives des environs d'Arcachon (*Ibid.*).
- CANNIEU (A.). — Contribution à l'étude de la voûte du quatrième ventricule du Phoque. Les trous de Magendie et de Luschka (*Ibid.*).
- JOLYET et RIVIÈRE. — Du retard du raccourcissement du muscle sur son gonflement (*Ibid.*).
- NABIAS (DE). — Sur quelques points de la structure du cerveau des Pulmonés terrestres. Symétrie et fixité des neurones (*Ibid.*).
- SELLIER. — De l'action du système nerveux sur la circulation veineuse du foie (*Ibid.*).
- JOLYET et SELLIER. — Contribution à l'étude de la respiration du Phoque (*Ibid.*).
- LALESQUE. — L'Huître et la Fièvre typhoïde (Conférence annexée aux *Trav. des Laboratoires*, 1896-97).
- RIVIÈRE. — Variations électriques et travail mécanique du muscle (*Travaux des Laboratoires*, 1898).
- NABIAS (DE). — Recherches sur le système nerveux des Gastéropodes pulmonés aquatiques. Cerveau des Linnées (*Limnæa stagnalis*) (*Ibid.*).
- POLOUMORDWINOFF. — Recherches sur les terminaisons nerveuses sensibles dans les muscles striés volontaires (*Ibid.*).
- CANNIEU. — Recherches sur la structure des ganglions cérébro-spinaux et leurs prolongements cylindraxiles et protoplasmiques (*Ibid.*).
- LAFITE-DUPONT. — Note sur le système veineux des Sélaciens (*Ibid.*).
- CANNIEU et LAFITE-DUPONT. — Recherches sur l'appareil musculaire du gros intestin chez le phoque et quelques autres mammifères (*Ibid.*).
- BOHN. — Du rôle des poils dans l'enfouissement des « Ateleyclus ». — Des adaptations des pattes thoraciques chez les Homaridés (*Ibid.* et *Acad. des Sc.*, novembre 1898).
— Des migrations saisonnières dans le bassin d'Arcachon. Crustacés décapodes (septembre et octobre 1898) (*Ibid.*).
- FISCHER. — Liste des mollusques marins recueillis à Guéthary et à Saint-Jean-de-Luz (*Ibid.*).
- GRUVEL. — Excursion zoologique au Laboratoire d'Arcachon (22 mai 1898) (*Ibid.*).

I

NOUVELLES RECHERCHES

SUR LE

SYSTÈME NERVEUX DES GASTÉROPODES PULMONÉS AQUATIQUES

CERVEAU DES PLANORBES (*PLANORBIS CORNEUS*)⁽¹⁾

PAR

B. DE NABIAS

Professeur à la Faculté de Médecine de Bordeaux.

Dans un travail antérieur sur le système nerveux des Gastéropodes pulmonés aquatiques⁽²⁾, nous avons étudié d'une manière spéciale le cerveau d'un pulmoné dextre, *Limnæa stagnalis*. Il nous a semblé qu'il serait intéressant, pour avoir une idée d'ensemble du type cérébral chez ces animaux, d'étudier aussi un pulmoné sénestre. Nous avons choisi *Planorbis corneus*.

Les Planorbis ressemblant moins aux Limnées que les Physes, nous devons saisir plus nettement chez ces animaux les différences de structure cérébrale qui pouvaient exister entre les pulmonés dextres et les pulmonés sénestres. D'un

(1) Communication à l'Association française pour l'avancement des sciences (Paris, 6 août 1900).

(2) B. DE NABIAS. — Recherches sur le système nerveux des Gastéropodes pulmonés aquatiques. Cerveau des Limnées (*Limnæa stagnalis*) (In *Travaux des laboratoires de la Société scientifique et Station zoologique d'Arcachon*, 1899, et Société Linnéenne de Bordeaux, 1899).

autre côté, le Planorbe corné, espèce de grande taille, devait se prêter à une étude facile du système nerveux.

Ainsi que nous l'avons démontré par la reproduction photographique, le cerveau des Linnées est un organe différencié. Il présente des régions distinctes qui ne permettent pas de le confondre avec les autres ganglions constitutifs du système nerveux : ganglions du stomato-gastrique, ganglions du centre asymétrique et ganglions pédieux.

Ces régions, entrevues par de Lacaze-Duthiers (1) en 1872 et infirmées par Böhmig (2) en 1883, ont été désignées par nous sous les noms de *procérébron*, *deutocérébron*, *noyau accessoire et éminence sensorielle*.

Nous avons recherché si ces mêmes régions existaient dans le cerveau des Planorbes. Leur présence devait, selon nos prévisions, caractériser essentiellement le type cérébral des Gastéropodes pulmonés aquatiques. Notre espérance n'a pas été déçue.

Le cerveau des Planorbes n'a été étudié jusqu'ici, à notre connaissance, que par M. de Lacaze-Duthiers (3), qui s'exprime ainsi à ce sujet : « Des lobules existent ici comme dans les Linnées, mais le rapprochement des deux moitiés latérales est très grand et rend l'observation moins facile. »

M. de Lacaze-Duthiers s'est borné en quelque sorte à signaler l'existence de lobules dans le cerveau des Planorbes ; il ne s'est point appesanti sur leur étude. Pour faire la topographie cérébrale réelle, comme dans les cas de ce genre, il était nécessaire de pratiquer des coupes microscopiques sériées et de faire ensuite, en les superposant, la reconstitution du cerveau.

Ce qui frappe au premier abord dans l'examen microscopique du cerveau des Planorbes, c'est sa grande ressemblance avec celui des Linnées. Les *figures 1, 2, 3 et 4* montrent l'organisation cérébrale de *Planorbis corneus*. On y voit facilement les mêmes régions fondamentales que celles que nous

(1) H. DE LACAZE-DUTHIERS. — Du système nerveux des Mollusques gastéropodes pulmonés aquatiques et d'un nouvel organe d'innervation (*Archives de Zoologie expérimentale*, t. I, 1872).

(2) L. BÖHMIG. — Beitrage zur Kenntniss des Centralnervensystems einiger pulmonaten Gasteropoden (*Helix pomatia und Linnæa stagnalis*. Leipzig, 1883).

(3) H. DE LACAZE-DUTHIERS. — *Loc. cit.*

avons indiquées dans le cerveau de *Limnæa stagnalis*, savoir : le *procérébron*, *Pr*; le *deutocérébron*, *De*; le *noyau accessoire*, *Na*, et l'*éminence sensorielle*, *Es*.

De même que chez les Linnées, le procérébron est un lobule commissural. Il est constitué par un amas dense de petites cellules de même taille, *cellules chromatiques monopolaires*, formant comme un demi-manchon ou comme une sorte de bouclier à la partie postérieure de la commissure transverse sus-œsophagienne. Mais ici, la commissure, comme la représente la *figure 1*, est entièrement recouverte par ces cellules. Plus petites que chez les Linnées, ces cellules paraissent tassées les unes contre les autres, de manière à former un bloc absolument opaque (*fig. 1. Pr*). Toutefois, par l'action du chloroforme, on peut provoquer la rétraction des prolongements et du corps cellulaire, de manière à créer des intervalles, des espaces clairs dans la névroglie, ce qui permet d'apercevoir par surcroît, dans l'épaisseur du procérébron, un pigment brunâtre qui n'aurait pu être autrement décelé. Dans la *figure 2*, qui représente une coupe horizontale plus profonde que celle de la *figure 1*, la commissure sus-œsophagienne, *Ct*, reste à découvert dans sa partie antérieure, mais en arrière elle est encore en contact à droite et à gauche avec un amas dense des cellules du procérébron (*Pr*).

Le deutocérébron, *De* (*fig. 1 et 2*), qui constitue la majeure partie du ganglion cérébroïde, présente une structure comparable à celle des autres ganglions du collier œsophagien (*fig. 3. Gv*). Les *cellules ganglionnaires*, de taille inégale, sont plus grosses à la périphérie que vers le centre. Leurs prolongements avec les collatérales de division se dirigent en rayonnant vers la trame centrale du ganglion (*substance ponctuée de Leydig*) où ils décrivent généralement des anses avant de se jeter dans les nerfs. Ces prolongements ne sont jamais entourés de myéline dans le ganglion ou dans les nerfs; ils sont simplement recouverts par la trame névroglie incolore dont les noyaux, facilement colorables, permettent surtout d'en suivre les contours.

Le noyau accessoire, *Na*, nettement visible dans les *figures 1 et 2*, est constitué par des cellules identiques à celles du procérébron. L'amas dense qu'elles forment a sensiblement

le même aspect que celui des Linnées que nous avons comparé à une sorte de calotte hémisphérique recouvrant la partie postérieure du lobe cérébro-viscéral.

L'éminence sensorielle (*fig. 2, 3 et 4*), *Es*, représente l'organe décrit par M. de Lacaze-Duthiers sous le nom de lobule de la sensibilité spéciale. A l'extrémité conique de cette éminence, on voit aussi, comme chez les Linnées, une dépression circulaire, sorte de cratère ou fossette, bordée de cellules bipolaires à prolongement central. Sur le pourtour et à la base de l'éminence sensorielle se trouvent des cellules monopolaires du type ganglionnaire dont les cylindraxes gagnent le cerveau vers le point d'émergence du nerf tentaculaire.

Dans notre étude sur le cerveau de *Limnæa stagnalis*, nous avons expliqué pourquoi nous avons donné à cet organe le nom d'éminence sensorielle au lieu de lui conserver celui de lobule de la sensibilité spéciale : « Si nous n'avons pas maintenu le nom de lobule de la sensibilité spéciale donné par de Lacaze-Duthiers, c'est parce que sous le même nom on a désigné le procérébron des pulmonés terrestres. Les apparences anatomiques permettaient de faire ce rapprochement. Ce n'est que par des recherches histologiques qu'on a pu se rendre compte des différences existant entre des lobules de même nom et qu'on a pu voir, chose inattendue, que l'éminence sensorielle des Gastéropodes aquatiques n'existe pas sur le cerveau des pulmonés terrestres, qui n'en sont pas moins pourvus des nerfs optiques, acoustiques et tentaculaires (1). »

Tels sont sommairement les résultats fournis par l'étude anatomique interne du cerveau des Planorbes. Si, en même temps que la topographie cérébrale, on étudie les nerfs qui partent du cerveau de ces animaux, on trouve chez les Planorbes comme chez les Linnées quatre nerfs postérieurs et quatre nerfs antérieurs. Ce sont :

1° Nerfs postérieurs : le nerf acoustique, le nerf optique, le nerf tentaculaire et le nerf de la nuque ;

2° Nerfs antérieurs : le nerf fronto-labial postérieur, le nerf labial inférieur, le connectif stomato-gastrique et le nerf pénial impair.

(1) B DE NABIAS. — *Loc. cit.*

Chez les Planorbes, qui sont des pulmonés sénestres, le nerf périal (*np*, *fig. 3*) est situé à gauche, au lieu d'être situé à droite comme chez les Linnées, qui sont des pulmonés dextres. Notre attention devait être portée du côté de ce nerf pour savoir si sa présence dans le ganglion cérébroïde gauche seulement n'était pas une cause d'asymétrie cérébrale. Pas plus que chez les Linnées, la symétrie cérébrale n'est troublée par le nerf périal, sans doute parce que ses fibres constitutives émanent surtout du connectif cérébro-pédieux. Cette symétrie, bien qu'elle soit moins évidente que chez les pulmonés terrestres, peut aller, comme chez ces derniers, jusqu'à la cellule elle-même.

En résumé, il existe une ressemblance presque parfaite entre le cerveau des Planorbes et celui des Linnées. Sans les caractères propres du procérébron, indiqués plus haut, un esprit non prévenu pourrait facilement les confondre. Il est intéressant de remarquer que, chez les Pulmonés terrestres, c'est également par les caractères du procérébron que se distinguent le mieux les cerveaux des genres *Helix*, *Arion*, *Zonites* et *Limax*.

Viallanes (4), qui a publié plusieurs mémoires importants sur le cerveau des Articulés, a pu donner l'idée qu'une grande variabilité existait pour le système nerveux comme pour d'autres systèmes organiques chez des animaux d'un même groupe. Il a écrit, en effet :

« Quand on étudie le cerveau d'une manière comparative dans les différents groupes d'insectes, on reconnaît que cet organe présente d'un type à l'autre des différences de structure considérables. Je ne crois rien exagérer et donner de celles-ci une idée exacte en disant que le cerveau de la guêpe diffère de celui de la sauterelle autant que le cerveau de l'homme diffère de celui de la grenouille. »

Nos études montrent, au contraire, que si le cerveau est l'organe le plus hautement différencié, c'est aussi celui qui varie le moins d'un type à l'autre quand ces types sont voisins. C'est ainsi que l'étude de la topographie cérébrale interne ne

(4) H. VIALLANES. — Études histologiques et organologiques sur les centres nerveux des animaux articulés, 6^e mémoire (*Annales des Sciences naturelles*, 7^e série, t. XIV, p. 435, 1893).

permet pour ainsi dire pas, du moins chez les Gastéropodes pulmonés, de saisir de différences entre les espèces d'un même genre. Aussi devra-t-on tenir pour fondamentaux, à notre avis, les caractères fournis par cet ordre de recherches pour fixer le degré de parenté d'êtres dont la place respective est encore indéfinie dans l'échelle zoologique.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- L. BÖHMIG. — Beitrag zur Kenntniss des Centralnervensystems einiger pulmonaten Gasteropoden (*Helix pomatia* und *Limnæa stagnalis*. Leipzig, 1883).
- H. DE LACAZE-DUTHIERS. — Du système nerveux des Mollusques gastéropodes pulmonés aquatiques et d'un nouvel organe d'innervation (*Arch. de Zoologie expérimentale*, t. I, 1872).
- B. DE NABIAS. — Recherches histologiques et organologiques sur les centres nerveux des Gastéropodes (thèse pour le doctorat ès sciences de Paris, 1894, et *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, vol. XLIX).
- B. DE NABIAS. — Sur quelques points de la structure du cerveau des Pulmonés terrestres; symétrie et fixité des neurones (*Bulletin de la Station zoologique d'Arcachon*, 1898).
- B. DE NABIAS. — Recherches sur le système nerveux des Gastéropodes pulmonés aquatiques. Cerveau des Linnées (*Limnæa stagnalis*) (*Bulletin de la Station zoologique d'Arcachon* et Société Linnéenne de Bordeaux, 1879).
- H. VIALLANES. — Études histologiques et organologiques sur les centres nerveux des Articulés, 6^e mémoire (*Annales des Sciences naturelles; zoologie*, 7^e série, t. XIV, 1893).
-

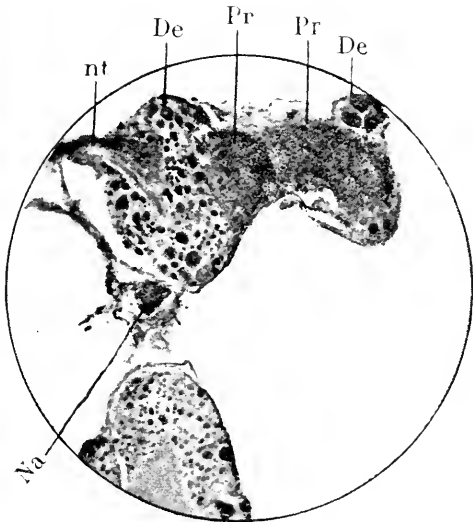


FIG. 1.

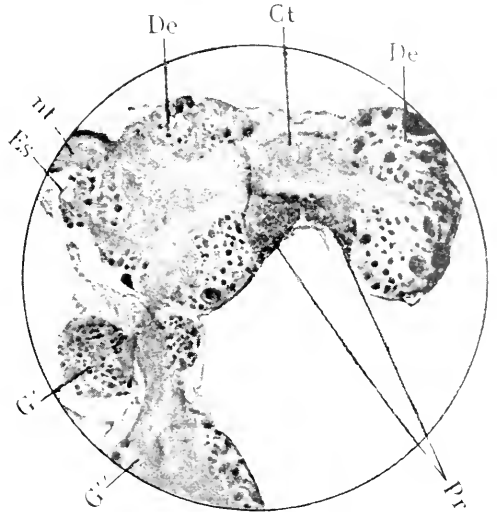


FIG. 2.

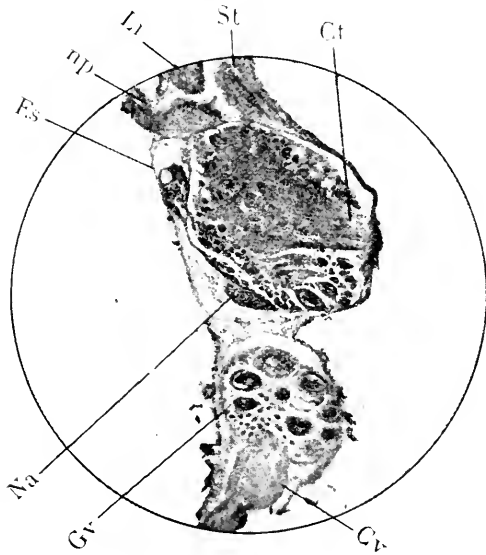


FIG. 3.

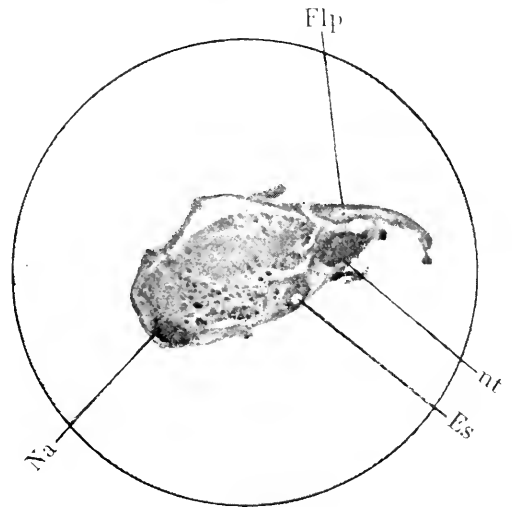


FIG. 4.

CERVEAU DE *PLANORBIS CORNEUS*

(Fig. 1, 2, 3 et 4)

Pr, procérébron. *De*, deutocérébron. *Na*, noyau accessoire. *Es*, éminence sensorielle: lobule de la sensibilité spéciale de M. de Lacaze-Duthiers. *Ct*, commissure transverse sus-œsophagienne. *G'*, *G''*, *Gv*, ganglions du centre asymétrique ou ganglions viscéraux. *Gv*, connectif viscéral. *Nt*, nerf tentaculaire. *Flp*, nerf fronto-labial postérieur. *Li*, nerf labial inférieur. *St*, stomatogastrique. *Np*, nerf périal impair.

II

GRANULATIONS MOBILES

DANS LES

GLOBULES ROUGES DE CERTAINS POISSONS

PAR

SABRAZÈS et L. MURATET

(de Bordeaux)

I. **Hippocampe.** — Le 9 mars 1900, une dizaine d'hippocampes nous étaient adressés de la Station zoologique d'Arcachon. Ces animaux étaient vivants à leur arrivée mais un peu moins agiles qu'à l'état libre. En examinant le sang du cœur de ces hippocampes, nous avons vu, à l'intérieur d'un grand nombre de globules rouges (un sur cinq à dix environ), des corpuscules ronds, réfringents, animés chacun, dans le protoplasma de l'hématie, d'un mouvement de trémulation rapide à la faveur duquel leur déplacement s'opère plus ou moins vite dans divers sens, ce qui contribue à imprimer aux globules qui les contiennent des oscillations.

Ces corpuscules mobiles siègent dans l'intimité du protoplasma hémoglobinière, en dehors du noyau. Leur nombre est très variable : quelques hématies en contiennent une trentaine et plus, en sont littéralement bourrées, d'autres vingt, quinze, dix, six, cinq, deux, $G=12000$ même un seul.



Ces corpuscules, mobiles dans leur ensemble, à contours bien arrêtés, sont pour la plupart un peu plus petits qu'un

grain de staphylocoque. Les différences de mise au point du bord et du centre témoignent de leur forme sphérulaire. Parfois deux corpuscules sont couplés. On rencontre exceptionnellement des formes un peu allongées, soit étranglées, soit renflées au centre, soit en bâtonnet. Les globules rouges qui les contiennent ont conservé leur forme ovale ou sont globuleux par suite de leur réplétion. Beaucoup d'entre eux ne se différencient pas des globules rouges normaux dépourvus de granulations. Quelques-uns manifestent par leur teinte à peine verdâtre, parfois même par leur manque de coloration, leur pauvreté en hémoglobine. Ils ne contiennent pas de pigment mélanique. Dans le plasma on trouve de rares corpuscules libres analogues aux précédents; on n'en constate que rarement dans les leucocytes mononucléés dont les mouvements amiboïdes frappent l'attention.

Ces corpuscules endoglobulaires ne sont pas géométriquement égaux entre eux; ils mesurent de $0,80$ à $1,74$ environ. Quand on laisse en chambre humide, à la température ambiante, une goutte de sang frais encellulée, les corpuscules endoglobulaires restent mobiles tant qu'une dessiccation exagérée n'intervient pas; ils ont une tendance à s'agglomérer. Si on soumet à une longue observation microscopique des hématies ne contenant que quelques corpuscules, on peut voir ceux-ci augmenter de nombre dans le globule rouge; les corpuscules de nouvelle formation — dont le volume d'abord très petit peut s'accroître progressivement — restent pendant un certain temps adhérents aux corpuscules d'où ils dérivent et qui se sont rapetissés; il en résulte des formes couplées. A la longue, beaucoup de corpuscules se libèrent des globules rouges en voie de désintégration qui les contenaient; quelques-uns sont englobés par les leucocytes. Puis, au bout de quatre à cinq jours, des cristaux quadrangulaires ou irrégulièrement losangiques, de teinte jaunâtre, dérivés de l'hémoglobine, dont on peut observer la formation au sein des hématies, apparaissent dans les préparations, ainsi que d'autres particularités sur le sens desquelles nous ne saurions nous prononcer.

En délayant une goutte de sang d'hippocampe dans une solution d'acide osmique au centième et en faisant agir sur les bords de la préparation une gouttelette de bleu de méthylène

en solution dans l'eau, les corpuscules endoglobulaires se teignent à peine en bleu très pâle, tandis que le noyau des hématies devient bleu foncé. Au contact de l'acide osmique, les corpuscules sont immobilisés; ils ne virent pas au noir.

Sur des préparations non colorées, semi-desséchées, quelques corpuscules ont un éclat rougeâtre dû à un phénomène d'optique. Après fixation, soit par l'alcool absolu, soit par la solution de Gilson et après essais de coloration par la thionine phéniquée, par le bleu de Loeffler, par un mélange d'éosine, de bleu de méthylène et de méthylal, par le bleu Borrel, par la fuchsine phéniquée, avec ou sans décoloration par un acide, on ne réussit pas à colorer ces corpuscules. Les uns ont disparu, et il en résulte une série de petites lacunes dans le protoplasma des hématies; les autres, fixés dans leur forme, ont une sorte d'éclat rouge feu momentané quand on fait varier la vis micrométrique; presque tous sont ronds, punctiformes, rarement groupés par deux ou en biscuit à la cuiller; leur zone périphérique est plus transparente et donne l'illusion d'une capsule incolore mesurant à peu près en épaisseur la moitié du diamètre de l'élément. Après fixation par le sublimé et coloration prolongée par le mélange d'éosine et de bleu Borrel (Laveran), les hématies de l'hippocampe sont colorées en rouge vif et centrées par un noyau rond, bleu foncé, avec des stries incolores. Les réactions colorantes, l'aspect morphologique sont les mêmes pour les hématies normales que pour celles qui contiennent des granulations, sauf que, dans ces dernières, sur le fond rouge du protoplasma, se détachent les corpuscules tels que nous les avons décrits plus haut. Quand ceux-ci ont disparu, au cours des manipulations, on voit une série de petites lacunes incolores en nombre très variable correspondant à la place occupée par les granulations.

Sur les préparations sèches, les corpuscules ronds intra-globulaires mesurent de 0,58 à 0,87; les formes couplées ou allongées, avec ou sans étranglements, 2,32 environ.

Les corpuscules peu nombreux rencontrés dans le plasma sont du même ordre.

Le 22 mars, un nouveau lot de sept hippocampes, adultes comme les précédents, nous a permis de vérifier l'exactitude de ces constatations: tous ces animaux avaient des corpus-

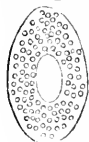
cules endoglobulaires en nombre considérable. Il en était de même, le 25 mars, pour les hippocampes placés dans d'excellentes conditions de vie, examinés à la Station zoologique d'Arcachon.

Desensemencements du sang des hippocampes reçus le 22 mars (sang prélevé dans le cœur) sur gélose, gélatine, bouillon à l'eau de mer, sont restés stériles; sur treize tubesensemencés, un seul a donné une impureté; mais, au milieu de la culture montrant de longs bacilles très mobiles, avides de colorants basiques, on retrouvait des globules rouges contenant leurs corpuscules non modifiés.

Dans le sang de tous les organes de l'hippocampe adulte, on constate la présence de ces corpuscules mobiles endoglobulaires présentant uniformément les caractères que nous venons de décrire.

II. Torpille, *Torpedo oculata* (Bélon), *Raia torpedo* (Linné).

— Le 29 avril 1900, nous avons examiné, à la Station zoologique d'Arcachon, une torpille adulte, de petites dimensions, mais très vivace. À l'état frais, les globules rouges sont régulièrement ovales, centrés par le noyau. Ces globules sont inégaux. Les plus gros, colorés en vert par l'hémoglobine, mesurent $18\ \mu$ sur $29\ \mu$; les plus petits, légèrement verdâtres ou presque incolores, $12\ \mu$ sur $15\ \mu$. Tous ces globules rouges, sans exception, contiennent des granulations en nombre variable



G. = 1200 D

mais généralement très élevé (40 et plus dans le protoplasma d'une seule hématie). Les globules rouges ne contenant que quelques granulations, trois, quatre, cinq, sont rares.

Ces granulations, animées d'un mouvement brownien, sont d'autant plus apparentes que le sang est plus frais. Elles ne se différencient pas, dans ces conditions d'examen, de celles que nous avons décrites dans les hématies de l'hippocampe: même aspect microscopique, inégalité de volume, coloration rouge feu due à un phénomène d'optique quand on fait varier la vis micrométrique, dimensions variables $0\ \mu$. 60, $0\ \mu$. 90, exceptionnellement $1\ \mu$. 74, forme sphérolaire, disposition parfois couplée, allongée ou étranglée.

Quand on mélange une goutte de sang frais à une goutte de

neutralroth dissous dans la solution physiologique de chlorure de sodium, les granulations endoglobulaires se colorent en brun rouille clair qui tranche sur la coloration verte du protoplasma des hématies, dont le noyau accuse lui-même une teinte brunâtre; cette coloration *vitale* du noyau et des inclusions protoplasmiques s'efface quand les globules rouges commencent à s'altérer.

III. **Terre** (adulte), *Raia pastinaca* (Linné). — A la même date, nous avons examiné, à la Station zoologique d'Arcachon, un de ces poissons de forte taille, extrêmement vivace. Les globules rouges sont ovalaires, mesurent en moyenne 14μ sur 21μ ; il en est de plus petits (10μ à 12μ). Parmi ces hématies, beaucoup ne contiennent pas de granulations; quelques-unes en renferment, mais en petit nombre (1 à 15). Ces granulations mobiles ont les mêmes attributs que celles des hématies de l'hippocampe et de la torpille.

IV. **Aiguille** (adulte), *Syngnathus Typhle* (Linné). — Les globules rouges de ce poisson (aquarium d'Arcachon) sont petits, ronds, à noyau peu apparent, colorés en vert par l'hémoglobine; ils mesurent 12μ de diamètre et ne contiennent pas de granulations.

V. **Lamproie**, *Petromyzon marinus* (animal pris dans la Garonne). — Les globules rouges sont ronds, bien colorés par l'hémoglobine, inégaux (12μ à 14μ de diamètre). Le noyau devient excentrique, marginal, dans les préparations encellulées, et on trouve même de rares hématies ne contenant pas de noyau. Les granulations mobiles, peu nombreuses, ne s'observent que dans un petit nombre de globules rouges (1).

VI. **Feinte** (adulte), *Alosa finta* (animal pris dans la Garonne). Les hématies montrant des granulations sont peu nombreuses.

VII. **Anguille** (adulte), *Anguilla vulgaris* (animaux pris dans la Garonne). — Quelles que soient les conditions dans lesquelles on les examine (vivaces, malades par suite de l'insuffisance d'eau et d'air, mortes) les anguilles ont des hématies dépourvues de granulations mobiles.

(1) Giglio-Tos a signalé avant nous l'existence de granulations mobiles dans les hématies de la lamproie.

Quelle est la nature de ces corpuscules endoglobulaires? S'agit-il d'un parasite bactérie, hématozoaire, ou d'une particularité morphologique des hématies?

Telles sont les deux hypothèses qui nous ont guidé dans nos recherches.

En faveur de la première (nature parasitaire), qui vient tout d'abord à l'esprit, on peut faire valoir l'inégale répartition des corpuscules dans les hématies, leur disposition parfois couplée, la possibilité de leur augmentation de nombre en cellule humide, leur présence dans le plasma, leur mobilité spéciale, leur existence chez l'hippocampe, alors qu'on ne les rencontre pas dans le sang d'un grand nombre d'autres espèces animales à l'état adulte examinées à ce point de vue.

En faveur de la seconde opinion (particularité morphologique des hématies) plaident l'incolorabilité de ces corpuscules à l'aide des procédés utilisés dans la technique des colorations microbiennes, parasitaires, cytologiques; l'impossibilité de déceler un noyau dans leur substance, leur très grande inégalité de volume, leur forme sphérolaire, rappelant l'image microscopique des gouttelettes émulsionnées, l'absence de cils susceptibles d'expliquer leur déplacement.

Ces dernières raisons semblent prévaloir; de plus, les présomptions en faveur de l'hypothèse parasitaire s'appliquent tout aussi bien à la seconde opinion. Soit, par exemple, l'inégale répartition des corpuscules: par analogie, ne voit-on pas dans la glande mammaire, en période de lactation, des différences considérables dans la répartition intra-cellulaire des corpuscules du lait?

L'aspect couplé et la multiplication des corpuscules sous le microscope n'est pas non plus contradictoire avec l'idée de gouttelettes en suspension dans les hématies, gouttelettes susceptibles de se fusionner, ou inversement de se diviser, ou encore continuant à être sécrétées par l'hématie.

Quant à la présence de corpuscules semblables dans le plasma, elle peut résulter de leur extériorisation par rupture de quelques hématies.

La mobilité spéciale de ces corpuscules rappelle tout d'abord celle des bactéries et des infusoires ciliés, mais on ne réussit pas à voir de cils; de plus, on éprouve de réelles difficultés à

différencier un mouvement propre des mouvements browniens, surtout lorsque — ce qui est ici le cas — l'amplitude des oscillations et le déplacement des corpuscules varient dans de très grandes proportions.

En somme, la discussion des faits que nous avons constatés et dont le contrôle est facile en cette saison, nous conduit à infirmer l'hypothèse parasitaire que nous avons provisoirement émise dans une note préliminaire de constatation de faits à la Société de Biologie et à soutenir l'idée d'une disposition morphologique des globules rouges dont nous ne connaissons pas la signification, mais qui ne nous paraît pas être d'ordre dégénératif.

Ces hématies granuleuses sont-elles, en effet, spéciales au sang de l'hippocampe et des poissons chez lesquels nous les avons signalées? Ranvier a autrefois noté dans les globules rouges des têtards de la grenouille rousse, du septième jour au quinzième jour après la fécondation, l'existence de granulations qu'il qualifie de vitellines.

« La présence de ces granulations dans l'intérieur même des globules rouges du sang nous suggère, dit-il, trois hypothèses sur le mode de développement de ces globules : ils ont la propriété de former dans leur intérieur des granulations vitellines ; ou bien ils ont joui à une certaine époque de certaines propriétés amiboïdes analogues à celles des globules blancs qui leur ont permis d'absorber ces granulations placées dans leur voisinage ; ou bien, enfin, ils sont un produit ultime de segmentation de la masse primitive de l'embryon. Dans l'état actuel de la science, la première hypothèse n'est guère acceptable, et la dernière est la plus probable (1). »

M. Cuénot a signalé des granulations semblables dans les érythroblastes des embryons ou larves d'un certain nombre de vertébrés (2).

L'hypothèse de Ranvier, d'après laquelle les globules rouges auraient la propriété de former ces granulations dans leur intérieur, a été soutenue par Giglio-Tos.

(1) RANVIER. — *Traité technique d'histologie*, 2^e édition, p. 178.

(2) Cité par GIGLIO-TOS. — *Sulle granulazioni degli erotriciti nei girini di taluoi anfibii* (*Anatomischer Anzeiger*, sept. 1896, p. 321).

Cet auteur ⁽¹⁾ a noté la persistance d'érythrocytes granuleux chez le têtard de crapaud vulgaire jusqu'au quatrième mois de son développement avant le début de la métamorphose ; il les a retrouvés chez les têtards de grenouille ayant plus de quinze jours d'existence ; il les a vus chez les poissons, les reptiles, les oiseaux, les mammifères *dans la vie embryonnaire*, chez les batraciens dans la période larvaire. Seule, parmi tous les vertébrés à l'état adulte, la lamproie posséderait des érythrocytes granuleux, de même le *Batrachoseps attenuatus* Esch ⁽²⁾. Cette dernière affirmation de Giglio-Tos est exagérée ; nous avons montré que plusieurs poissons (hippocampe, torpille, etc.) présentaient cette même particularité.

D'après Giglio-Tos, ces granulations mobiles, intra-globulaires, ne sont pas de nature vitelline, ainsi que le pensait Ranvier. Elles sont formées d'une substance albuminoïde à laquelle Giglio-Tos a donné le nom d'érythrocytine, substance incolore, assez réfringente, de consistance visqueuse, coagulable par les divers réactifs coagulants des matières albuminoïdes, mais soluble dans l'alcool absolu. Ces granulations se dissolvent dans les solutions saturées de soude, dans les acides acétique, formique, sulfurique ; elles sont insolubles dans le chloroforme et l'ammoniaque. On ne réussit à les teindre en rose — et encore très légèrement et d'une façon très passagère — par la fuchsine acide, qu'après l'action du chlorure de platine comme fixateur. Elles se colorent en rose par le *neutralroth*, tandis que l'hémoglobine reste incolore ⁽³⁾.

Giglio-Tos pense que ces gouttelettes d'érythrocytine, dérivées de la combinaison d'une des substances composantes de la chromatine avec le suc nucléaire du noyau des hématies, se condensent en granulations mobiles supportées par quelques rares filaments du cytoplasma globulaire. Ces granulations, accumulées dans le corps globulaire, animées d'un mouve-

⁽¹⁾ GIGLIO-TOS. — *Loc. cit.* Sur les cellules du sang de la lamproie (*Arch. italiennes de Biol.*, 1896, p. 93).

La structure et l'évolution des corpuscules rouges du sang des vertébrés (*Arch. italiennes de Biol.*, 1897, p. 110).

Hématopoïèse chez la lamproie (*Ibid.*, p. 459.)

⁽²⁾ Dei corpuscoli rossi del sangue nel *Batrachoseps attenuatus* Esch (*Anat. Anz.*, Bd XV, n° 16, 1899).

⁽³⁾ E. GIGLIO-TOS. — Il rosso neutrale (*Neutralroth*) ed i granuli emoglobigeni (*Zeitschrift für Wissenschaft. Mikrosk. und für Mik. Technick.* Bd XV, 1898, p. 166).

ment brownien assez rapide, auraient la propriété de transformer en hémoglobine une substance particulière dissoute dans le plasma : cette transformation serait le fait d'une combinaison chimique entre cette substance et l'érythrocytine. L'hémoglobine, au fur et à mesure de son élaboration, se dissoudrait dans le milieu intérieur liquide de l'hématie. Les mouvements oscillatoires de ces granulations dites *hémoglobinigènes* seraient l'indice de leur fonction, c'est-à-dire de l'échange moléculaire connexe de la formation d'hémoglobine.

Giglio-Tos s'est efforcé d'étendre aux globules rouges des animaux adultes, dépourvus de granulations mobiles, sa conception de l'origine et du rôle de la substance hémoglobinigène.

Dans les noyaux des hématies de tous les vertébrés, à l'exclusion des mammifères adultes, la transformation de la chromatine pour la production de matière hémoglobinigène n'est pas totale.

Dans les globules rouges des mammifères, d'après Giglio-Tos, toute la chromatine subit la transformation en substance hémoglobinigène ou érythrocytine ; dans ces hématies privées de noyau, la substance hémoglobinigène ne se présente plus à l'état de granulations mobiles, mais bien sous l'apparence d'un liquide incolore homogène, cantonné au centre de l'élément ; tout autour, se trouve un anneau de matière élastique, ajoute Giglio-Tos, dans laquelle est contenue l'hémoglobine ; le tout est enveloppé d'une membrane.

La notion des corpuscules mobiles des globules rouges, quelle que soit son interprétation, est encore très peu connue et n'est pas même mentionnée dans les traités spéciaux. Or, il faut bien savoir que cette particularité morphologique des hématies n'appartient pas exclusivement aux stades de début du développement embryonnaire ; on l'observe chez des vertébrés adultes, tels que la lamproie (Giglio-Tos), l'hippocampe, la torpille, la terre, la lamproie, la feinte (Sabrazès et Muratet), constatation qui peut d'autant plus surprendre un observateur non prévenu que, chez ces divers poissons, la plupart des hématies contenant des granulations ne se différencient pas, abstraction faite de cette particularité, des hématies qui en sont dépourvues.

III

LES

RESSOURCES DE LA STATION ZOOLOGIQUE D'ARCACHON ⁽¹⁾

PAR

Le Dr F. LALESQUE

Président de la Société scientifique d'Arcachon.

Fondée en 1863 par le fait de l'initiative privée, la Société scientifique et Station zoologique d'Arcachon (*Pl. I*) a eu pour but de faciliter l'étude des sciences naturelles (anatomie comparée, zoologie pure, physiologie, histologie, botanique, etc.), en même temps que celle de l'océanographie et de l'aquiculture marine.

Elle a d'ailleurs été le point de départ de créations similaires ayant acquis aujourd'hui une grande célébrité. Paul Bert, qui avait aidé à sa création, écrivait, en 1867, que la Station zoologique d'Arcachon était le premier établissement scientifique de cet ordre. « Ainsi, disait-il, est ouvert aux savants un établissement scientifique qui n'a son analogue nulle part en Europe; un établissement d'utilité publique de l'ordre de ceux dont, dans d'autres branches, la création incombe à l'État. »

Ainsi, longtemps avant la création des célèbres Stations zoologiques, si largement dotées par l'État, des côtes de France ou de l'étranger, une petite Société locale de province

(1) Communiqué à l'Association française pour l'avancement des sciences.



Société Scientifique d'Arcachon. — Aquarium.



Héliotype E. Le Délay, 73, Rue Claude-Bernard, Paris

Société Scientifique d'Arcachon. - Bibliothèque.

mettait *gratuitement* à la disposition de la science de puissants moyens d'investigations et donnait, malgré la modicité de ses ressources, des sujets d'étude, de premier ordre, aux naturalistes. Si la Station zoologique d'Arcachon a connu des jours difficiles, elle est aujourd'hui en plein essor. Si elle n'a pas eu la fortune rapide des Stations si richement pourvues dont nous parlions en commençant, elle représente encore la seule Station scientifique *privée* ayant trente-sept ans d'existence, et qui, mieux est, possède aujourd'hui une installation et des ressources qui, plus largement utilisées, lui permettraient de tenir un rang des plus honorables.

Laboratoires et Annexes.

A. LABORATOIRES. — Ils sont au nombre de *six*, tous indépendants les uns des autres. Quatre autres, devenus indispensables, sont à la veille d'être créés. Dans chacun d'eux, on a, sous la main, par un ingénieux système de canalisation, le gaz, l'eau douce et l'eau de mer. Au sujet de cette installation, M. F. Bernard pouvait écrire, en 1887, dans le journal *la Nature*, c'est là « une innovation qui, à ma connaissance, n'a pas été réalisée encore dans les laboratoires officiels ». Tous sont largement éclairés par de grandes baies vitrées.

Quatre de ces laboratoires sont en façade sur le bassin, orientés au nord. Les trois premiers mesurent une superficie de 15 mètres carrés; le quatrième en a 20 (*Pl. III*). Ce dernier est occupé toute l'année par M. le professeur Jolyet, directeur scientifique de la Station.

Les deux autres laboratoires (*Pl. II*), beaucoup plus spacieux, sont orientés au midi, en façade sur le jardin de l'établissement. Ils ont été aménagés d'une façon spéciale : l'un en vue des recherches physiologiques, l'autre pouvant répondre à de doubles recherches, soit océanographiques, soit chimiques.

Leur outillage matériel est complet : tables, chaises, éta-gères, armoires, linge, etc.

Outillage scientifique. — A l'origine, les travailleurs devaient apporter leurs instruments. A l'heure actuelle, il n'en est plus de même. La Station possède : trois microscopes, dont un grand modèle; trois microtomes, dont le modèle de

Henneguy, permettant de pousser les coupes jusqu'au 2000^e de millimètre; un appareil à dissection, modèle de Lacaze-Duthiers; une grande pompe à mercure pour l'analyse des gaz du sang; deux grands appareils enregistreurs de Marey : myographe, cardiographe; balances de précision; un appareil à traineau de Dubois-Reymond; un signal électrique de Marcel Deprez; chronographe et diapason interrupteur; électromètre capillaire de Lippmann avec un trépied support et vis de déplacement de l'électromètre; une boussole de Widemann; une étuve de Roux; une étuve; piles électriques; capsules de platine, etc.

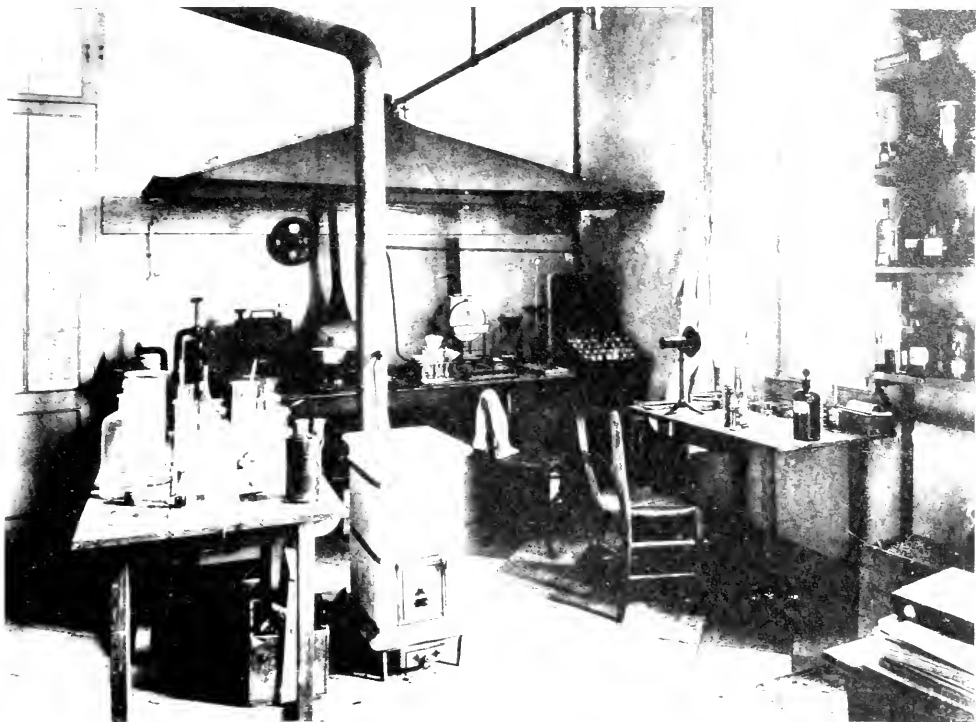
Tel est l'outillage scientifique de première nécessité et d'un gros prix d'achat, auquel il faut ajouter deux grandes boîtes de réactifs, la verrerie usuelle, des fours à combustion intense, et le tout *mis gratuitement* à l'entière disposition des travailleurs.

Ajoutons que le rattachement de la Station à l'Université de Bordeaux peut faciliter le prêt momentané, à la Station, de certains instruments.

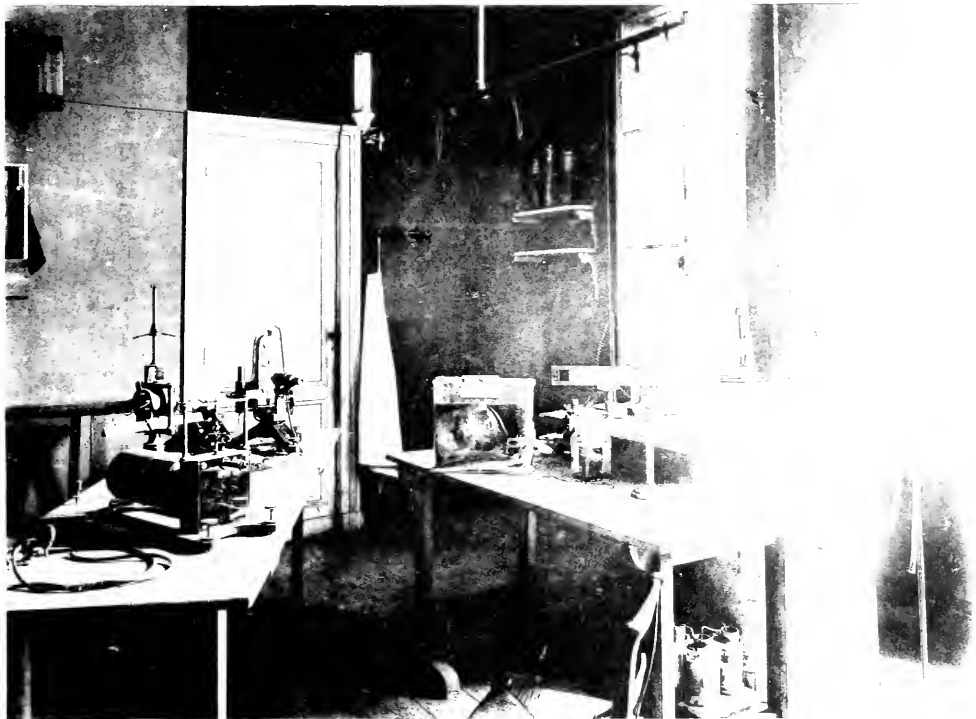
B. ANNEXES. — 1^o Salle de dissection. — Une grande salle carrée, largement éclairée par la partie supérieure, très aérée, sert de salle de dissection pour l'étude des cétacés et autres animaux de grande taille, de même que pour les dissections et démonstrations d'ensemble. Elle est munie d'une grande table en marbre. Un robinet vertical, mobile, assure un écoulement d'eau constant.

2^o Chambres de logement. — Deux chambres meublées, contenant trois lits, sont *mises gratuitement* à la disposition des travailleurs pour lesquels les frais de séjour en ville pourraient être une charge trop lourde ou dont les expériences nécessiteraient une surveillance constante. Le service en est assuré par la gardienne de l'établissement moyennant une somme fixe de 7 francs par mois. Sauf l'éclairage et le chauffage, la Société scientifique fournit les draps, les couvertures, les serviettes.

3^o Annexe de Guéthary (Basses-Pyrénées). — La Société avait compris, depuis longtemps, l'importance de se procurer avec rapidité les animaux qu'on rencontre sur certaines grèves. Grâce à la générosité de l'un de ses membres les plus actifs, M. Durègne, la Société a pu installer une petite succur-



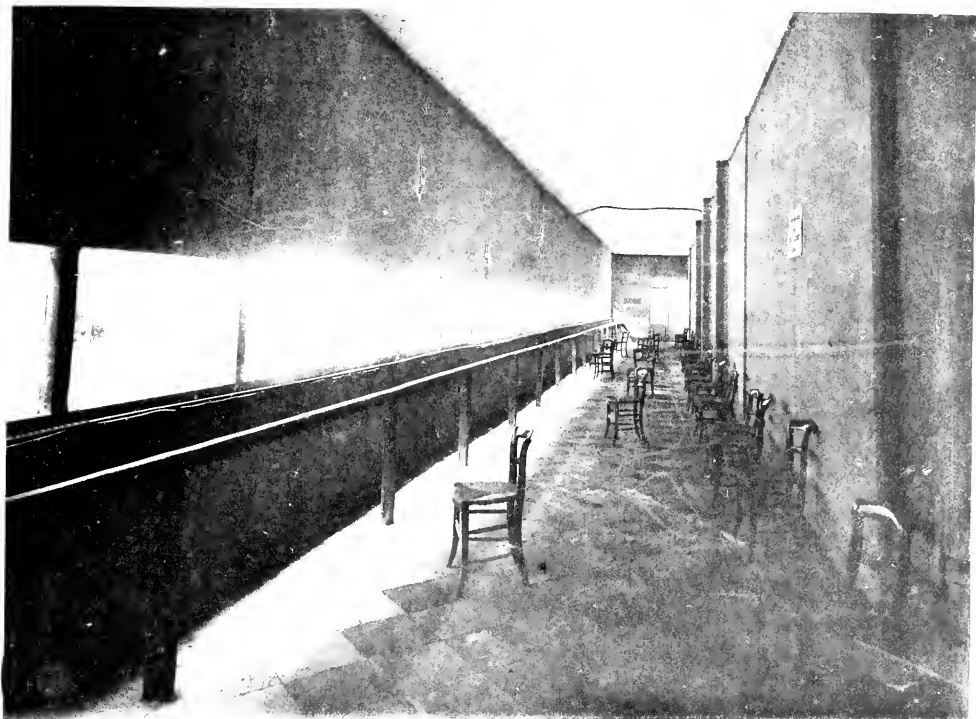
Société Scientifique d'Arcachon. — Laboratoire de Chimie.



Société Scientifique d'Arcachon. — Laboratoire de Physiologie.



Société Scientifique d'Arcachon. — Laboratoire.



sale de ses laboratoires à Guéthary. Là, sur la plage même, une modeste construction, en pierres, munie de chaises, tables, étagères, peut abriter plusieurs travailleurs. Un marin y est attaché. On y peut travailler sur place, ou bien encore, en une demi-journée, recevoir à Arcachon les animaux les plus variés et les conserver.

4° *Chambre à photographie.* — Chambre noire, spacieuse, munie d'eau, de gaz à l'intérieur, de tables, étagères.

5° *Un observatoire météorologique,* installé et placé sous le contrôle immédiat de la Commission météorologique du département de la Gironde. Depuis plus de quinze ans, la Société paye le jardinier chef de la ville, chargé de relever les observations. Ces relevés rigoureux ont permis plusieurs études climatiques importantes.

6° *Laboratoires de l'Université de Bordeaux.* — Par suite d'une convention récente, la Station zoologique, sans rien perdre de son autonomie, de son caractère d'œuvre essentiellement privée, a été annexée à l'Université de Bordeaux. En vertu de cette convention, la Station est à la veille d'aménager deux nouveaux laboratoires, l'un pour la Faculté de Médecine et de Pharmacie, l'autre pour la Faculté des Sciences. Ainsi, l'Université trouvera tout installé le complément indispensable à son enseignement des hautes études des sciences naturelles, et la Station, l'occasion de faire utiliser ses ressources.

7° *Aquarium et bassins.* — L'aquarium (*Pl. III*) comprend trente-deux bacs vitrés, de 1 à 2 mètres de capacité, dont l'éclairage est disposé de manière à permettre l'observation des animaux qui y sont acclimatés.

En outre de ces bacs, six vastes bassins, mesurant de 10 à 25 mètres cubes, sous un abri couvert, sont destinés à conserver les animaux de grande taille qui ne s'accommoderaient pas d'une captivité plus rigoureuse.

Un courant d'eau de mer continu, alimenté par une pompe à vapeur, entretient dans ces bacs et ces bassins les conditions les plus favorables possibles à la longue conservation des animaux vivants que les pêcheurs attachés à l'établissement prennent dans le bassin ou au large.

Aquarium et bacs forment ainsi une importante réserve pour les animaux d'études.

Musée — Bibliothèque.

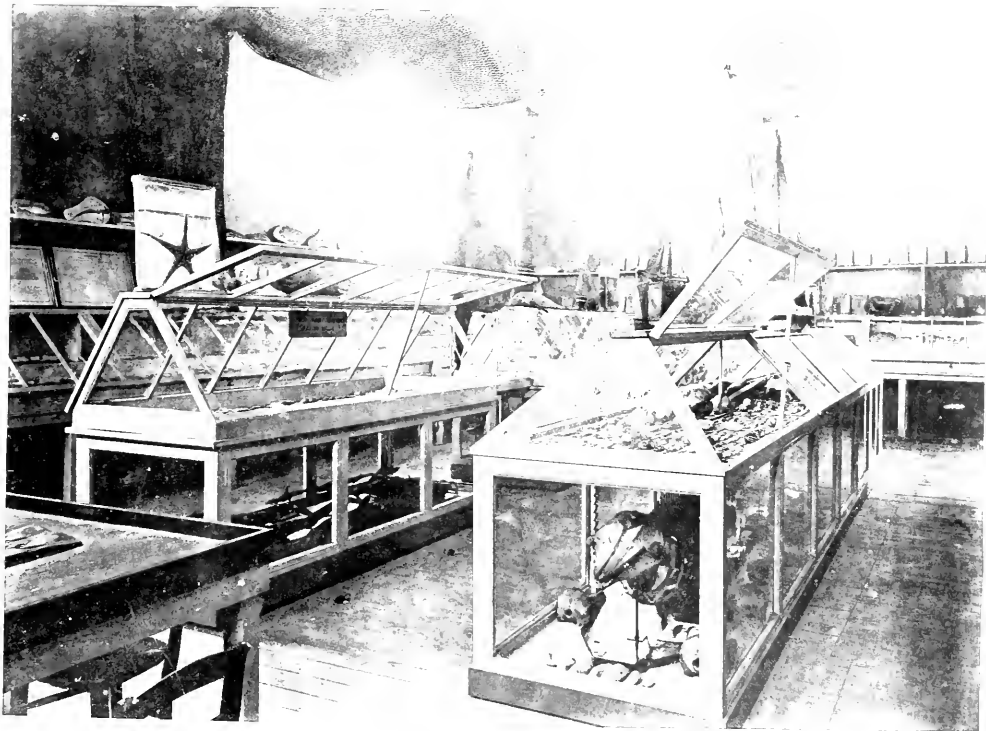
LE MUSÉE (*Pl. IV*), où sont déposées au fur et à mesure les trouvailles faites dans la région, est installé dans une vaste et large pièce lumineuse. Il possède une des plus riches collections conchyliologiques *locales* de province. Les échantillons, dus pour la plupart aux dragages d'Alexandre Lafont, facilitent singulièrement les déterminations et indiquent les lieux de recherches.

Le musée donne, autant que possible, par des exemplaires sûrement déterminés, le résumé complet de la faune et de la flore locales. Citons, comme principal objet, une pièce unique (*Pl. IV*), un crâne de *Ziphius cavirostris* (Cuvier) : Ce cétacé, extrêmement rare, n'a été trouvé qu'une seule fois sur les côtes occidentales de la France. Il n'est représenté dans les musées français que par trois exemplaires : un crâne à Arcahon recueilli sur les bords du bassin, un crâne au Muséum de Paris et un squelette à Marseille. Ces deux derniers individus proviennent de la Méditerranée (Fischer).

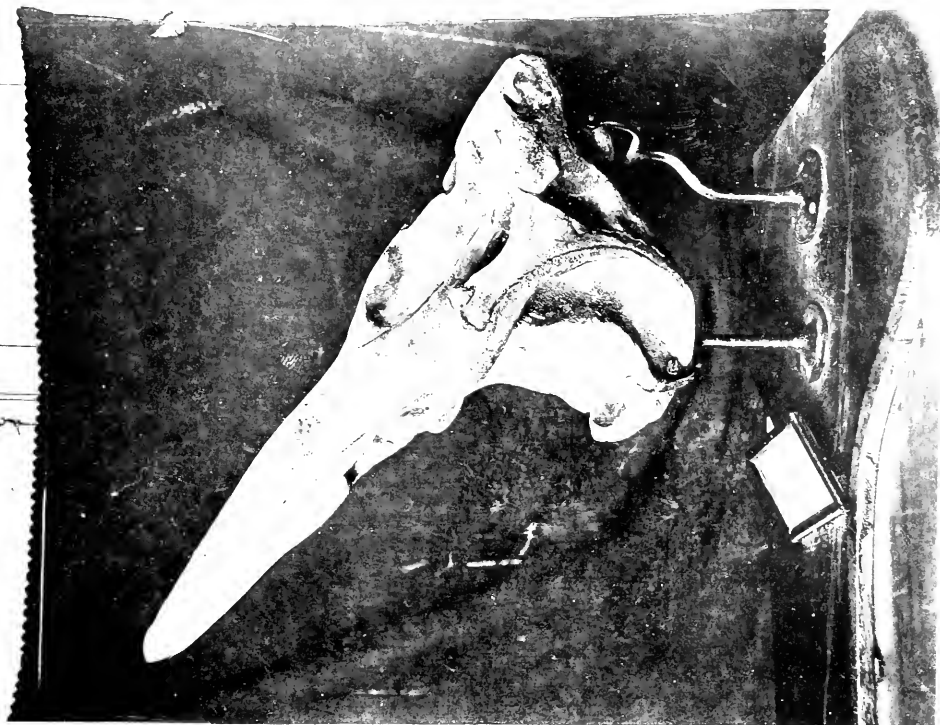
L'histoire de l'huître fossile et moderne, les procédés de l'ostréiculture occupent une partie importante du musée. Il en est de même pour l'ethnographie du résinier, pour l'histoire et les procédés de l'ensemencement des dunes, pour l'archéologie régionale, pour la géographie du bassin, des côtes voisines, etc. Enfin, une vitrine d'une collection ornithologique locale, avec d'autres curiosités de provenances étrangères, complète le musée.

LA BIBLIOTHÈQUE (*Pl. I*) occupe également un vaste appartement très clair. Un peu négligée, à l'origine, devant les exigences de l'organisation des laboratoires, elle s'est considérablement enrichie depuis quelques années. Pour l'année 1900, la Société lui consacre une somme de près de 1,000 francs. Elle est plus particulièrement riche en ouvrages de déterminations, tant français, qu'anglais et allemands. Nombreux sont les périodiques, tant français qu'étrangers (*Archives des laboratoires de Naples*), dont le service est assuré.

A signaler une remarquable série de voyages scientifiques. Un catalogue, en partie double, facilite les recherches bibliographiques.



Société Scientifique d'Arcachon. — Musée.



Société Scientifique d'Arcachon. — Ziphites, Caviposidris

Service des pêches.

L'outillage de la Station est sur ce point remarquable. Le service de la petite pêche, qui se pratique dans le bassin, est assuré par un bateau, propriété de la Station : l'*Hippocampe*. A l'origine, c'était l'*Amphioxus*, en souvenir des travaux de Paul Bert. La manœuvre en est faite par deux marins attachés à la Station.

Mais ce n'est pas tout. « Que penserait-on d'une Station qui aurait à sa disposition cinq bateaux à vapeur, occupés à draguer jour et nuit, en pleine mer, jusqu'à 80 brasses, et dont l'un rapporterait chaque jour le produit de la pêche de tous les autres? » C'est ce qui est réalisé, depuis plus de quinze ans, pour notre Station, grâce à l'extrême bienveillance de la « Société des Pêcheries de l'Océan ». Bien plus, tout travailleur inscrit aux laboratoires peut, sur la demande du Président ou du Directeur, être embarqué, assister à la grande pêche au chalut et recueillir ainsi une foule d'échantillons rares, intéressants et toujours frais.

« C'est là, dit M. Gruvel, il faut en convenir, un avantage extrêmement précieux pour les biologistes qui désirent recueillir sur place et préparer eux-mêmes leurs matériaux d'études. J'ai eu, l'année dernière, à deux reprises différentes, l'occasion de jouir de cet heureux privilège. La première fois en compagnie de plus de cent élèves de la Faculté des Sciences, la seconde en tout petit comité. » Cette année encore, la Station a pu organiser deux excursions zoologiques semblables pour les élèves de la Faculté des Sciences, sous la direction de M. Gruvel. Il n'est nul besoin d'insister sur l'importance instructive et pratique de ces excursions.

Grâce à cette organisation exceptionnelle, la Station zoologique d'Arcachon est en mesure de fournir toute l'année aux professeurs des établissements d'enseignement, publics ou privés, la plupart des animaux marins nécessaires aux travaux pratiques et aux démonstrations de cours.

La Station, comme elle le prouve en ouvrant *gratuitement* ses laboratoires à tous les naturalistes, n'est animée par aucun esprit de lucre; elle cherche seulement, par la vente des animaux, à couvrir une partie des frais que nécessite l'entretien

des marins attachés à l'établissement. Un catalogue imprimé, à la disposition de ceux qui en font la demande, établit les prix de vente et d'expédition. Il est aisé de se convaincre que nos prix de vente sont de beaucoup inférieurs à ceux des autres Stations similaires, celle de Naples, par exemple, le modèle du genre (t).

Publications.

La liste est déjà longue des recherches sorties de la Station zoologique d'Arcachon depuis sa création. Depuis l'année 1896, grâce à ses ressources, la Société scientifique publie chaque année un Bulletin : *Travaux des laboratoires de la Station zoologique*, contenant, soit *in extenso*, soit en résumé, les travaux poursuivis dans ses laboratoires. Chaque bulletin renferme, outre des dessins dans le texte, des planches hors texte.

Dans chaque fascicule annuel, on trouve l'index bibliographique de tous les travaux de la Station (137 jusqu'à ce jour).

Comme nous l'avons dit, toutes les ressources des laboratoires sont gratuitement à la disposition des travailleurs. En retour, ils s'engagent à faire mention, dans leurs travaux, du nom de la Station dans laquelle les travaux ont été poursuivis, et à nous fournir, soit un mémoire, soit une note résumée de ces travaux pour le bulletin annuel.

(t) Voici la liste et le nombre exact des expéditions faites en 1898 et 1899, dont douze envois à l'étranger (6 en Hollande, 6 en Angleterre) : 1 Aleyonum; 350 Astéries; 13 Actinies; 410 Arénicoles; 317 Aphrodites; 1 Ange de mer; 79 Aplysies; 1,418 Crabes; 18 Cassidaires; 22 Calmars; 11 Cassis saburon; 33 Cériantes; 10 Dentales; 4 Haliotis; 24 Holoturies; 1,325 Hippocampes; 400 Myes; 100 Nephlys; 2,291 Oursins; 25 Ophélies; 1 Pennatule; 6 Patelles; 4 Pieuvres; 11 Pagurus Bernhardus; 66 Pecten; 984 Roussettes; 4 Raies; 135 Sipuncles; 918 Seiches; 42 Synaptes; 4 Syngnathes; 15 Scaphandres; 35 Solen; 5 Torpilles; 12 Trogues; 4 Tritons; 1 Vérétille; 6 lots de fucus; 2 lots d'éponges; 5 lots d'Ascidies; 1 lot de Tubulaires; 166 litres d'eau de mer; 5 kilos de sable.

Soit, au total : 8,799 animaux et 16 lots divers.

IV

QUELQUES MOTS

A PROPOS DE

DEUX EXCURSIONS A LA STATION ZOOLOGIQUE D'ARCACHON

PAR

A. GRUVEL

Chargé d'un cours de zoologie à la Faculté des Sciences.

J'ai déjà dit, ici même (1), quelle importance présentaient à mes yeux les excursions zoologiques pour les étudiants de nos Facultés des Sciences et, en particulier, pour ceux qui se préparent aux examens de la licence ou aux concours d'agrégation. Pour ceux-ci, en effet, il est indispensable de bien connaître un certain nombre de types qui leur serviront comme de jalons dans l'étude longue et difficile de la zoologie.

De même que l'on ne peut faire un botaniste sans connaître au moins les espèces vulgaires, de même il est impossible de faire des études zoologiques sérieuses si l'on se contente d'étudier la nature dans des livres ou même dans des collections. Le nom et la forme des animaux vus dans leur habitat et recueillis par eux-mêmes se gravent beaucoup mieux dans l'esprit des élèves que lorsqu'ils les voient méthodiquement groupés dans une boîte ou une vitrine.

Ce qui serait mieux encore, ce serait, après chaque excursion, de faire étudier, sur place, les caractères principaux des

(1) *Travaux des laboratoires*, 1898.

échantillons intéressants recueillis, les larves, etc., ainsi que cela se pratique régulièrement toutes les semaines dans une Faculté assez voisine, et où les résultats obtenus par ce moyen ont été très nettement appréciables.

J'ai toujours cherché, autant que possible, à mettre en pratique mes théories; aussi, voudrais-je essayer, dans le courant de l'année qui va s'ouvrir, de multiplier les excursions tant aux environs de Bordeaux qu'au bord de la mer, et de réaliser ainsi un enseignement pratique, tout aussi utile à nos étudiants que l'enseignement théorique, et destiné à le compléter aussi efficacement que possible.

Pour cela, malheureusement, la bonne volonté ne suffit pas, il faut autre chose.

La Station zoologique d'Arcachon est tout indiquée en ce qui concerne les études marines; mais Arcachon est encore loin de Bordeaux, et le voyage en chemin de fer est assez coûteux pour qu'il soit impossible d'imposer aux étudiants cette dépense plus de deux ou trois fois par an.

Dans l'une des excursions dont je vais dire un mot plus loin, j'ai exposé mes idées au dévoué Président de la Société scientifique. Non seulement il les a approuvées, mais il a bien voulu me promettre d'user de son influence pour m'aider à les réaliser. Je le remercie d'avance bien sincèrement de ce qu'il fera pour faciliter les études zoologiques pratiques aux étudiants de notre Université.

Dans le courant de la dernière année scolaire, j'ai pu conduire, à deux reprises différentes, les élèves de la Faculté des Sciences, candidats à la licence, à la Station d'Arcachon.

La première excursion a eu lieu les 21 et 22 mai dernier. Embarqués le 21 au matin à bord du *Courlis*, bateau de la Compagnie des Pêcheries de l'Océan, sur lequel nous étions autorisés à prendre passage, sur la demande du président de la Société scientifique, nous avons navigué au large du cap Ferret pendant toute la journée du lundi et la matinée du mardi, pour rentrer à Arcachon vers les onze heures du matin.

Cette excursion, grâce au chalut de pêche, a été particulièrement attrayante et instructive pour les jeunes gens, au nombre de onze, qui étaient à bord

Sans parler de la grande pêche au chalut en elle-même, qu'ils ne connaissaient pas pour la majorité et qui les a extrêmement intéressés, nous avons pu recueillir un grand nombre d'espèces de mollusques de toutes sortes, dont deux assez rares (*Xylophaga dorsalis* et *Tethys fimbriata*), des Cœlentérés, des Echinodermes, des Crustacés et de très nombreuses espèces de Poissons, qui constituaient, bien entendu, la partie essentielle de la pêche.

Grâce à l'état particulièrement favorable de la mer, nous avons pu, soit pendant la route, depuis le bord, soit aux arrêts nécessités pour la levée du chalut, dans un petit canot, faire un peu de pêche pélagique, ce qui nous a permis de recueillir de très nombreuses larves de crustacés (Nauplius, Zoés, Phyllosomes, Mégalopes, etc.) et quelques espèces pélagiques (Saggitta, Noctiluca, Méduses, etc.).

Tous les échantillons recueillis ont été distribués aux étudiants.

La seconde excursion à la Station d'Arcachon a eu lieu le 24 juin. Elle se composait de quatorze personnes et n'a duré qu'une journée; mais cette journée a été bien remplie. A peine arrivés au Laboratoire, on a embarqué dans deux bateaux qui nous attendaient et qui ont jeté la drague dans le Bassin. Si la récolte n'a pas été très variée, elle a été abondante pour certaines espèces, et nous avons recueilli dans le Bassin une Annélide très rare et fort intéressante (*Chaetopterus*) (*vario-pedatus*). Je ne crois pas, du reste, qu'elle y ait été encore signalée.

M. le Dr Lalesque, président de la Société scientifique, nous a ensuite fait les honneurs du Laboratoire, où tous les aquariums avaient été soigneusement garnis d'animaux venus soit du Bassin, soit du large, et que les excursionnistes ont pu examiner parfaitement vivants. Les Pennatules, les Vérétilles, les Alcyons, etc., bien épanouis, les ont surtout frappés et leur ont montré combien l'animal conservé dans l'alcool peut donner parfois une idée fautive de ce qu'il est à l'état vivant.

Ce n'est là qu'un commencement. Si mes souhaits se réalisent, nous ferons mieux l'année prochaine.

Je me hâte de dire que, dès que nous avons eu franchi le seuil de la Station, nous n'avons plus eu un centime de frais,

tout le côté matériel ayant été assuré par les soins et aux frais de la Société.

Je ne veux pas terminer ce rapide compte rendu sans remercier la Société scientifique de la bienveillance avec laquelle elle m'a toujours accueilli à la Station, soit seul, soit accompagné d'excursionnistes, et de la libéralité avec laquelle elle a mis tout son matériel, et même... celui qu'elle n'avait pas, à ma disposition! Merci pour ce qu'elle a déjà fait, merci pour ce qu'elle pourra faire encore!

Quant à son dévoué Président qui, malgré ses très nombreuses occupations, a toujours trouvé un moment à perdre au milieu de nous et n'a jamais épargné, pour la réalisation de mes projets, ni son temps ni sa peine, je sais que les meilleurs remerciements que je puisse lui adresser consistent, comme il nous le demandait à la fin d'un dîner d'excursion, à « user, à abuser même des ressources de la Station ».

V

L'INVERTÉBRÉ MARIN

FERMÉ ANATOMIQUEMENT AU MILIEU EXTÉRIEUR
LUI EST OUVERT OSMOTIQUEMENT ⁽¹⁾

PAR

M. R. QUINTON

RÉSUMÉ DE CETTE NOTE. — 1. L'Invertébré marin normal a pour hémolymph ou sang, c'est-à-dire pour milieu intérieur, un liquide dont la teneur en sels égale de très près celle de l'eau de mer. — 2. Cette égalité saline résulte d'un phénomène osmotique : il suffit, en effet, de diluer ou de concentrer le milieu extérieur, pour voir le milieu intérieur de l'animal tendre aussitôt à l'équilibre. — 3. Ce phénomène est réellement de nature osmotique, l'équilibre n'est pas dû à un mélange des deux milieux, par communication anatomique directe. — 4. Cet équilibre s'établit à la fois : 1° par passage d'eau; 2° par passage de sels, à travers la paroi extérieure de l'animal. — 5. La paroi extérieure de l'Invertébré marin est donc par excellence une membrane dialysante. *L'Invertébré marin élevé, fermé anatomiquement au milieu extérieur, lui est osmotiquement ouvert.* Par osmose, au point de vue minéral, son milieu intérieur est le milieu marin lui-même, ce dont témoigne par ailleurs l'analyse chimique directe. L'Invertébré

(1) J'observe au laboratoire maritime du Muséum, à Saint-Vaast-la-Hougue (1898), sur *Asteria*, *Carcinus maenas*, *Homarus*, *Maia*, et au Laboratoire de physiologie pathologique du Collège de France (1900), sur *Ostrea*, l'équilibre osmotique qui s'établit entre le milieu intérieur de ces Invertébrés et le milieu extérieur, dilué ou concentré expérimentalement. Tout le reste du travail est effectué à la Station zoologique d'Arcachon.

marin élevé reste donc physiologiquement ce qu'est anatomiquement l'Invertébré marin inférieur (Spongiaire, Cœlentéré) : une colonie de cellules marines.

HISTORIQUE. — Frédéricq (1882, *Bull. Ac. roy. Belg.*, IV, 209; — 1884, *Livre jubil. Soc. méd. Gand*, 271), opérant sur le sang de quelques crustacés, provenant de l'Océan, de la Méditerranée et des eaux saumâtres de l'Escaut, constate un parallèle entre la teneur en sels de ce sang et la teneur en sels du milieu où vivaient les animaux. — Bottazzy (1897, *Arch. ital. Biol.*, p. 61), opérant par la cryoscopie, voit simplement la concentration moléculaire du sang des Invertébrés marins égaler à peu près exactement celle de l'eau de mer. Mais sa méthode, pour le sujet présent, est défectueuse : elle enregistre indistinctement toutes les molécules, minérales et organiques à la fois (voir Quinton, *Soc. de Biol.*, 11 mars 1899); elle l'amène ainsi à confondre le Sélacien et l'Invertébré marin, chez lesquels le sang congèle, il est vrai, au même degré que l'eau de mer, mais qui, comme on l'établira ailleurs, et comme Frédéricq l'avait déjà pressenti, se comportent d'une façon entièrement opposée, vis-à-vis des sels, au point de vue de l'osmose dans le milieu où ils vivent.

MÉTHODE. — Les expériences qui suivent portent sur la composition minérale comparée : 1^o de l'eau de mer; 2^o du plasma hémolympatique des Invertébrés marins. Comme dans l'eau de mer et dans l'hémolymphe, les chlorures à eux seuls (à l'état de chlorure de sodium presque exclusivement) comptent pour les 85 ou 90 centièmes de tous les sels dissous (1), leur détermination suffit à donner une indication très approchée des sels totaux. Les analyses ci-après ont donc porté sur les chlorures. Elles ont porté, en outre, indifféremment sur l'hémolymphe totale ou son plasma, l'expérience ayant montré que l'écart en sels, de l'une à l'autre, est à peu près nul. Chez les Annélides seuls, le liquide cœlomique était toujours centrifugé. — Par hémolymphe, on entendra indifféremment ici le liquide lacunaire, canalisé ou cœlomique.

(1) Analyses Genth (in Gorup Besanez, *Chim. physiol.*) pour le Limule, Mourson et Schlagdenhauffen (C. R. 1832) pour l'Oursin. Pour les autres Invertébrés marins, les chlorures à eux seuls, comme on peut s'en rendre compte par le calcul, composent la presque totalité des molécules décelées dans l'hémolymphe par la cryoscopie.

I. PREMIER GROUPE D'EXPÉRIENCES. — *Équilibre salin à l'état normal.* — Le tableau suivant résume quarante-neuf déterminations effectuées, à l'état normal, sur dix espèces marines appartenant aux quatre groupes les plus importants d'Invertébrés, et vingt-six déterminations parallèles, effectuées sur l'eau de mer où vivaient les animaux expérimentés.

NOMBRE DES DÉTERMINATIONS effectuées		GROUPE ET ESPÈCES.	TENEUR MOYENNE EN CHLORURES POUR 1,000 (exprimés en NaCl)	
sur l'hémolymphe ou le plasma.	sur l'eau de mer ambiante.		de l'hémolymphe totale ou de son plasma.	de l'eau de mer ambiante.
		ÉCHINODERMES		
6	2	<i>Asteria</i>	33 ^g 39	33 ^g 15
		MOLLUSQUES		
6	6	<i>Ostrea angulata</i>	32 94	35 1
2	1	<i>Aplysia fasciata</i>	32 53	32 17
1	1	<i>Octopus vulgaris</i>	31 88	33 7
6	2	<i>Sepia officinalis</i>	32 5	32 7
		ANNÉLIDES		
11	3	<i>Sipunculus nudus</i>	34 9	32 »
1	0	<i>Arenicola piscatorum</i> .	32 46	?
		ARTHROPODES		
13	10	<i>Carcinus mœnas</i>	31 47	33 44
2	1	<i>Maia squinado</i>	32 76	32 76
1	0	<i>Homarus vulgaris</i>	29 5	?
49	26	Moyenne générale.	32 ^g 43	33 ^g 13

Ce tableau montre, à quelques fractions près, l'égalité saline qui existe, à l'état normal, entre le milieu intérieur de l'Invertébré marin et le milieu extérieur. Une première question se pose. Cette égalité saline est-elle, oui ou non, le résultat d'un équilibre osmotique établi entre les deux milieux à travers la paroi extérieure de l'animal (membrane branchiale ou tégument)? Les deux groupes d'expériences qui suivent répondent affirmativement à la question.

II. DEUXIÈME GROUPE D'EXPÉRIENCES. — *Tendance à l'équilibre, dans un milieu dilué ou concentré.* — Les expériences de ce groupe consistent à changer l'animal de milieu, à le placer dans une nouvelle eau de mer diluée ou concentrée (par addition d'eau douce, ou, au contraire, de NaCl, KCl, MgCl²). Après une durée d'expérience indiquée dans la colonne des temps, l'animal est retiré, saigné et analysé en chlorures, ainsi que l'eau dans laquelle il était plongé. Le soin le plus extrême est pris, en recueillant le sang, pour l'obtenir pur, exempt d'eau extérieure pouvant provenir du tégument. Le tableau qui suit résume ce groupe d'expériences.

DURÉE de L'EXPÉRIENCE	GROUPES ET ESPÈCES	TENEUR EN CHLORURES pour 1,000 (exprimés en NaCl) A LA FIN DE L'EXPÉRIENCE	
		de l'hémolymphhe totale ou de son plasma.	du milieu ambiant dilué ou concentré
	ÉCHINODERMES		
2h20	<i>Asteria</i>	25 ⁹ 74	26 ⁹ 91
3 »	—	21 7	18 »
	MOLLUSQUES		
3 »	<i>Ostrea angulata</i>	23 4	23 7
5 45	—	22 66	23 98
5 30	<i>Aplysia fasciata</i>	37 04	36 77
4 30	—	23 69	23 4
1 45	<i>Octopus vulgaris</i>	24 74	25 15
0 55	<i>Sepia officinalis</i>	26 32	25 74
0 30	—	24 »	22 1
	ANNÉLIDES		
4 »	<i>Sipunculus nudus</i>	40 07	39 78
1 15	—	25 74	22 »
2 45	<i>Arenicola piscatorum</i>	37 55	39 78
1 15	—	25 34	22 »
	ARTHROPODES		
4 »	<i>Carcinus maenas</i>	42 »	55 »
23 »	—	15 21	11 7
7 »	—	43 75	52 65
2 50	—	39 19	52 65
3 »	<i>Maia Squinado</i>	27 49	23 57
2 30	<i>Homarus vulgaris</i>	22 »	23 »

Treize autres expériences confirment simplement ces premières. Ce tableau, comparé au précédent, montre toutes les

teneurs salines profondément modifiées, tendant à l'équilibre avec le nouveau milieu extérieur. On remarquera dans la colonne des temps avec quelle rapidité le phénomène osmotique peut se produire.

Un point demande toutefois à être nettement établi. Ce phénomène est-il réellement de nature osmotique? Ne serait-il pas dû à un mélange des deux milieux, par communication anatomique directe? On sait que l'anatomie nie déjà cette communication.

III. TROISIÈME GROUPE D'EXPÉRIENCES. — *Nature réellement osmotique du phénomène.* — S'il y a communication anatomique directe, le mélange doit s'effectuer sans qu'il se produise une augmentation ou une diminution de poids de l'animal, au moins durables, et surtout se sériant distinctement selon que le milieu extérieur est ou dilué ou concentré. S'il y a, au contraire, osmose, il doit se produire toujours: 1° dans une eau de mer diluée: augmentation de poids de l'animal (par absorption d'eau); 2° dans une eau de mer concentrée: diminution (par perte); augmentation et diminution durables.

EXPÉRIENCES. — *Dans eau de mer diluée.* — Début de l'expérience à 0'. — *Aplysie n° 1*; temps des observations: 0', 35', 1 h., 3 h., 4 h.; poids correspondants: 288, 321, 339, 359, 859,5. — *Aplysie n° 2*. temps: 0', 1 h. 14, 2 h. 14, 3 h. 17, 4 h. 15, 11 h.; poids: 303, 334, 341, 344,5, 346, 346. — *Siponcle*; temps: 0', 23', 1 h. 15, 5 h. 30, 18 h., 21 h.; poids: 42, 45,5, 46, 47, 47, ces deux derniers chiffres approximatifs à un gramme près, une excrétion de sable s'étant produite.

Dans eau de mer concentrée. — *Aplysie*; temps des observations: 0', 4 h., 5 h.; poids: 314, 288, 288. — *Siponcle*; temps: 0', 30', 1 h. 30, 2 h. 30, 4 h.; poids: 30, 29, 28,5, 27,5, 27, 26,5. — *Arénicole*; temps: 0', 2 h. 30; poids: 12,5, 11.

Il y a donc: augmentation de poids de l'animal dans le milieu hypotonique, diminution dans le milieu hypertonique, constance quand l'équilibre est établi, — caractères propres du phénomène osmotique. — La physiologie aboutit donc, comme l'anatomie, à la négation d'une communication directe. L'osmose seule est en jeu.

IV. QUATRIÈME GROUPE D'EXPÉRIENCES. — *Perméabilité de*

la paroi extérieure, non seulement à l'eau, mais encore aux sels. — La perméabilité à l'eau de la paroi extérieure de l'Invertébré marin ressort des expériences qui précèdent. Une dernière question se pose. Cette paroi est-elle également perméable aux sels? Trois séries d'expériences sont instituées afin d'en décider. — Le tableau et l'explication qui suivent résume cette série d'expériences. Le passage des sels est abondamment démontré.

N ^o DE L'EXPÉRIENCE	POIDS DE L'APLYSIE	TEMPS l'expérience déb- tant à 0'.	VOLUME de l'eau du cristal- lisoir.	TITRE de cette eau en chlorures p. 1,000	CHLORURES totaux (volume X titre).	GAIN ou PERTE (+ ou -) subis par le cristallisoir	
						en eau.	en chlorures.
I	393 ^{gr}	0'	250cc	24 ^{gr} 1	6 ^{gr} 025	» - 60cc	» - 0 ^{gr} 835
		13 ^h	190	27 34	5 19		
II	304	0'	250	41 »	12 5	+ 16	- 2 720
		5 ^h 30	266	36 77	9 78		
III	673	0'	1,000	21 2	21 2	- 70	+ 2 738
		10 ^h	930	25 74	23 938		
IV	288	0'	280	20 94	5 863	- 52 - 71 - 71 5	- 0 476 - 0 484 - 0 459
		1 ^h	228	23 63	5 387		
		3	209	25 74	5 379		
		4	208 5	25 92	5 404		
V	303	0'	250	20 23	5 057	- 14 - 24 - 31 - 38 - 41 5 - 43 - 43	+ 0 127 + 0 208 + 0 282 + 0 361 + 0 316 + 0 349 + 0 457
		18'	236	21 97	5 184		
		40	226	23 3	5 265		
		1 ^h 14	219	24 38	5 339		
		2 14	212	25 56	5 418		
		3 17	208 5	25 77	5 373		
		4 15	207	26 12	5 406		
		11 »	207	26 64	5 514		

Série d'expériences A. — On verse dans un cristallisoir un volume connu d'eau de mer diluée ou concentrée, dont le titre en chlorures est connu. En multipliant le volume par le titre, on

à la quantité de chlorures totale contenue dans le cristalliseur. Le poids du cristalliseur avec son eau est soigneusement déterminé. L'expérience consistera simplement : 1° à placer dans cette eau un animal (*Aplysia fasciata*), préalablement rincé dans une eau de même composition, puis égoutté; 2° à déterminer dans la suite, par des pesées (l'animal étant soulevé, pour un moment, au-dessus de son milieu), la quantité d'eau gagnée ou perdue par le cristalliseur; 3° à déterminer au même instant le nouveau titre en chlorures de cette eau. En multipliant le nouveau volume par le nouveau titre, on aura encore la quantité totale de chlorures contenue à cet instant dans le cristalliseur, et, par comparaison avec les chlorures initiaux, la preuve du passage ou de la rétention des sels.

Série d'expériences B. — Cette série d'expériences tend, en évitant le passage de l'eau, à observer uniquement le passage des sels. Dans ce but, deux parties d'eau de mer sont d'abord additionnées d'une partie d'eau douce, puis d'une quantité suffisante de sulfate de magnésium pour élever de nouveau le mélange à l'isotonie de l'eau de mer primitive. On possède ainsi un liquide à peu près isotonique à l'Invertébré marin qui y sera mis en expérience, par conséquent sans pouvoir hydrophile sur lui, mais dans lequel le titre en chlorure aura été abaissé de 32 grammes à 21 grammes pour 1,000. L'expérimentation devra établir si, dans ce milieu, où l'échange d'eau sera à peu près réduit à néant, les chlorures tendront à s'équilibrer entre le milieu intérieur de l'animal, normalement chloruré, et le milieu extérieur déchloruré.

EXPÉRIENCES. — Onze *Carcinus maenas* de même origine. Trois témoins immédiats, dont l'hémolymphé donne en chlorures : 30^{sr}9, 31^{sr}, 31^{sr}3 pour 1,000. Six autres, placés dans : eau de mer 666, eau douce 333, sulfate de magnésium (pesé humide), 100 grammes; chlorures de ce mélange : 21^{sr}17; point de congélation : — 2°04 (l'eau de mer congelant aux environs de — 2°). Les deux derniers *Carcinus* sont maintenus comme témoins, dans les conditions des six précédents, mais dans l'eau de mer primitive. Après 18 heures d'expérience, les deux *Carcinus* témoins ont perdu 1/50 de leur poids; les six autres, 1/25. Si cette différence dans la perte de poids est attribuable à une perte d'eau, et si les sels ont été retenus, la perte d'eau n'a pu que concentrer le sang du groupe des six *Carcinus*. Or l'analyse donne : chlorures des deux *Carcinus* témoins, 30^{sr}6, 30^{sr}8 pour 1,000, c'est-à-

dire maintien à peu près intégral des chlorures primitifs; chlorures des six *carcinus* placés dans le mélange déchloruré, 25^{er} 7, 26^{er} 8, 27^{er} 1, 27^{er} 2, 27^{er} 3, 27^{er} 8.

Résultats identiques sur sept autres *Carcinus*. *Carcinus* témoin, chlorures : 31^{er} 8; *Carcinus* d'expérience, après 24 heures de séjour dans un milieu identique au précédent (perte de poids moyenne : 1/90), chlorures, 24. ^{er} 07, 26^{er} 21^{er}, 26^{er} 3, 28^{er}, 28^{er} 6, 28^{er} 8.

Résultats identiques sur *Sipunculus*. Trois *Sipuncles* témoins : liquides coelomiques mélangés; chlorures : 35^{er} 1 pour 1,000. Deux *Sipuncles*, après 1 h. 1/2 et 4 h. de séjour dans un milieu semblable de très près au précédent (perte de poids moyenne : 1/80), chlorures, 28^{er} 37, 29^{er} 25.

Les chlorures passent donc nettement du milieu intérieur, normalement chloruré, au milieu extérieur déchloruré.

Série d'expériences C. — L'expérience, dans cette série, consiste à ajouter au milieu extérieur un sel très faiblement représenté dans le milieu intérieur, et à y rechercher son passage. Le sel choisi ici est le phosphate de sodium; l'observation porte sur l'acide phosphorique.

Deux *Aplysia* normales : liquide coelomique; teneur en acide phosphorique pour 1,000 : 0^{er} 025, 0^{er} 027.

L'addition de phosphate de sodium à l'eau de mer détermine un précipité blanc abondant, dont on se débarrasse par filtrage. Le liquide filtré est phosphatique.

PREMIÈRE EXPÉRIENCE. — Eau de mer diluée et phosphatée : chlorures 28^{er} 9; acide phosphorique 1^{er} 25 pour 1,000. Liquide coelomique d'*Aplysia*, après 8 heures de séjour dans ce milieu : chlorures, 28^{er} 38; acide phosphorique, 0^{er} 34.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE. — Eau de mer diluée et phosphatée : chlorures, 25^{er} 84; acide phosphorique, 1^{er} 5 par 1.000. Liquide coelomique d'*Aplysia*, après 6 heures de séjour : chlorures, 28^{er} 39; acide phosphorique, 0^{er} 33.

TROISIÈME EXPÉRIENCE. — Eau de mer diluée et phosphatée : chlorures, 20^{er} 3; acide phosphorique, 4^{er} 56 pour 1,000. Liquide coelomique d'*Aplysia*, après 2 heures de séjour : chlorures, 26. ^{er} 43; acide phosphorique, 0^{er} 878.

Les phosphates passent donc.

Les expériences de ces trois séries concordent toutes. Non seulement la paroi extérieure de l'Invertébré marin est perméable à l'eau, elle l'est encore aux sels.

V. CONCLUSIONS. — L'osmose établit donc, au point de vue minéral, une communication remarquable entre le milieu intérieur de l'Invertébré marin et le milieu extérieur. *L'Invertébré marin élevé, fermé anatomiquement au milieu extérieur, lui est osmotiquement ouvert.*

L'analyse chimique directe en témoigne. Genth (*in* Gorup Besanez, *Chim. phys.* 1880, chiffres corrigés sur l'édition allemande) pour le milieu intérieur du Limule; Mourson et Schlagdenhauffen (C. R. 1882) pour celui de l'Oursin de la Méditerranée, donnent, en effet, les compositions minérales suivantes, aussi voisines que possibles de celle de l'eau de mer.

LIMULE			OURSIN (Méditerranée)	
Pour 100 parties de cendres.	MALE	FEMELLE	Eau.....	959.05
			Sels	37.4
Chlorure de sodium...	83.507	79.207	Chlorure de sodium...	29.294
Chlorure de potassium.	2.395	4.607	Chlorure de magnésium	4.7658
Chlorure de magnésium	1.840	3.848	Sulfate de calcium.....	1.9685
Sulfate de potassium...	1.686	3.264	Sulfate de magnésium.	1.2501
Sulfate de calcium....	3.470	2.159	Carbonate de calcium..	0.0692
Carbonate de calcium..	1.448	2.950	Chlorure de potassium.	0.0523
Phosphate de magnésium ..	0.444	1.709		
Magnésium	5.128	1.959		
Oxyde de fer.....	0.081	traces.		
Oxyde de cuivre.....	0.085	0.297		

Le milieu minéral intérieur de l'Invertébré marin élevé reste donc physiologiquement, en définitive, ce qu'est anatomiquement celui de l'Invertébré marin inférieur (Spongiaire, Cœlentéré) : le milieu marin lui-même.

Comme les Invertébrés marins constituent à eux seuls la partie de beaucoup la plus importante du règne animal, il en résulte déjà qu'à l'état de nature, le plus grand nombre des organismes animaux a pour milieu intérieur le milieu marin lui-même.

VI

NOYAU LOBÉ DES CELLULES NERVEUSES

CHEZ

LES GASTÉROPODES PULMONÉS AQUATIQUES

*(LIMNÆA STAGNALIS et PLANORBIS CORNEUS)*ACTION DES ANESTHÉSQUES GÉNÉRAUX (Chloroforme) ⁽¹⁾

PAR

M. DE NABIAS

Professeur à la Faculté de Médecine de Bordeaux.

En fixant les centres nerveux chez un animal vivant (*Limnæa stagnalis* ou *Planorbis corneus*) avec certains fixateurs : solution saturée de sublimé corrosif avec 10 % d'acide acétique cristallisable, liqueur forte de Flemming, etc., on observe un aspect lobé du noyau des cellules nerveuses comme si des mouvements amœboïdes étaient accomplis par cet organe.

La *figure 1*, représentant une coupe fixée par le sublimé acétique et colorée par l'action successive de l'hématoxyline et du chromate de potasse d'après la méthode de Heidenhain, montre au sein d'un protoplasme à peine teinté des noyaux ayant cet aspect lobé qui leur donne une forme très irrégulière (N¹ et N²). On conçoit que, suivant l'orientation de la

(1) Communication faite au XIII^e Congrès international de médecine (Section d'histologie et d'embryologie). Paris, 2-9 août 1900.

coupe, de tels noyaux puissent donner l'illusion d'une division directe, comme en N^3 . Dans ce cas, ainsi que le démontre l'examen des coupes en série, il s'agit non pas d'une division, mais d'un noyau en forme de croissant, comme en N^1 , dont les extrémités, d'épaisseur inégale, ont été prises transversalement par la coupe.

Les figures 2, 3 et 4, qui se rapportent à des coupes, fixées par la liqueur forte de Flemming et colorées au violet de gentiane par la méthode de Bizzorero, donnent encore, en mettant en relief des détails intéressants de structure, l'idée très nette de noyaux lobés doués de mouvements amœboïdes. La figure 4, qui comprend la coupe d'une cellule géante, est particulièrement démonstrative. Les noyaux tranchent ici par leur aspect blanchâtre sur le cytoplasme foncé qui les entoure et dans lequel ils semblent diffuser. Dans la masse des granulations chromatiques de teinte rosée se détachent des corpuscules plus volumineux, de grandeur inégale, fortement colorés en noir, qui sont autant de nucléoles. Au voisinage de chaque dépression ou concavité du noyau, on observe une disposition constante et caractéristique, *Pi*.

Le protoplasme s'engage dans la dépression sous forme de languette. La membrane du noyau se plisse à ce niveau et les granulations chromatiques se disposent en rayonnant en manière d'éventail ou de pinceau. Ces sortes de pinceaux, qui de prime abord semblent formés exclusivement par les languettes protoplasmiques à structure fibrillaire, mais auxquels sont réellement appendues, ainsi que l'indique la différence de coloration, les granulations colorées du noyau, peuvent donner aux coupes un aspect des plus variés. C'est ainsi que, lorsque la languette protoplasmique, au lieu d'être prise en longueur, comme en *Pi* (fig. 2 et 4), est coupée superficiellement et en travers, comme en *Pi* (fig. 3), de manière à laisser voir de chaque côté une moitié de noyau, l'idée qui vient de prime abord est celle même de la division de la cellule nerveuse qui n'est pourtant qu'une apparence.

De toute façon, de telles préparations, ainsi que la figure 6, qui représente un noyau lobé en forme d'haltère irrégulière, semblent indiquer que des mouvements étendus peuvent s'accomplir, sous certaines influences tout au moins, dans les

éléments constitutifs de la cellule nerveuse. Nous avons pensé dès lors qu'il serait intéressant de savoir si les anesthésiques généraux n'apporteraient pas quelque modification à l'aspect normal obtenu à l'aide des meilleurs fixateurs. Si quelque changement se produisait du côté du noyau, par exemple, il y avait beaucoup de chance qu'il n'échappât pas à l'observation à cause de la taille considérable qu'acquiert cet organe chez les gastéropodes pulmonés aquatiques.

L'expérience que nous avons tentée à ce sujet nous a donné les résultats les plus frappants.

Quand on soumet une limnée ou un planorbe à des inhalations de chloroforme, ou qu'on met directement ce liquide en contact immédiat avec le cerveau récemment découvert, en traitant ensuite par l'alcool pour fixer et durcir, on obtient un aspect du système nerveux tellement différent de l'aspect normal qu'on se croirait presque en face du système nerveux d'un tout autre animal. La *figure 5*, obtenue par l'action successive du chloroforme et de l'alcool, avec coloration ultérieure à l'hématoxyline chromotée, rend bien cet aspect.

En dehors de la rétraction et de la varicosité des prolongements nerveux qui ont attiré l'attention de certains auteurs, ce qui frappe le plus, c'est la forme sphérique que prend le noyau, puis sa coloration intense par l'hématoxyline, comme si les granulations chromatiques s'étaient tassées les unes contre les autres en expulsant le nucléoplasma.

Nous devons faire remarquer que toutes les cellules nerveuses ne se présentent pas simultanément avec cette modification d'un noyau sphérique et fortement coloré. Les premières qui présentent cet aspect sont les cellules les plus petites. On sait que, chez l'homme, les cellules nerveuses sont hiérarchisées au point de vue de l'atteinte chloroformique. Les cellules psychiques et médullaires sont touchées d'abord : c'est la période d'anesthésie chirurgicale; les cellules bulbaires, qui président aux réflexes essentiels de la vie, ne sont touchées qu'en dernier lieu. La chloroformisation chez les gastéropodes pulmonés aquatiques paraît agir de même.

Dans un travail ultérieur, nous essaierons d'expliquer le mécanisme des phénomènes intimes qui se passent dans les cellules nerveuses sous l'influence de l'anesthésie.

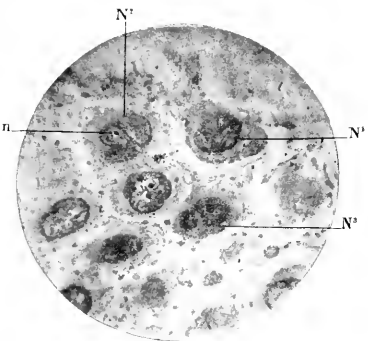


FIG. 1

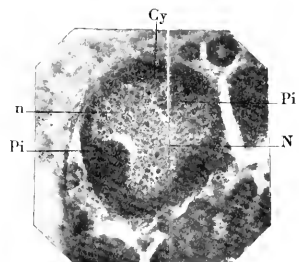


FIG. 4.

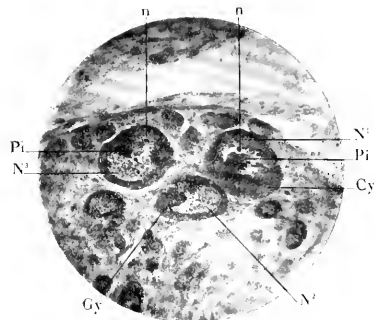


FIG. 2



FIG. 3

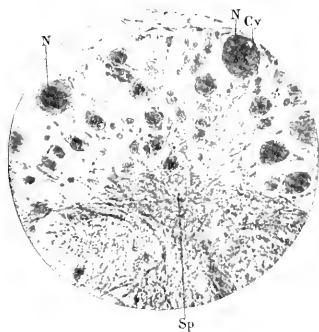


FIG. 5.

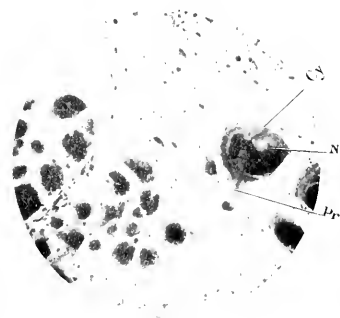


FIG. 6.

CELLULES NERVEUSES CHEZ *LIMNAEA STAGNALIS*

Figures 1, 2, 3, 4 et 6. Cellules nerveuses traitées par les fixateurs ordinaires. — Figure 5. Action du chloroforme et traitement consécutif par l'alcool. N, N', N'', N', noyaux, n, nucléoles, Pi, pinceaux chromatiques, Gy, cytoplasme, Gr, granulations pigmentaires, Pr, prolongement cylindrique, Sp, substance ponctuée

VII

FIBRES ET FIBRILLES MUSCULAIRES STRIÉES

DU MANTEAU DE *SEPIA OFFICINALIS*

PAR

Le D^r LAFITE-DUPONTLicencié ès sciences naturelles, chef des travaux anatomiques
à la Faculté de Médecine de Bordeaux.

Les muscles des mollusques sont en général composés de fibres lisses. Des fibres striées ont été cependant signalées depuis longtemps par Lebert (*An. Sc. nat.*, 1850) dans le muscle rétracteur du pied chez le Pecten. Le fait est aussi consigné dans Milne-Edward (t. X, p. 450) et Wagner (*Der Vergt. Anat.*, t. II, p. 470).

Depuis, nombre d'auteurs, tels que Coutance, Jhering, Knoll, Schwalbe, ont signalé dans le muscle adducteur des bivalves des fibres striées. Ces quatre derniers auteurs seuls sont signalés dans Engelmann (*Arch. Pflüger*, t. XXV, p. 56').

Dans son *Traité d'Histologie*, Leydig (p. 148), étudiant l'utérus des Helminthes, vit qu'il contenait des fibres musculaires striées et il remarqua qu'il existait certaine relation entre l'existence des stries musculaires et la qualité de la contraction, qui acquérait force et rapidité.

Notre maître, le professeur Jolyet, inscrivant la contraction des muscles des mollusques, remarqua, chez *Sepia officinalis*, une forme de la courbe de la secousse, qu'il ne put attribuer simplement à l'effet de la contraction des fibres lisses; aussi fut-il amené à penser qu'il devait exister dans le muscle de cet animal des fibres striées. C'est donc sous son instigation que nous avons commencé l'étude de ce muscle et de ceux

d'autres mollusques. Nous voulons seulement ici consigner quelques résultats de nos premières recherches faites à ce sujet.

Le muscle de la sèche est formé de couches d'épaisseurs variables d'éléments divers. Ces couches s'entre-croisent régu-

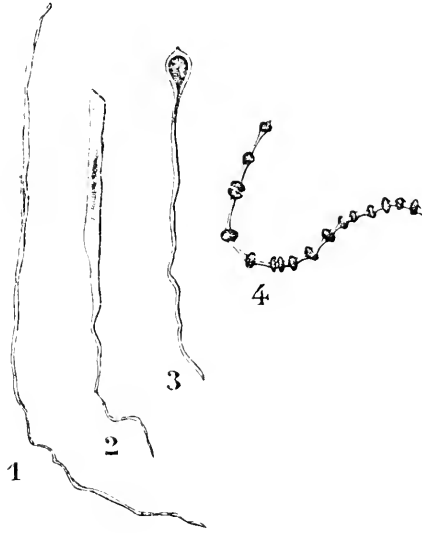


FIG. 1, 2, 3 et 4.

lièrement dans les trois plans de l'espace et sont, par conséquent, perpendiculaires entre elles.

Les éléments qui composent chaque couche sont variés. Ceux qui sont en plus grand nombre sont des fibres musculaires lisses, très longues, et rubanées, avec une masse de protoplasma central, allongé, granuleux, et un noyau ayant pris part à l'allongement. Ce sont là les fibres lisses ordinaires (*fig. 1*).

La deuxième variété d'élément est représentée par des fibres moins allongées que les précédentes, ayant une même forme. Rubanées et contournées sur elles-mêmes à l'état libre, ces fibres se terminent d'un côté par une extrémité globuleuse, en forme de poire, dont la queue se continuerait par la fibre. Dans cette globulosité, on distingue une couche externe mince, peu colorée, qui semble se continuer avec la fibre

rubanée et se colore peu, comme cette dernière, par le picro-carminate ou l'éosine. Quant à la zone centrale, elle se colore fortement en rouge par le picro, et rouge violacé par l'éosine et l'hématoxyline. Cette extrémité pyriforme se termine par un petit bouton de substance analogue à la substance externe. Dans quelques-unes de ces extrémités ou à l'union de l'extrémité pyriforme avec la fibre, on trouve un noyau allongé (*fig. 2*).

Une troisième forme d'élément est analogue à celle décrite par Schwalbe chez les bivalves. Ces fibres, plus grosses et moins longues que les précédentes, se terminent plus ou moins régulièrement en pointe vers une extrémité; vers l'autre, elles deviennent plus grosses et présentent une striation oblique très accusée chez quelques-unes. Mais il nous a semblé voir que cette striation est spirale autour de la fibre. Elle est sur une face de la fibre dans le sens opposé à celle de l'autre face, et il faut faire varier le point du microscope pour bien voir alternativement l'une ou l'autre de cette striation que Schwalbe avait cru double sur chaque face. C'est du reste ainsi que Jourdan (*Rev. gén. Sc.*, 1895) les représente et les décrit (*fig. 3*).

Enfin, par des dissociations, nous avons trouvé de véritables fibrilles striées. Disons tout de suite qu'elles paraissent être en très petit nombre. Après de nombreuses dissociations, faites avec des méthodes diverses, nous n'avons pu les découvrir. Seule, la dissociation de coupes nous les a montrées.

Elles atteignent plusieurs centimètres. Nous n'avons pu déterminer leur longueur, n'ayant pas sûrement vu leurs extrémités. Elles nous ont apparu isolées, et nous ne savons rien sur leur origine et leur composition en faisceau.

La dissociation faite au picro-carmin a fait apparaître des disques obscurs bien colorés, mais remarquables par leur pauvreté dans la fibre par rapport au disque clair qui forme un cordon grêle à peu près incolore. Ainsi constituée, la fibrille figure assez bien une tige de bambou où les nœuds, peu nombreux, représentent les disques obscurs (*fig. 4*).

Le disque clair s'évase légèrement en atteignant le disque obscur. Celui-ci se présente sous la forme d'un petit rectangle dont les deux dimensions, longueur et largeur, sont

presque égales; il peut varier légèrement de forme et être plus ou moins aplati sur la même fibrille, suivant les points considérés. On peut voir ces disques obscurs être très rapprochés ou éloignés les uns des autres; souvent, deux sont côté à côté, séparés seulement d'une bande claire. En résumé, la fibrille n'a pas une configuration régulière, l'ordonnance des disques obscurs n'étant pas la même dans les différents points; mais la forme des disques obscurs paraît peu variable, et leur répartition semble surtout être la cause de l'irrégularité de la fibrille.

La mensuration des disques a donné les résultats suivants :

Longueur du disque clair	5 μ à 10 μ .
Longueur du disque obscur.	3 μ à 3 μ 75.
Diamètre du disque clair.	1 μ 5 à 1 μ 875.
Diamètre du disque obscur.	2 μ 1/2.

Ces résultats se rapprochent de ceux que Ranvier a obtenus avec la fibrille de l'hydrophile, mais les chiffres sont ici un peu inférieurs. Ils montrent que la fibrille de la Sèche est un peu plus petite que celle de l'insecte.

Nous nous contentons pour le moment de cette courte description des éléments, nous réservant d'étudier plus tard leur genèse et leur répartition dans le muscle.

Le fait surtout intéressant à consigner était la présence de véritables fibrilles contractiles à disques clairs et obscurs dans le manteau de Sepia.

Le professeur Jolyet, en étudiant la contraction de ce muscle, a pu prévoir l'existence de ces éléments striés, et, dans ce cas, la physiologie a pris le pas sur l'anatomie, qui est venue corroborer ses résultats.

VIII

REMARQUES SUR LA SUBSTANCE FONDAMENTALE

DE

CARTILAGE DES OS JEUNES DE TRITON ET DE CROCODILE

PAR

Le Dr LAFITE-DUPONT

Licencié ès sciences naturelles, chef des travaux anatomiques
à la Faculté de Médecine de Bordeaux.

La substance fondamentale de cartilage peut être encore le sujet de recherches, car le dernier mot n'a pas été dit sur sa constitution et son mode de nutrition. La divergence d'aspect qu'elle présente, sous l'influence des réactifs, conduit à des interprétations différentes sur sa structure intime et son développement.

L'anatomie comparée vient compliquer encore cette étude de l'histologie générale du cartilage.

Nous apportons ici quelques faits qui montrent les différences qui existent entre les cartilages appartenant à des animaux de deux groupes différents, mais voisins : un urodèle et un reptile, le Triton et le Crocodile.

Tous les deux étaient de jeunes sujets : le Triton mesurant neuf centimètres de long de la tête à l'extrémité de la queue ; le Crocodile donnant quarante-sept centimètres par la même mensuration.

Nous avons fixé et décalcifié les os frais par la solution forte de Flemming ou alternativement par la solution osmique à 1/100 et l'acide picrique très légèrement acidulé par l'acide chlorhydrique.

La coloration en masse à l'hématoxyline à l'eau a été suivie de la coloration sur lame à l'éosine à l'alcool. Les inclusions ont été faites à la paraffine et les coupes effectuées en séries.

Triton. — Les pièces très jeunes, les phalanges, ne sont pas encore ossifiées; à peine existe-t-il une zone d'ossification périostique très mince formant une bande rouge (noire dans la *figure 1*) sur les parties concaves du sablier que dessine la substance cartilagineuse. Celle-ci est colorée en violet à peu près uniformément dans les préparations où l'hématoxyline a agi assez longtemps. A ce stade, les capsules sont différentes comme dimension : relativement étroites vers la ligne d'articulation, elles s'agrandissent progressivement vers la diaphyse, et là, atteignent un diamètre quatre à cinq fois plus grand que sur la bande articulaire.

Celle-ci, du reste, est très peu distincte; à peine est-elle marquée par une zone de substance fondamentale de l'épaisseur d'une demi-capsule, restant incolore vers l'articulation. Au niveau seul où la surface articulaire rencontre la synoviale, on peut voir quelques rangées de capsules se soulever et former une masse dont la substance fondamentale incolore, se continue insensiblement avec la synoviale.

Comme coloration, la substance de cartilage présente une teinte à peu près uniforme, un peu plus accentuée vers l'extrémité de la pièce cartilagineuse et s'estompant très progressivement vers la diaphyse; dans cette région, se distinguent quelques lignes concentriques plus colorées autour des cellules.

La direction des capsules ne semble pas guidée par une règle absolue. A l'extrémité de la pièce, elles sont arrondies; quelques-unes seulement, ovales, à grand axe parallèle à la surface articulaire, mais sans ordonnance marquée; quelques-unes, vers le périoste, sont allongées longitudinalement.

A mesure que les capsules grandissent, c'est-à-dire en les considérant vers la diaphyse, elles ne changent point d'orientation, et on les trouve, à cet endroit, fortement élargies, ovales, allongées, mais indifférentes vis-à-vis de la disposition de leur grand diamètre.

En résumé, sur la pièce jeune, il semble que le cartilage se modifie seulement par l'agrandissement des capsules, sans

changement bien notable dans leur coloration et leur orientation.

Sur une pièce ayant subi l'ossification partielle, il en est tout autrement. Le cartilage diaphysaire se montre nettement formé de trois couches. Une première, près de l'articulation, une moyenne et une troisième vers la ligne d'ossification. Ces trois couches se distinguent par leur coloration, par l'orientation des capsules et par leurs dimensions (*fig. 2*).

Les couches externe et interne sont bien colorées en violet par l'hématoxyline. La première, uniformément; la seconde présente des couches concentriques plus ou moins bien dessinées. La zone moyenne, quoique colorée aussi, se montre cependant plus pâle.

Cette différence dans la coloration de la substance fondamentale, quoique légère, est remarquable parce qu'elle coïncide avec un changement dans l'orientation des capsules. Nous avons vu tout à l'heure que, sur une pièce ne possédant pas de ligne d'ossification, l'orientation était presque indifférente. Ici, les trois zones se distinguent en ce que la première est formée de cinq à huit couches de capsules à direction parallèle à la surface articulaire; la seconde, de trois à quatre couches de capsules à orientation intermédiaire; la troisième de trois à quatre groupes isogénétiques de capsules sériées. Quant à leur dimension, ces dernières augmentent de volume surtout vers la partie inférieure et méritent le nom de cartilage hypertrophié qu'a donné le professeur Retterer (*J. de Anat.*, sept. 1900) à la couche de cartilage calcifié des anciens auteurs. Cette dernière zone nous présente donc à la fois le cartilage sérié et le cartilage hypertrophié, sans distinction nette entre les deux couches.

Il faut donc retenir, chez le Triton, la présence de trois zones dans le cartilage, distinctes d'abord par l'orientation des capsules qui subissent de la première à la troisième un mouvement de rotation de 45° , mouvement qui s'établit dans une zone moyenne, dont la coloration par l'hématoxyline est bien moins intense que celle des deux autres. Remarquons que la progression n'est pas absolument brusque entre ces zones et que, de même que la coloration s'estompe de l'une à l'autre, la rotation des axes des capsules se fait progressivement.

Ajoutons que, dans certaines zones voisines de la ligne d'ossification, la substance fondamentale se décolore, mais la ligne de séparation entre le cartilage décoloré et celui qui a conservé sa coloration est irrégulière, festonnée. Cette irrégularité s'accroissant donne naissance à des granulations, qui sont les festons détachés de leur insertion sur la substance colorée. La capsule, ainsi formée d'une zone colorée irrégulière, festonnée ou présentant des granulations, a été signalée par le professeur Renaut dans son *Histologie* (p. 387). Elle se montre sous cet aspect dans le cartilage fraîchement fixé par l'osmium et coloré par l'hématoxyline. C'est du reste là notre mode de préparation; mais nous ferons remarquer que cette disposition appartient exclusivement à une zone de cartilage voisine de la ligne d'ossification. Nous avons donc deux sortes de substances cartilagineuses : l'une colorée et l'autre incolore, ou à peine colorée par l'hématoxyline en lilas très pâle. On peut les comparer aux deux substances hyaline et chromatique du professeur Renaut, la première se colorant en bleu violacé très pâle, tandis que la seconde se colore vivement en bleu.

Comme le reconnaît le professeur Renaut, l'apparition de substance chondrochromatique tient à certaines conditions de préparation.

Elle doit correspondre à un état spécial du cartilage. Aux endroits où elle apparaît, le cartilage se colore différemment, soit à cause de sa propre constitution, soit parce qu'il reçoit (comme le dit M. Renaut) la substance chondrochromatique qui, primitivement diffusée, se réfugie, sous l'influence des réactifs, dans ces points. Mais ces points chromatiques sont différents des autres; on ne peut comparer ce dépôt de substance chondrochromatique, dans le cartilage servant de substratum, à une cristallisation sur une substance inerte plongée dans une solution saline. Les points de ces dépôts ne sont pas indifférents, mais dépendent de l'état de cartilage en ces points.

Il nous a semblé que la substance colorée en bleu violet intense imprègne la substance fondamentale et disparaît près la ligne d'ossification (en se fractionnant, en masses arrondies) de la substance fondamentale persistante, laquelle se colore en lilas très pâle.

Crocodile. — Tandis que, chez le Triton, les trois zones que nous avons distinguées sont relativement peu nettes et par la coloration de la substance fondamentale et par la forme des capsules, chez le Crocodile, la différenciation en trois couches frappe tout de suite l'œil. La double coloration par l'éosine et l'hématoxyline les teinte, en effet, différemment. La première prend une couleur d'un beau rouge, la seconde reste incolore par une teinture moyenne et ne devient rose pâle qu'en faisant persister l'action de l'éosine. Quant à la troisième, l'hématoxyline la teint en bleu violacé foncé (*fig. 3*).

L'épaisseur de ces couches est très différente. L'externe présente cinq fois environ l'épaisseur de la suivante. C'est elle qui forme la plus grande épaisseur du cartilage de l'épiphyse. Les capsules sont petites, formées par des ovales allongés, tangentiellement placées par rapport à la surface épiphysaire. La substance fondamentale est très développée par rapport à la dimension des capsules, qui sont très séparées les unes des autres.

La couche suivante, couche sans coloration, est formée de capsules isogènes : c'est du cartilage sérié en groupes isogènes de quatre ou cinq éléments empilés. La série des éléments est perpendiculaire à la direction des capsules de la couche sus-jacente. Sur le bord de l'épiphyse, la direction normale persistant, cette couche s'incline et arrive à confondre, par sa direction, ses éléments avec ceux du périoste (*fig. 4*).

La troisième couche est formée d'éléments de dimensions beaucoup plus considérables, ovales, à grand diamètre allongé, cinq à six fois plus longs que les éléments de la couche précédente.

La substance fondamentale est teinte en bleu violet intense, avec des zones plus colorées vers le centre.

Nous voyons donc, chez le Crocodile, trois zones bien distinctes dans le cartilage épiphysaire. Une zone périphérique à petite cellule à grand développement de substance fondamentale bien coloré en rouge par l'éosine. Une zone moyenne de cartilage sérié, à capsules plus grandes, à substance fondamentale formant des travées étroites et colorées difficilement par une longue action de l'éosine.

La zone interne représente le cartilage nommé hypertrophié

de M. Retterer, désigné par les autres auteurs sous le nom de cartilage calcifié.

En résumé, chez le batracien, comme chez le reptile, nous distinguons dans la substance fondamentale trois zones à réactions histologiques différentes.

Chez le Triton, nous ne notons qu'un degré différent dans la coloration : la zone moyenne étant moins teintée que les deux autres sous l'influence de l'hématoxyline.

Chez le Crocodile, les zones se colorent différemment : la première, en rouge par l'éosine; la seconde, nullement ou très difficilement et très faiblement en faisant prolonger l'action du réactif; la troisième se teinte en violet bleu par l'hématoxyline.

Ces trois zones correspondent dans les deux cas à des différences de configuration des chondroblastes.

La zone supérieure correspond aux capsules ovales à grand axe perpendiculaire à l'axe de la pièce osseuse. La zone inférieure est formée par les capsules de cartilage hypertrophié à grand axe parallèle à l'axe de l'os, et étant, par conséquent, dans une direction perpendiculaire à la première. Or, cette version de 45° s'effectue dans la zone moyenne, dont la caractéristique est d'être réfractaire aux réactifs colorants.

Ces différentes réactions histochimiques de la substance fondamentale, liées à des modifications dans la forme et l'orientation des chondroblastes, indiquent des changements dans la composition chimique de la substance de cartilage et sont une preuve de sa nutrition interne, dont le mécanisme est encore obscur.

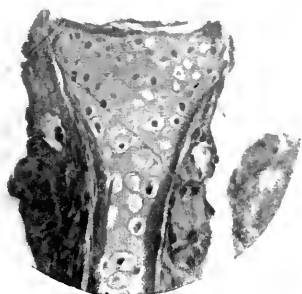


FIG. 1.
Phalange de Triton
(Fort grossissement.)



FIG. 3.
Epiphyse de fémur de jeune Crocodile.
(Faible grossissement.)

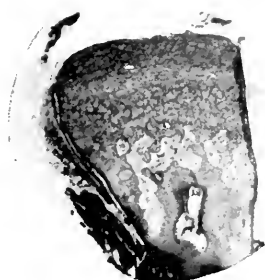


FIG. 2.
Epiphyse de tibia de Triton.
(Faible grossissement.)

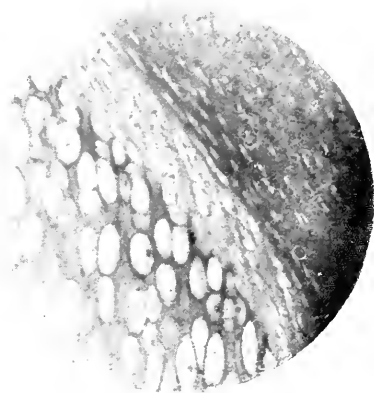


FIG. 4.
Epiphyse de fémur de jeune Crocodile.
(Fort grossissement.)

IX

CONTRIBUTIONS A L'ÉTUDE

DE LA

PHYSIOLOGIE COMPARÉE DE LA CONTRACTION MUSCULAIRE

CHEZ LES ANIMAUX INVERTÉBRÉS

PAR

F. JOLYET et J. SELLIER

INTRODUCTION

Nous nous sommes proposés dans ce travail, de même que dans ceux qui seront ultérieurement publiés par nous sur la même question, de faire l'étude graphique générale de la secousse et du tétanos musculaire physiologique, principalement chez un certain nombre d'animaux invertébrés et vertébrés marins appartenant à divers groupes zoologiques.

Plus tard, par la comparaison des phénomènes observés et des organes qui les manifestent avec ceux des animaux supérieurs, chez lesquels ils ont été mieux étudiés, nous comptons pouvoir tirer quelques déductions générales relatives à la physiologie et à l'histologie comparées du muscle.

Chez les invertébrés, qui nous occuperont uniquement dans le présent travail, le système musculaire est constitué, comme chez les animaux supérieurs, par des muscles lisses et par des muscles striés en travers. On peut se demander si les différences essentielles que l'on connaît chez les animaux vertébrés, sous le rapport de la promptitude du mouvement, toujours en harmonie avec la différence de structure, existent avec les mêmes caractères chez les animaux inférieurs. Il y a lieu

aussi de savoir si, à la double striation oblique des fibres de passage (1), signalées chez beaucoup d'invertébrés, ne sont pas liées des propriétés particulières de mouvement.

La striation révélant certaines propriétés physiologiques des muscles en rapport avec la rapidité de la contraction, inversement l'étude physiologique de la contraction pourra en indiquer à son tour les caractères morphologiques.

Le présent mémoire est une étude graphique et physiologique de la contraction musculaire.

Tous les tracés ont été obtenus sur des animaux normaux, venant d'être recueillis, et aux températures normales de l'habitat, variant par conséquent de 10° à 15°. Ce n'est que tout à fait accessoirement que nous avons recherché l'influence de la température, de la fatigue, de l'intensité des excitations; ces dernières étaient toujours choisies juste suffisantes à produire leur effet, avec un poids tenseur proportionné au volume et à la force du muscle expérimenté.

Des travaux assez nombreux sur la physiologie de la contraction musculaire ont été déjà publiés. Quelques-uns de nos résultats ne seront donc pas nouveaux.

Toutefois, il nous a semblé qu'il y avait lieu de reprendre aussi dans un travail d'ensemble les recherches déjà faites, en les complétant et les précisant.

La plupart des résultats connus ont été obtenus par des expérimentateurs différents, avec des méthodes diverses et parfois défectueuses.

Une étude générale permettant d'établir des faits parfaitement comparables est donc encore utile.

TECHNIQUE ET CRITIQUE EXPÉRIMENTALE

La technique générale de nos expériences est celle employée par tous les physiologistes pour l'étude graphique de la secousse et du tétanos musculaires physiologiques.

Nous nous sommes toujours servi du grand appareil enre-

(1) Ces fibres ont été rencontrées chez les échinodermes, quelques vers, et parmi les mollusques, chez les lamellibranches, les gastéropodes et les céphalopodes.

gistréur de Marey, à régulateur Foucault, avec ses cylindres ayant quarante-deux centimètres de circonférence, placés sur l'axe approprié de grande, petite ou moyenne vitesse, suivant les nécessités de l'expérience. D'ailleurs, les tracés que nous donnons portent toujours les indications du temps, en secondes ou fractions de seconde, marquées au moyen de diapasons de 100 VD, 100 VS, 10 VS, selon l'axe de vitesse employé.

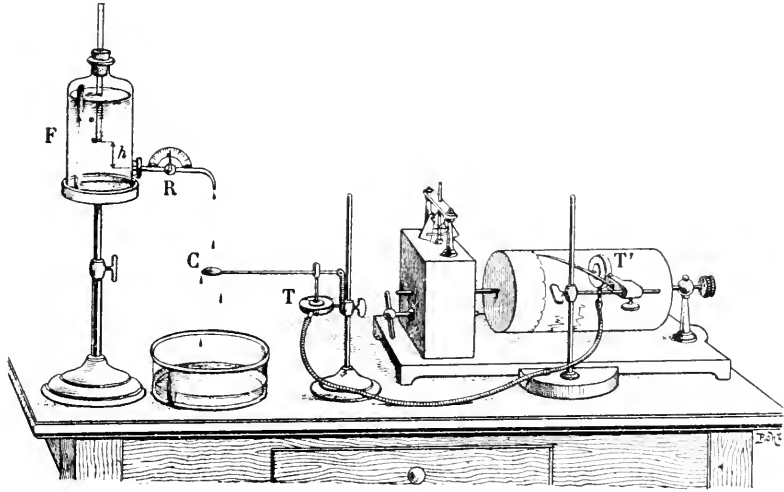


FIG. 1.

Pour l'inscription des temps sur le cylindre placé sur l'axe de petite vitesse, on peut se servir avec avantage de la *méthode stalagmochronographique* récemment décrite par M. Sigalas, qui a utilisé l'*isochronisme de la chute des gouttes d'un liquide s'écoulant par un orifice étroit sous une charge constante*.

La figure 1 ci-jointe fait comprendre aisément le dispositif simple de M. Sigalas : T et T' sont deux tambours de Marey conjugués ; C une petite cupule, à convexité supérieure, sur laquelle viennent frapper les gouttes qui tombent du flacon de Mariotte F. Le réglage se fait facilement en agissant : 1° sur le tube du flacon qui permet de faire varier la charge *h* ; 2° sur le robinet R, dont la clé est munie d'un levier, déplaçable sur un cercle divisé, grâce auquel on peut produire des variations lentes et progressives de la lumière du tuyau de sortie.

Pour des vitesses d'écoulement ainsi réglées à 1, 2, 3, 5... gouttes par seconde, les oscillations reproduites sur le tracé correspondent

évidemment à $1''$, $\frac{1''}{2}$, $\frac{1''}{3}$, $\frac{1''}{5}$...

Les myographes utilisés ont toujours été des myographes isotoniques en rapport avec les muscles ou portion de muscles des animaux expérimentés. Pour le muscle de la pince des crustacés, c'est la pince même qui a formé la partie fondamentale du myographe, comme il a été fait déjà avant nous.

C'est le raccourcissement du muscle, d'une façon générale, qui a fourni nos courbes musculaires. Quelquefois, cependant, c'est le gonflement du muscle qui a été enregistré. C'est en particulier le cas du muscle adducteur du Pecten qui, très court, épais et friable, se prête, par ce procédé, beaucoup mieux à l'expérience, surtout pour l'étude du tétanos. Le muscle, dans ce cas, est isolé et simplement saisi entre les cuillerons du cardiographe de Marey.

Procédés d'excitation des muscles. Causes d'erreur qui peuvent en résulter. Choix d'un procédé. — Tous les physiologistes connaissent les inconvénients qu'il y a d'employer les courants interrompus de la bobine d'induction pour la production du tétanos musculaire physiologique, et cependant, c'est le mode le plus généralement employé dans les expériences sur le muscle ou sur son nerf.

Ce procédé est défectueux, en ce sens que la bobine d'induction donne deux ondes, l'une de clôture et l'autre d'ouverture, d'inégale intensité et qui, de plus, se succèdent à des intervalles inégalement espacés, l'onde forte d'ouverture étant plus rapprochée de l'onde de fermeture que celle-ci ne l'est de l'induit de fermeture qui suit, lorsqu'on fait usage du courant interrompu par le trembleur.

On voit de suite que, par ce procédé d'excitation, la détermination du nombre des excitations induites nécessaires à la production du tétanos musculaire physiologique devient assez difficile et souvent erronée, exposé qu'on est à compter comme actifs les courants induits de fermeture alors qu'ils n'auront pas agi, ou inversement. Commencerait-on l'expérience avec un courant faradique choisi de telle façon que l'onde d'ouverture soit seule suffisante à produire la secousse, qu'on ne serait autorisé pour cela à éliminer du dénombrement des excitations tétanisantes celles de fermeture, celles-ci, inefficaces au début, ayant pu agir ensuite du fait de l'augmenta-

tion d'excitabilité du muscle. Inversement, il pourrait se faire aussi que l'induit de clôture choisi efficace, doive être décompté parce que dans la succession très rapide des deux courants de clôture et d'ouverture les deux excitations qu'ils produisent auront agi comme une seule excitation plus forte. On voit donc qu'avec les courants interrompus de la bobine, on peut, dans l'appréciation du nombre des excitations nécessaires à la production du tétanos, commettre une erreur de moitié.

Il est donc indispensable pour appliquer au muscle des excitations rythmées bien égales entre elles, en intensité

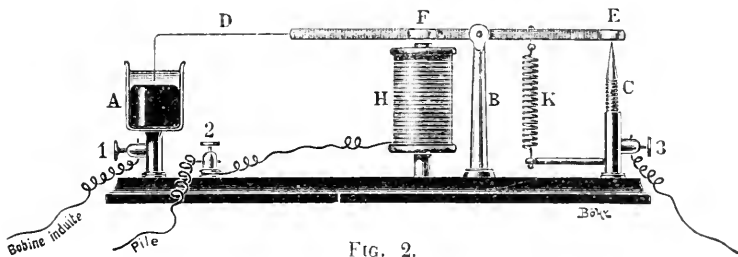


FIG. 2.

comme dans le temps, d'avoir recours à un autre procédé, ou, si l'on conserve l'appareil à chariot d'induction, de ne faire agir sur le muscle que l'onde d'un certain sens.

Sans doute, l'emploi du condensateur est préférable à tout autre mode d'excitation : les décharges de cet appareil sont rigoureusement égales, et on en peut faire varier l'intensité et le nombre à volonté. Toutefois, comme l'appareil à chariot d'induction est dans tous les laboratoires, à tous les moments à la disposition de l'expérimentateur; que s'il ne permet pas des mesures aussi rigoureuses et précises que le condensateur (mesures qui, en pareille matière, sont souvent illusoire), il est, en revanche, d'un maniement beaucoup plus simple et pratique, c'est lui qui nous a servi dans nos expériences, mais en n'employant que l'induit d'ouverture.

Pour ne faire agir sur le muscle que l'onde d'un certain sens, divers appareils sont à la disposition du physiologiste, par exemple les appareils à rotation, qui se prêtent très bien à cet usage. Le dispositif suivant, qui nous a servi et qui depuis longtemps est employé par l'un de nous, est plus pratique encore. La *figure 2* de cet appareil, construit par

Gaiffe, en fait comprendre le fonctionnement très simple : L'instrument se compose essentiellement d'un petit électro-aimant H fixé, comme toutes les parties de l'appareil, sur une planchette d'ébonite, et dont les fils aboutissent à deux bornes, dont une seulement (2) est représentée sur le dessin, et d'une armature de fer doux F fixée sur un levier en aluminium oscillant sur deux pivots à pointe B. Les excursions du levier, qui sera rappelé par le ressort métallique K, sont limitées et réglées par la vis C. Les fils de l'électro sont intercalés dans le circuit de pile de la bobine inductrice du grand appareil à chariot de Tripier, qui permet de faire varier très facilement le rythme des interruptions du courant. La longue branche du levier F est terminée par le fil D de platine, qui la prolonge en augmentant l'amplitude de ses oscillations; son extrémité, recourbée à angle droit, pénètre dans la cavité du godet métallique A contenant du mercure. La tige à vis qui supporte le godet est vissée plus ou moins dans la planchette d'ébonite, ce qui permet de placer la surface du mercure à la distance voulue (quelques millimètres) de la pointe du fil de platine recourbé, l'appareil étant au repos; tandis que, par la vis C, on peut régler d'autre part l'excursion du levier, de manière à ce que, le courant étant fermé, la pointe de platine plonge de quelques millimètres dans le mercure.

Ceci dit, une des extrémités du fil de la bobine induite est reliée à la borne 1, tandis que l'autre extrémité est reliée par l'intermédiaire du muscle à exciter à la borne 3. Or, on voit que le circuit induit est ouvert au moment de la fermeture du courant de pile; qu'il est fermé, au contraire, au moment de l'ouverture du courant inducteur. Par ce moyen, l'excitation induite de fermeture est donc supprimée : l'induit d'ouverture agira seul sur le muscle, et ainsi se trouve écartée une des causes d'erreur qu'on est exposé à commettre dans la détermination du nombre des excitations nécessaires à produire le tétanos d'un muscle donné.

Nécessité de l'inscription du TEMPS sur les tracés. Causes d'erreurs résultant de cet oubli. — L'étude de la contraction musculaire est, on peut le dire, une étude absolument *graphique*, à tel point que le texte d'un travail expérimental sur

ce sujet, qui ne serait pas accompagné des tracés obtenus dans les expériences, serait presque incompréhensible. On peut même aller plus loin et dire que la lecture d'un travail sur la contraction musculaire devrait être une *lecture* de tracés. Mais, pour cela, il faut que ceux-ci comportent toutes les indications nécessaires à leur compréhension et à la vérification des faits annoncés, avec simplement au-dessous, comme légende, le nom du muscle et de l'animal qui l'a fourni, le texte faisant connaître les conditions particulières de l'expérience et le but proposé.

Il en est bien rarement ainsi, et presque toujours quelques indications nécessaires à la lecture des tracés font défaut et souvent manquent également dans le texte. Dans un certain nombre de cas même, les tracés, mal reproduits par le graveur et acceptés sans vérification, sont en opposition avec les explications du texte, et deviennent alors plus nuisibles qu'utiles.

Une des indications nécessaires, qui fait souvent défaut sur les tracés et aussi dans le texte, et rend ainsi impossible pour le lecteur le contrôle des faits annoncés, c'est l'indication exacte du temps, ou du chemin parcouru par seconde ou fractions de seconde par le papier enfumé. Cet oubli a été certainement la cause, avec celle que nous indiquions plus haut, de résultats erronés fournis sur la durée de la secousse musculaire, ainsi que dans l'évaluation du nombre des excitations tétanisantes nécessaires à produire la fusion des secousses des muscles.

Pour bien montrer l'importance qu'il y a à mettre sur les tracés les indications nécessaires à leur lecture, et à vérifier avec la plus grande attention leur exactitude, nous allons prendre quelques exemples à des travaux sur le muscle dus aux physiologistes les plus éminents.

Dans son important ouvrage sur *le Mouvement dans les fonctions de la vie*, M. Marey donne deux tracés (p. 374, fig. 118 et 119) reproduits dans tous les traités sur la physiologie du muscle, pour montrer que, plus nombreuses sont les excitations et les secousses d'un muscle, plus leur fusion est complète pour la formation du tétanos. A cet effet, un même muscle est soumis dans un cas (fig. 118) à 10 excita-

tions environ par seconde (indication du texte), dans l'autre (*fig. 119*) le muscle est soumis à des excitations deux fois plus fréquentes, c'est-à-dire à 20. Comme les tracés portent l'inscription du diapason 100 VD, on peut contrôler. Or, on trouve que, en 100 VD ou en une seconde, il y a dans le premier cas 16 secousses non fusionnées, et 32 dans le second cas, au lieu des 10 et 20 indiquées dans le texte. Donc, erreur d'un côté ou de l'autre. Mais il y a lieu de croire que les tracés ont été obtenus sur un muscle de la grenouille au moyen du régulateur Foucault, dont le cylindre a quarante-deux centimètres de circonférence; comme, d'autre part, le muscle de la grenouille est téтанisé d'emblée avec 32 excitations par seconde; que les 100 VD ou une seconde occupent un espace de huit centimètres environ, qui est le chemin parcouru par le cylindre placé sur l'axe de moyenne vitesse en deux secondes, on doit remplacer sur les tracés l'indication inexacte VD 100 par celle de 50 VD, pour qu'il y ait corrélation entre les indications du texte et celles des tracés.

Prenons, plus loin, la *figure 122* de fusion graduelle des secousses du biceps de l'homme par fatigue du muscle. Ce tracé, qui ne porte pas l'inscription du temps, indique, par seconde, environ 13 secousses incomplètement fusionnées, avant que la fatigue ne les fusionne complètement, à supposer le cylindre à l'axe de moyenne vitesse. M. Ch. Richet, qui reproduit ce tracé dans sa *Physiologie des muscles et des nerfs* (p. 111, *fig. 41*), ajoute dans la légende de la figure : *vitesse maximum du cylindre*. Dans ces conditions, le biceps fatigué pourrait donner 80 secousses non encore fusionnées en une seconde, ce qui n'est pas, loin de là, même pour le muscle non fatigué. Dans la *figure 122* de l'ouvrage de M. Marey, c'est donc la mention *moyenne vitesse du cylindre* qu'il faut appliquer au tracé. Il aurait été assurément préférable qu'elle y fût inscrite, d'autant mieux que ce tracé est précédé d'un autre (*fig. 121*), également de téтанos par fatigue, sans mention du temps non plus, mais qui, certainement, a été obtenu sur le papier du cylindre placé sur un autre axe, celui de petite vitesse.

Même incertitude relativement au temps dans les tracés de téтанos musculaires publiés dans l'ouvrage, signalé ci-dessus, de M. Ch. Richet. La *figure 38* de la page 106 montre que

les mêmes excitations rythmées qui tétanisent le muscle de la pince de l'écrevisse, ne produisent qu'un tétanos incomplet du muscle de la queue. Pas d'indication de la vitesse du cylindre. Si on suppose celui-ci placé sur l'axe de moyenne vitesse, on trouve que le muscle caudal peut donner soixante secousses non fusionnées en une seconde. Mais (page précédente) le chiffre de quarante excitations par seconde est indiqué pour produire le tétanos parfait de ce muscle. Le tracé a donc été pris avec le mouvement lent du régulateur, et il n'indique plus alors que dix secousses dans le même temps. C'est donc que le chiffre de quarante excitations indiqué pour produire le tétanos du muscle caudal est très exagéré, puisque, avec une dizaine d'excitations, la fusion des secousses est déjà très marquée vers la fin du tracé. Mêmes remarques pour le tracé de la *figure 44*. La conclusion de tout cela c'est qu'il faut enregistrer simultanément avec le tracé musculaire les inscriptions d'un diapason approprié.

C'est certainement aussi pour n'avoir pas observé cette règle d'expérience que M. Ranvier, dans son mémoire sur « Quelques points relatifs à l'histologie et à la physiologie des muscles striés » des *Travaux du laboratoire d'histologie de l'École pratique des Hautes Études de l'année 1874* (p. 6, *figure 2* et *3*), a été amené à dire et à figurer que le muscle blanc grand adducteur du lapin pouvait répondre au chiffre énorme de 357 interruptions du courant, par des secousses incomplètement fusionnées, la secousse de ce muscle ayant une durée inférieure à $\frac{1}{357}$ de seconde, et le muscle rouge, demi-tendineux du même animal, à 57 interruptions, alors que ces muscles sont tétanisés d'emblée par un nombre d'excitations de beaucoup inférieur.

Les mêmes remarques doivent être faites à propos du plus grand nombre des tracés publiés dans le travail de M. de Varigny : « Recherches expérimentales sur la contraction musculaire chez les Invertébrés. » Il est presque impossible d'obtenir des renseignements précis de ces tracés souvent très compliqués, qui ne portent pas d'indications, et doivent se lire dans un sens ou dans l'autre, sans qu'il soit dit, sans mention même, en général, de l'appareil qui a varié et dont on s'est servi.

Règles suivies dans nos expériences. — Pour nous résumer, voici les règles que nous avons constamment suivies, et que nous pensons qu'il convient de suivre pour éviter des erreurs d'expériences, faciliter l'interprétation des tracés, et permettre en même temps au lecteur le contrôle des résultats annoncés :

1° Pour la mesure du temps, inscription simultanément avec la courbe musculaire (secousse ou tétanos), des vibrations d'un diapason approprié à l'axe de vitesse employé : diapason de 100 VD pour la grande, 100 VS (50 VD) pour la moyenne ; diapason de 10 VS ou divisions du temps en secondes, pour la petite vitesse. C'est absolument nécessaire pour le contrôle de la rotation du cylindre qui peut varier d'une manière sensible, lorsqu'il est placé sur l'axe de grande vitesse, suivant que le mouvement d'horlogerie est remonté à fond ou non ;

2° Pour la mesure du temps perdu et la détermination du nombre des excitations tétanisantes, inscription simultanément, avec la courbe musculaire, des vibrations du signal électrique S, en s'assurant que les pointes écrivantes sont bien sur une même ^{l'axe de} abscisse. Dans le cas de l'emploi de la bobine, ne faire usage jamais que de l'onde d'un certain sens (ouverture dans nos expériences), seul moyen de ne faire agir sur le muscle que des excitations égales entre elles. Ces règles ayant été suivies, le lecteur a sous les yeux tous les éléments nécessaires à l'interprétation et à la lecture des tracés, ainsi qu'à leur contrôle. (La lecture des tracés se fait de gauche à droite, dans le sens de l'écriture ordinaire.)

EXPÉRIENCES

Les deux tracés suivants de la secousse du muscle de Müller chez le chien, et du gastro-cnémien de la grenouille sont destinés à montrer les différences essentielles que l'on connaît sous le rapport de la rapidité de la contraction des muscles lisses et striés des vertèbres, et à servir de termes de comparaison pour l'étude des graphiques qui suivront (1).

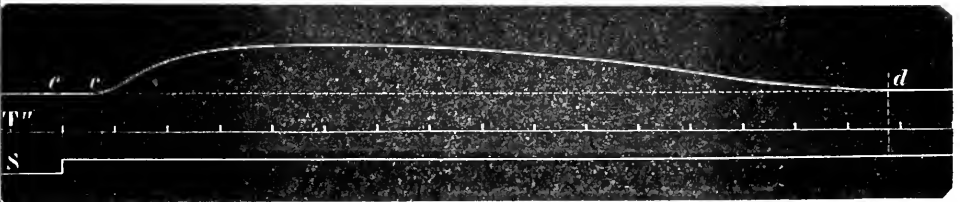


FIG. 3. — Chien. Secousse du muscle de Müller (2), avec ses différentes phases : temps perdu $c c = 0^{\prime\prime},60$; durée de la secousse $c d = 15^{\prime\prime}$; décontraction notablement plus longue que la contraction ; — T'' division du temps en secondes ; S signal.

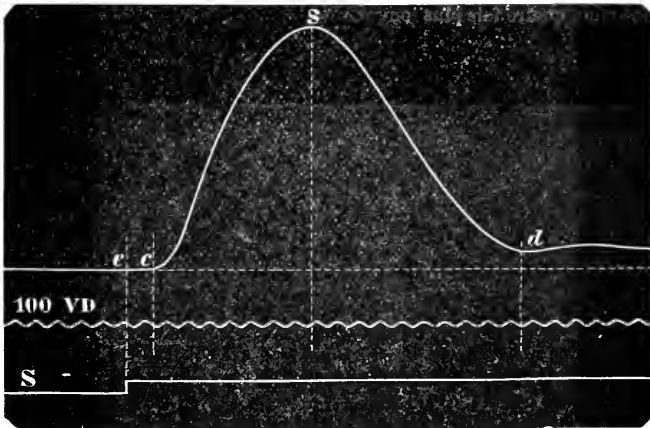


FIG. 4. — Grenouille. Secousse du muscle gastro-cnémien, et ses phases : temps perdu $c c = 0^{\prime\prime},01$; — durée de la secousse $c S d = 0^{\prime\prime},17$; — contraction $c S$ un peu plus brève que la décontraction $S d$.

(1) Pour cette comparaison, se rappeler les vitesses du papier du cylindre sur les trois axes :

1° De petite vitesse.....	7 ^{min} en 1 ^v
2° Moyenne.....	42 —
3° Grande.....	280 —

L'axe de moyenne vitesse tourne 6 fois plus vite que l'axe de petite vitesse, 40 fois plus vite que l'axe de grande vitesse.

(2) La courbe de la secousse a été obtenue en enregistrant chez le chien curarisé le mouvement de projection en avant du globe de l'œil, produit sous l'influence de l'excitation du nerf sympathique cervical. Ce muscle se prête mieux que tout autre à l'étude graphique du muscle lisse. (JOLYET.)

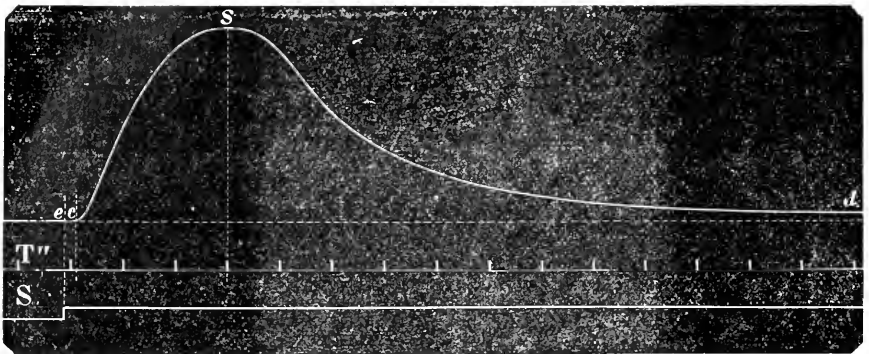


FIG. 5. — *Holothuria tubulosa*. Secousse d'une des bandes musculaires longitudinales; temps perdu $ec = 0^{\text{m}}.2$, a varié dans nos expériences entre $0^{\text{m}}.2$ et $0^{\text{m}}.4$ par des températures de 12° à 15° (en hiver, par des températures de quelques degrés au-dessus de zéro, il s'allonge beaucoup, ainsi que toutes les phases de la secousse). — Durée totale de la secousse $cd = 15^{\text{m}}$; période de contraction 3^{m} , décontraction quatre fois plus longue.

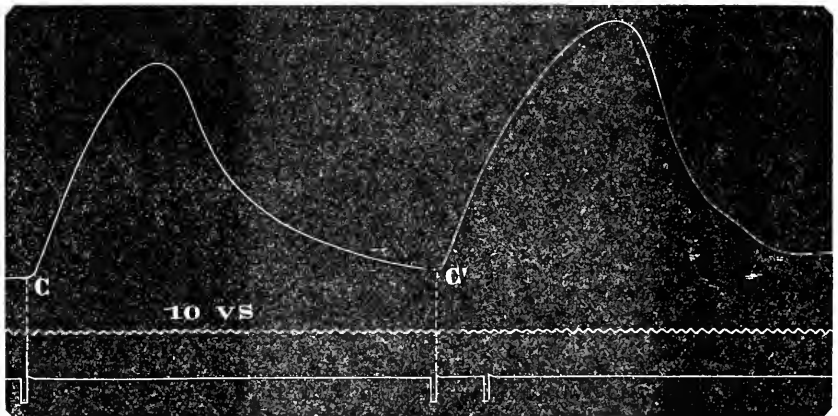


FIG. 6. — Autre *Holothurie*. Somme des secousses : en C, secousse simple par choc induit; en C', secousse plus grande résultant de deux excitations.

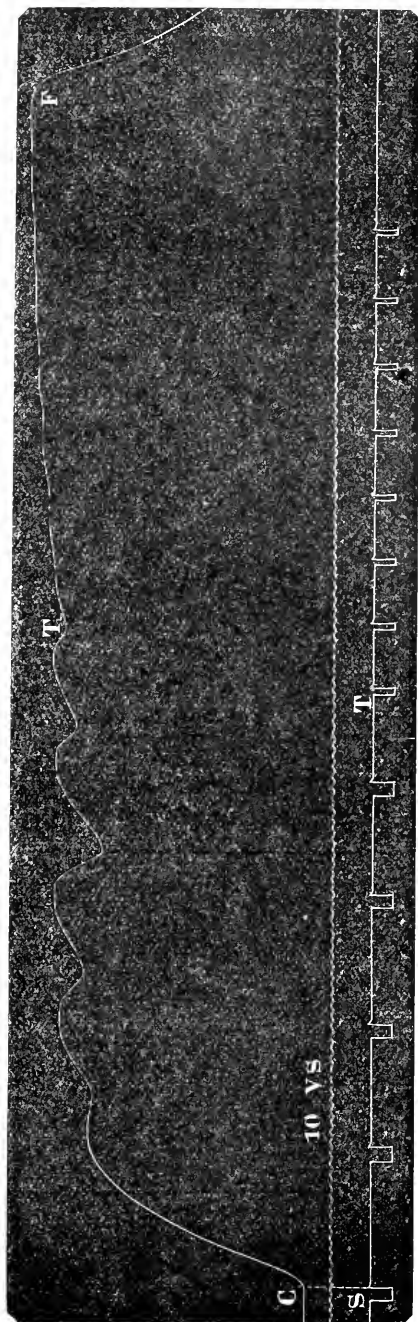


FIG. 7. — Même **Holothurie** que celle de la *figure 6*. Formation du télanos musculaire. De C à T, télanos musculaire très inoparfait produit par des excitations rythmées, une toutes les deux secondes environ. A partir de T, le rythme des excitations étant porté à une par seconde, on voit la fusion des secousses devenir presque complète. En F, chute du télanos musculaire près d'une seconde après la cessation des excitations.

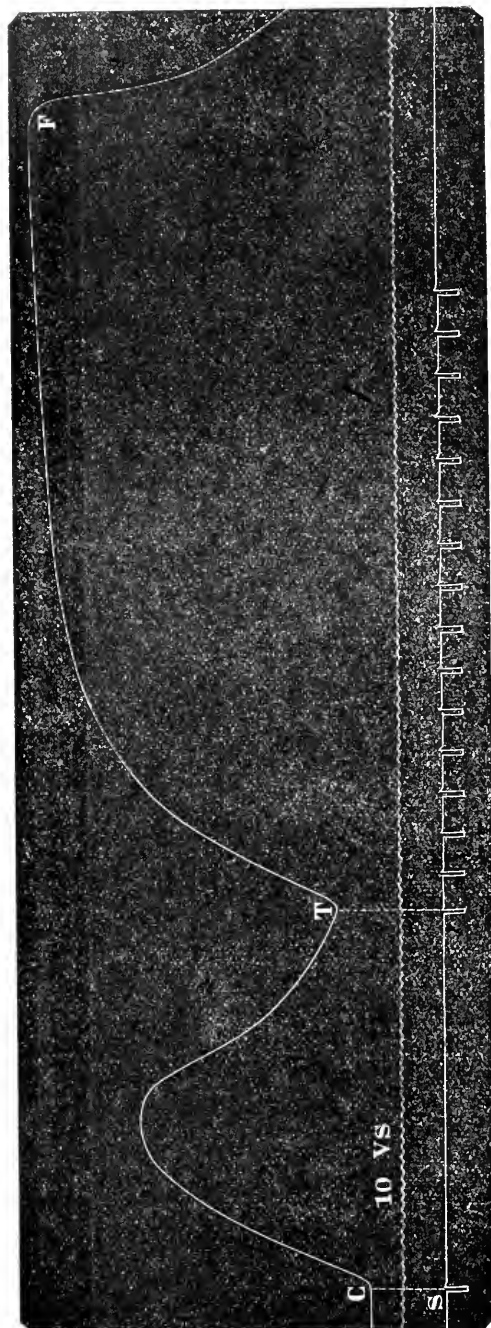


FIG. 8 — Même **Holothurie**. — Formation du téanos (suite). Après une secousse G, produite par le choc induit S, le muscle entre en téanos partiel d'emblée (T à F) sous l'influence d'excitations rythmées de deux par seconde environ.

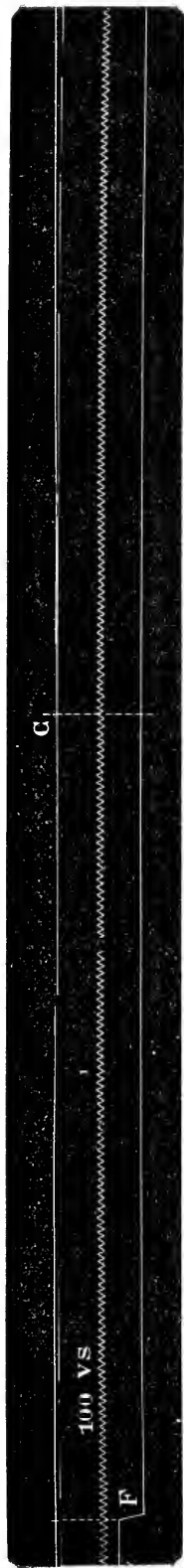


Fig. 9. — **Asterias rubens.** Secousse musculaire prise sur l'extrémité de l'un des rayons et produite par la fermeture d'un courant de pile F. Temps perdu très long 2^h 16; durée de la secousse plus de 10^h; amplitude à peine marquée. — A l'époque de la ponte et de la fécondation (avril), il y a une diminution marquée de la longueur de la secousse et de ses différentes phases.

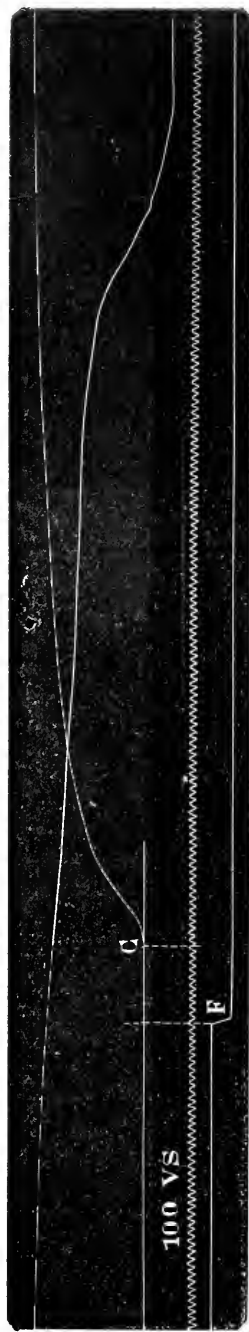


Fig. 10. — **Ascidia intestinalis.** Secousse musculaire du sac produite par la fermeture d'un courant de pile F (écrit mal ou pas au choc in hnt). Temps perdu de 0^h 2; durée de la secousse 13^h; contraction sensiblement égale à la décontraction.

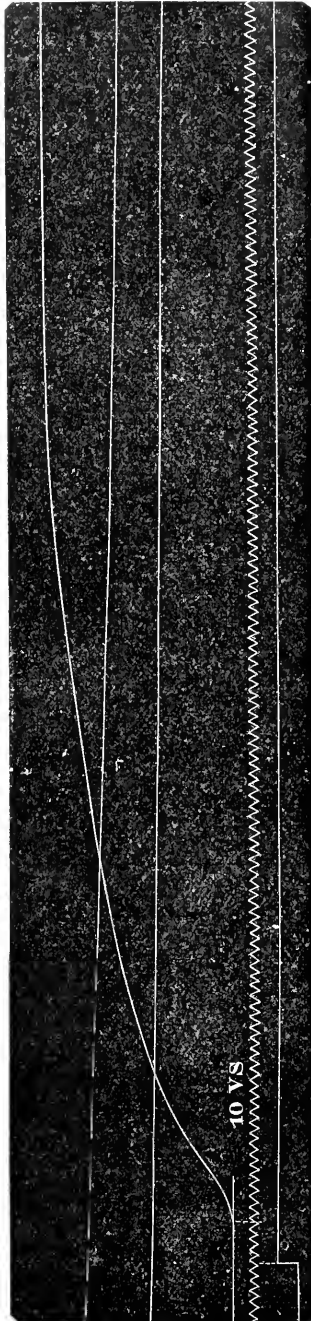


FIG. 41. — *Aplysia fasciata*. Secousse musculaire (manteau). Secousse de durée très longue pour toutes ses phases. Temps perdu de 0^v 8; période de raccourcissement de 15^v; période de décontraction de 4 à 5^v de durée.

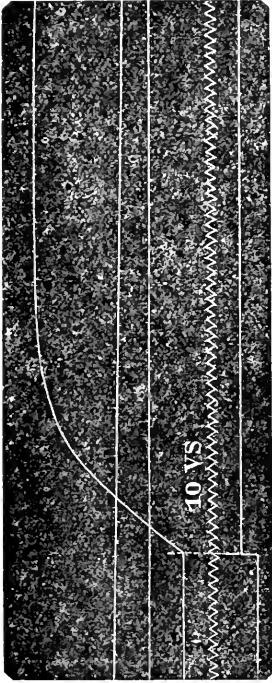


FIG. 12.

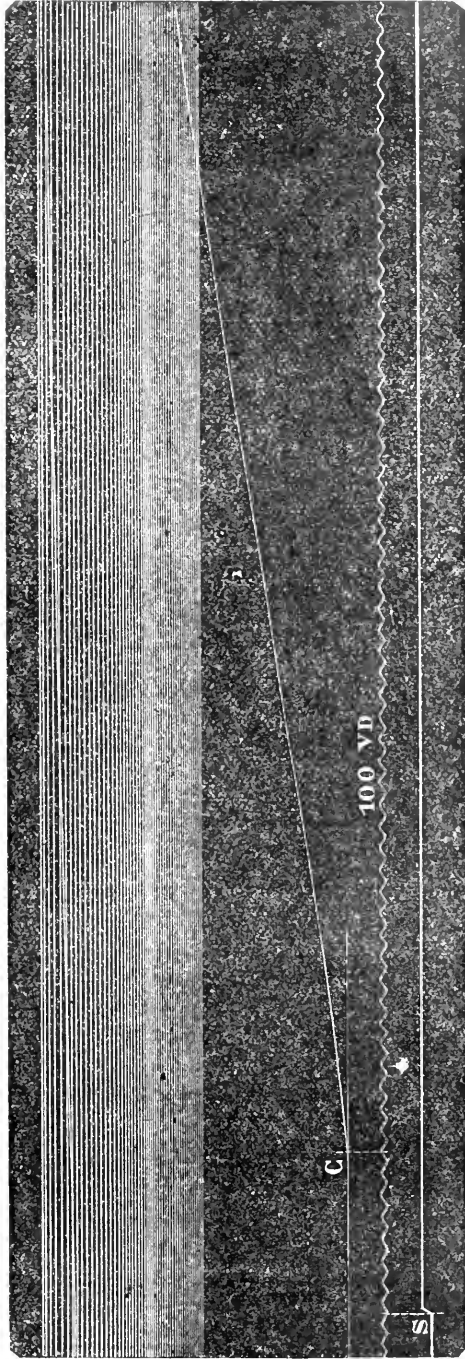


FIG. 12 bis. — *Allobophora* (1). Secousse d'une lambe musculaire longitudinale de la peau (*ad na*, FIG. 12). Temps perdu assez court de 0^h 07. Contraction d'une du côté de quelques secondes seulement, suivie aussitôt d'une décontraction lente et très forte, et qui se fait d'autant plus lentement que la décontraction est plus avancée, durant plusieurs minutes.

(1) Es, éca géante de lombricien, vivant dans le sable et la vase humide des alentours du lac de C. z. aux.

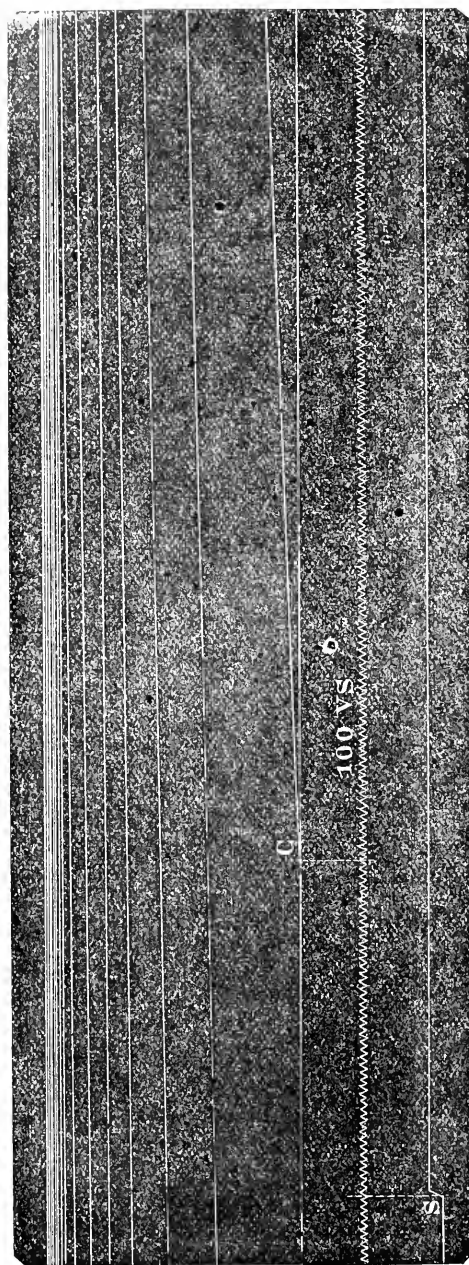


Fig. 13. — **Doris (Sp. ?)** Secousse musculaire du pied. Remarquer la forme tout à fait spéciale de la secousse. Après un temps perdu long de plus de 1", on voit la contraction du muscle s'effectuer progressivement, mais d'autant plus lentement que le muscle approche davantage de son maximum de raccourcissement. Cette phase de contraction *tonique*, très longue, dure plus de 5"; après quoi, le muscle commence sa décontraction également durable, qui n'a pas été marquée pour ne pas compliquer le tracé (voir plus loin, comme exemple de secousse analogue, le tracé de la *figure 22* de la secousse de Cassilaine).

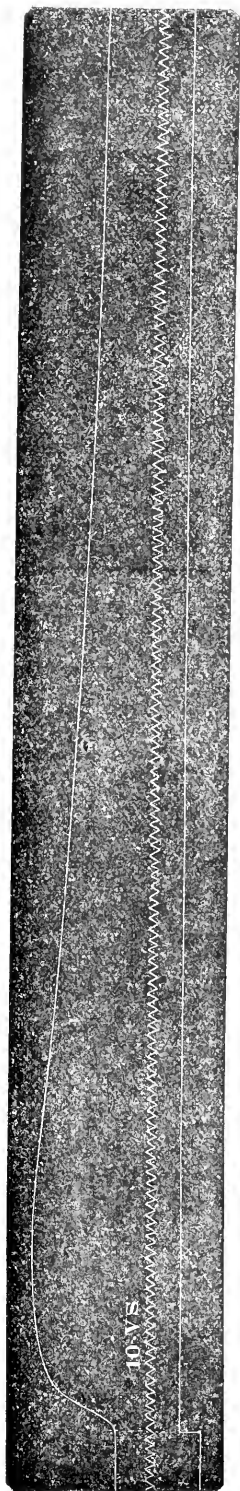


Fig. 14. — **Triton giganteum**. Secousse du muscle du pied. Période ascensionnelle d'abord rapide, puis plus lente, d'une durée de plusieurs secondes; période de décontraction très longue, durant plusieurs minutes, jusqu'au retour à la longueur primitive du muscle.

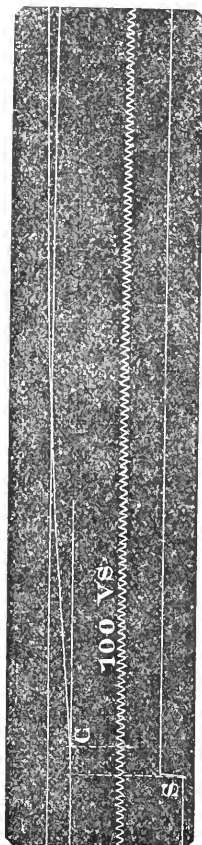


Fig. 15. — **Triton giganteum**. Secousse du muscle du pied. Ce tracé donne la durée du temps perdu, qui est de 0^m 07.

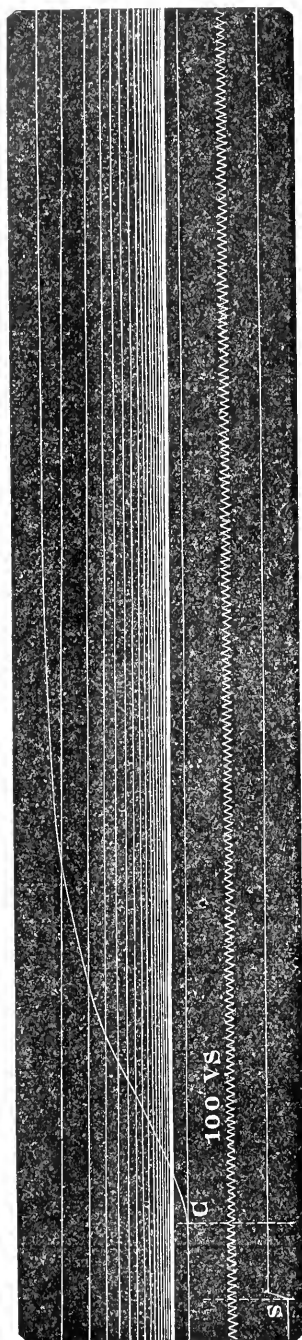


FIG. 16. — *Mactra helvacea*. Secousse musculaire au pied (t). Temps perdu du muscle 0^o, 2. Contraction d'une durée de 1^o5 environ, qui se maintient pendant quelques secondes ; après quoi, la décontraction commence, assez rapide d'abord, puis de plus en plus lente à mesure qu'on se rapproche de l'abscisse. La durée totale de la décontraction est de plusieurs minutes. Il ne faudrait pas conclure de la longue durée de la décontraction totale du muscle à une lenteur correspondante de ses mouvements ; il faut considérer que ces organes ne sont jamais à l'état de relâchement complet, mais au contraire dans un état de tension qui facilite singulièrement la rapidité de leurs mouvements. C'est ce que tend à démontrer l'étude de la formation du tétanos (voir figure suivante).

(t) Cet organe musculoux et flexible est employé par ces mollusques comme organe de locomotion. Ils s'en servent comme d'un membre, en l'appuyant sur le sable, pour faire des sauts comme les *Caridium*.

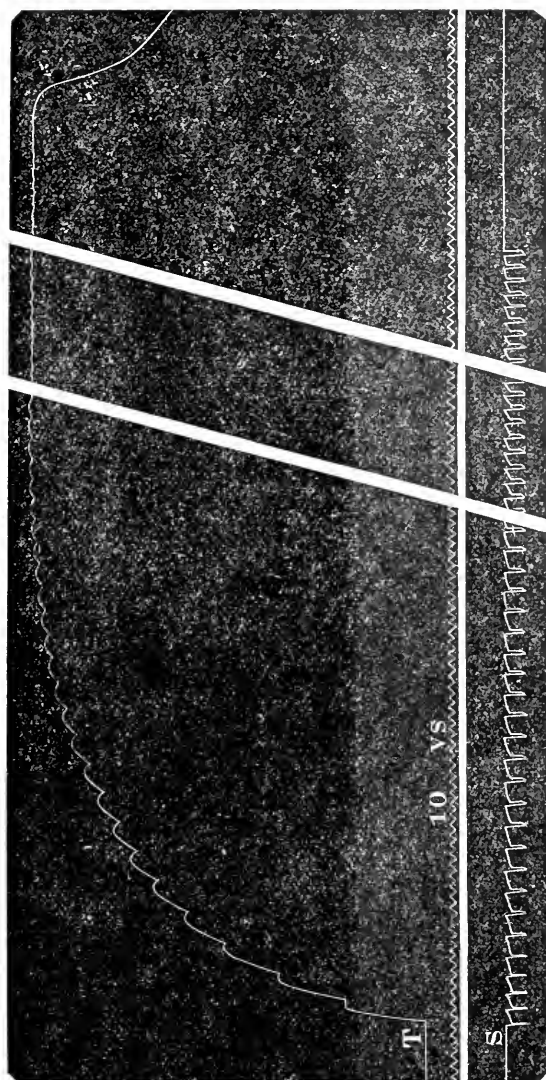


FIG. 17. — *Mactra helvacea*. Formation du tétanos (même muscle que ci-dessus). Tracé d'un tétanos d'une minute de durée, ayant dû subir deux coupures pour pouvoir être représenté. Excitations de fréquence croissante. Dans la première partie du tracé, tétanos très incomplet, avec trois excitations induites par seconde; dans le tiers moyen du tracé, fusion beaucoup plus marquée des secousses, avec quatre excitations. Cette fusion est plus accentuée encore et presque complète à la fin du tracé, avec un peu moins de cinq excitations. (Le tétanos est obtenu d'emblée avec un rythme de 5,5 à 6 excitations.)

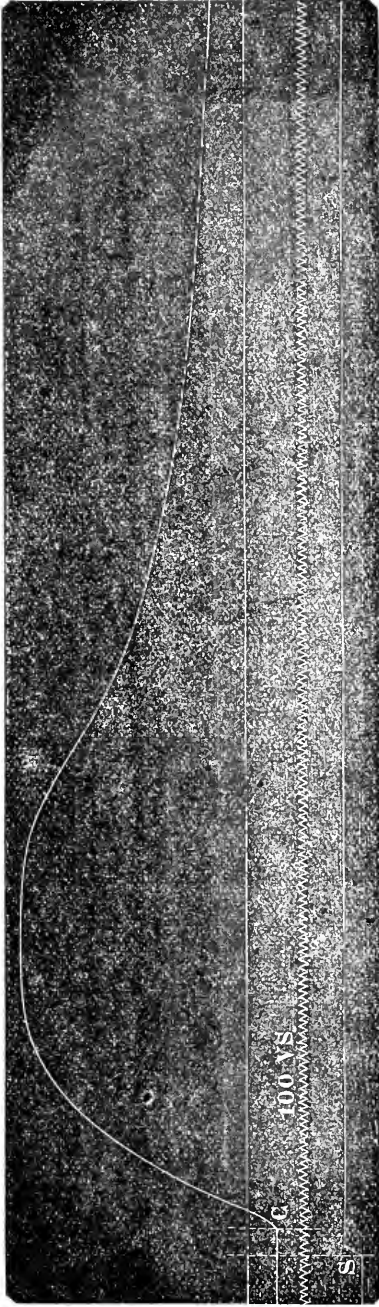


FIG. 18. — **Solen ensis**. Secousse du muscle du pied. Temps perdu $0^{\text{v}}.07$; période d'ascension 1^{v} environ; période d'état $0^{\text{v}}.5$; période de décontract on beaucoup plus longue, 1^{v} et quelques fois plus.

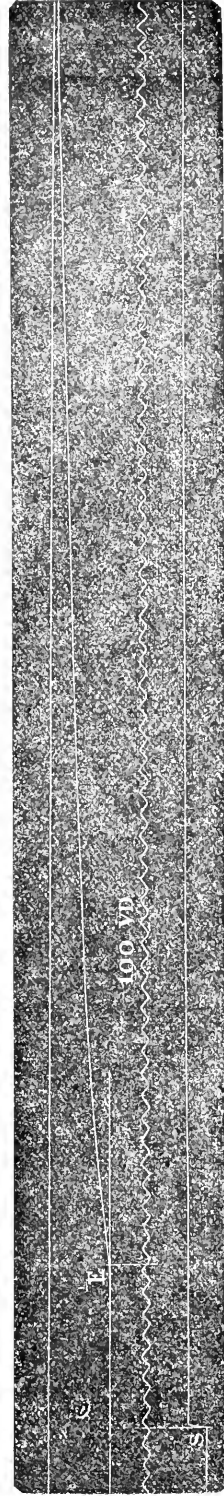


FIG. 19. — **Solen ensis**. Secousse du muscle du pied chez un autre individu. Temps perdu de $0^{\text{v}}.55$; période d'ascension et d'état réunis $1^{\text{v}}.5$ environ.

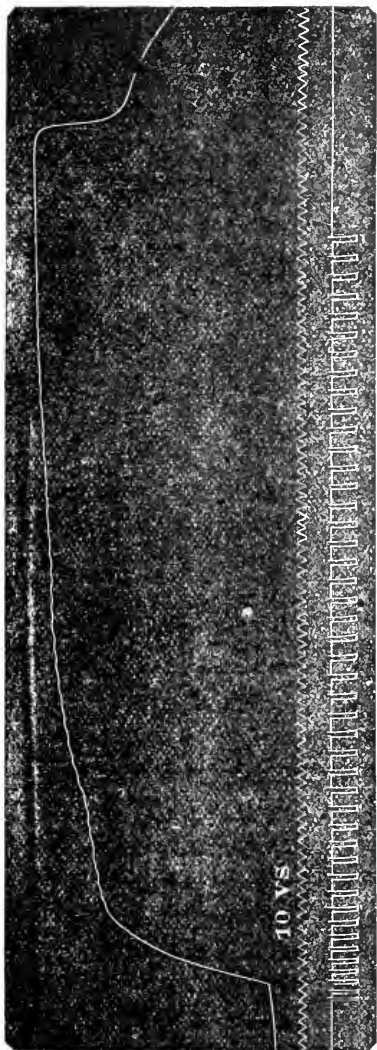


FIG. 20. — *Solen ensis*. Tétanos du muscle pédieux. Secousses encore imparfaitement fusionnées en tétanos par quatre excitations à la seconde.

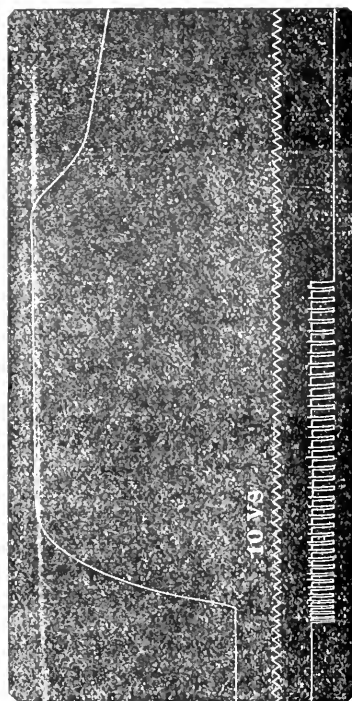


FIG. 21. — *Solen ensis*. Tétanos du muscle pédieux (suite du précédent). Tétanos parfait d'emblée avec cinq excitations par seconde.

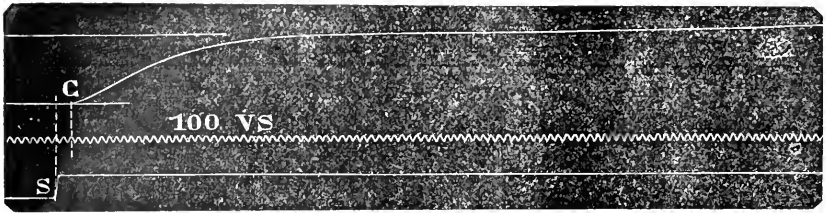


FIG. 22. — *Cassidaria tyrrhena*. Secousse du muscle du pied.

Temps perdu du muscle court.....	0 ^{''} ,04.
Période d'ascension.....	0 ^{''} ,5.
Période d'état.....	40 à 20 ^{''} et quelquefois plus.

La décontraction du muscle se fait lentement et régulièrement et dure deux à trois minutes.

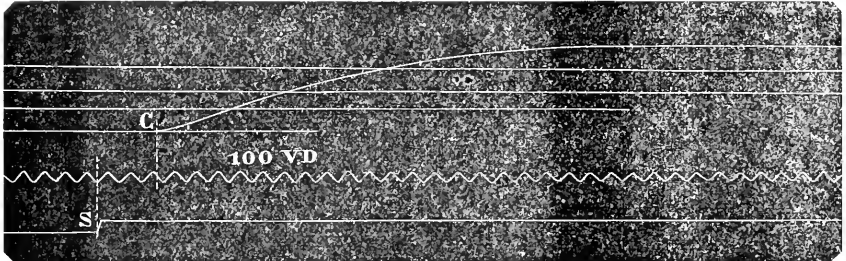


FIG. 23. — *Pholade dactyle*. Secousse musculaire du pied.

Temps perdu.....	moins de 0 ^{''} ,03.
Période ascensionnelle.....	0 ^{''} ,2 environ.
Période d'état.....	0 ^{''} ,5 à 1 ^{''} .
Période de décontraction régulière d'une durée de 7 à 8 ^{''} .	

Remarques au sujet des expériences précédentes et des suivantes. — Les muscles des invertébrés dont nous venons de faire l'étude, bien qu'appartenant tous au système de la vie de relation, peuvent être rangés pour la plupart dans la catégorie des muscles à contraction lente, se rapprochant plus ou moins du mode de contraction des muscles lisses des animaux vertébrés.

Certains de ces muscles même, comme les bandes musculaires de l'holothurie, les muscles de l'aplysie et de l'astérie, ont tous les caractères des muscles lisses des vertébrés : longueur de secousse et de ses diverses phases, nombre restreint des excitations nécessaires à les tétaniser.

Toutefois, pour quelques autres de ces muscles, on voit déjà apparaître des différences notables, accentuées, surtout pour quelques-uns d'entre eux.

Si la période de décontraction totale demeure toujours plus ou moins durable et allonge la secousse, on voit du moins le temps perdu du muscle diminuer considérablement, se rapprocher et même devenir égal à celui de certains muscles striés de la vie de relation des animaux vertébrés. C'est le cas, en particulier, des muscles du pied du solen, de la cassidaria et de la pholade.

A son tour, chez ces mêmes animaux, la période de contraction et de raccourcissement du muscle s'effectue avec une rapidité plus grande.

La diminution du temps de réaction du muscle prendra donc chez ces animaux une importance considérable au point de vue de la vigueur et de la rapidité des mouvements que nécessitent leur genre de locomotion, ou l'exécution des actes spéciaux que, par nature, ils doivent accomplir.

Il est intéressant de remarquer que cette adaptation plus parfaite du muscle à la contraction est en rapport avec un degré de différenciation plus parfait aussi des fibres contractiles.

C'est, en effet, chez ces invertébrés que les fibres musculaires à double striation oblique ont été découvertes par Schwalbe et étudiées ensuite par Engelmann, Fol, Roule, Ballowitz et Knoll. On doit, avec Knoll et Engelmann, les considérer au double point de vue physiologique et morphologique comme des formes de passage entre la fibre lisse et la fibre striée en travers.

L'étude du muscle adducteur des *peignes*, dont la contraction, comme on va le voir, possède tous les caractères des muscles volontaires des animaux vertébrés, vient confirmer ces vues, puisque ce muscle est composé (pour une grande part du moins) de fibres musculaires striées, dont la finesse de la striation transversale égale celle des mêmes éléments chez les mammifères (1).

(1) C'est dans le muscle adducteur du *Pecten* qu'ont été vues pour la première fois par Wagner et Lebert des fibres musculaires striées chez les mollusques; on considérait jusqu'alors leur système musculaire comme constitué exclusivement de fibres lisses.

Les *Pecten* sont donc particulièrement intéressants à étudier au point de vue de la contraction de leur muscle adducteur. Ce muscle, d'un autre côté, joue un rôle capital dans la locomotion de ces animaux, qui ont la faculté de se déplacer et de se mouvoir dans l'eau avec une grande agilité. En fermant brusquement les deux valves de leur coquille par la contraction du muscle adducteur, ils obtiennent des mouvements rapides et obliques, qui leur permettent d'éviter quelque danger ou de se diriger vers un but qu'ils veulent atteindre.

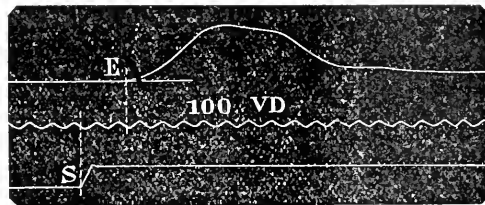


FIG. 24. — *Pecten varius*. — Secousse du muscle adducteur.

Durée de la secousse.....	0'',1.
Temps perdu.....	0'',02.
Stade d'énergie croissante.....	0'',045.
Stade de décontraction.....	0'',055.

La décontraction se fait en deux temps, lentement d'abord, puis rapidement.

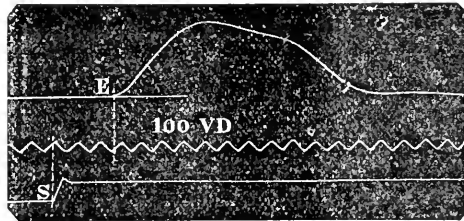


FIG. 25. — *Pecten varius* (autre individu). Secousse du muscle adducteur.

Durée de la secousse.....	0'',115.
Temps perdu.....	0'',027.
Stade d'énergie croissante.....	0'',050.
Stade de décontraction.....	0'',065.

La décontraction se fait en deux temps, lentement d'abord, puis rapidement.

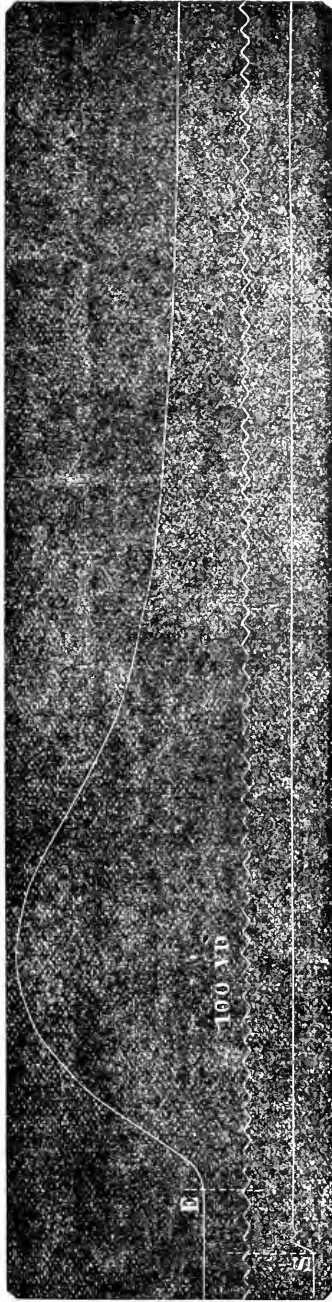


FIG. 25. — *Pecten maximus*. Secousse du muscle adducteur.

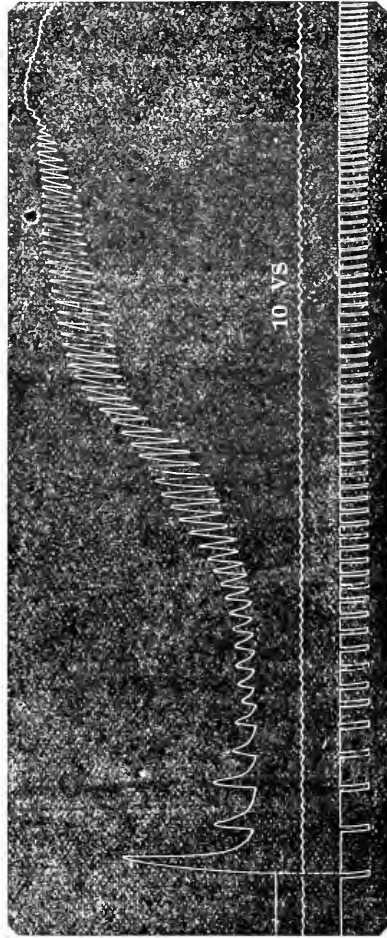


FIG. 27. — *Pecten maximus*. Muscle adducteur. Formation du tétaos. Le muscle répond par des secousses bien distinctes et d'une certaine amplitude aux excitations induites de fréquence croissante qu'il reçoit, tant que celles-ci ne dépassent pas sept à la seconde. Vers la fin du tracé, le rythme des excitations étant porté à 10 par seconde, les secousses correspondantes tendent à se fusionner. (Voir plus loin fig. 29, le tracé de tétaos parfait d'ensemble du muscle avec 27 excitations par seconde, nombre d'ailleurs supérieur au nombre de six excitations tétaisantes nécessaires.)

Le nombre des excitations nécessaires à produire le tétanos du muscle adducteur du Pecten est difficile à déterminer exactement. Il arrive, en effet, que le muscle ne répond bientôt plus (par fatigue ou autres causes) aux excitations un peu fréquentes qu'il reçoit, ou y répond par un rythme de secousses qui n'est plus celui des excitations, c'est-à-dire par un *tétanos rythmique*. Le tracé de la *figure 28* est un exemple de ce genre.

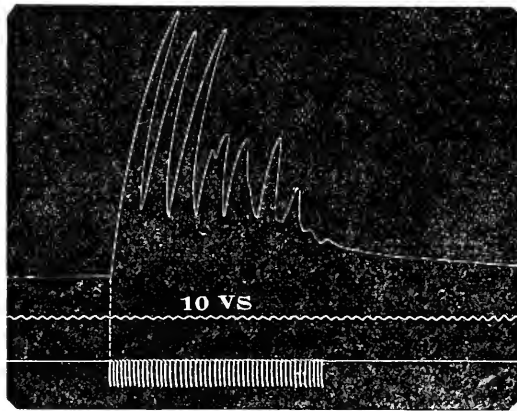


FIG. 28. — *Pecten maximus*. Tétanos rythmique du muscle adducteur.

Toutefois, comme le muscle est tétanisé d'emblée avec 25 excitations par seconde dans une expérience (*fig. 29*), qu'il a répondu dans une autre, par des secousses encore distinctes, à 14 excitations, nous pensons qu'on peut fixer à 20 environ le nombre des excitations tétanisantes nécessaires.

On sait que le muscle adducteur des peignes est composé de deux parties nettement distinctes par la couleur et la structure : la plus grosse partie du muscle de fermeture, d'apparence gris jaunâtre, étant formée de fibres striées; l'autre partie, blanchâtre, de fibres lisses.

Or, d'après Coutance et Shéring, la partie jaune striée opère seule la fermeture rapide de la coquille, tandis que le muscle lisse la ferme lentement, mais la maintient fermée

d'une façon durable et avec force. Ceci n'est plus possible, et la coquille bâille aussitôt si la partie lisse est tranchée. On peut alors produire encore une fermeture rapide, mais elle n'est plus de longue durée.

Coutance, Knoll ont aussi, par des expériences d'excitation directe, montré les différences tranchées qui existent dans la rapidité et la durée de la contraction des deux parties lisse et striée du muscle adducteur.

Nous avons repris, à notre tour, par la méthode graphique, l'étude de cette question. Dans une première expérience, après

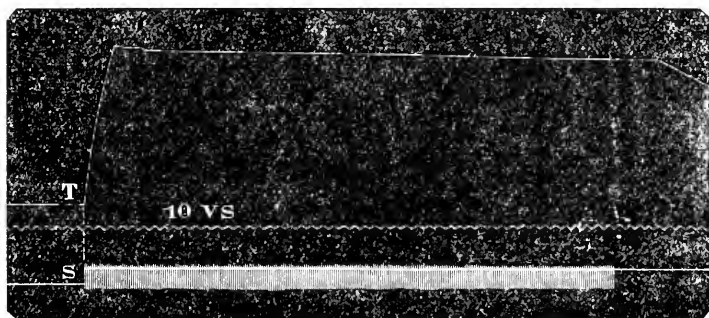


Fig. 29. — *Pecten maximus*. Tétanos de la partie jaune striée du muscle adducteur.

avoir détruit l'animal, on a sectionné la partie blanche du muscle et enregistré le mouvement de fermeture de la coquille⁽¹⁾ produit par des excitations rythmées (25 à la seconde) lancées sur la partie jaune restante du muscle (*fig. 29*).

On constate que le tétanos produit T est celui du muscle strié ordinaire, avec ses caractères : raccourcissement rapide du muscle, sans temps perdu appréciable sur l'axe de petite vitesse; maintien de la contraction pendant le passage des excitations, cessation du tétanos bientôt après l'interruption du courant.

Dans une autre expérience, la partie jaune striée du muscle étant coupée et la partie lisse du muscle excitée, on obtient

(1) Il convient de placer entre les valves un bout de tube de caoutchouc pour empêcher le contact des bords.

un tracé (*fig. 30*) qui a tous les caractères du tétanos des muscles lisses : temps perdu long, raccourcissement lent du muscle jusqu'à un certain maximum, et qui se maintient longtemps après que l'excitation a cessé.

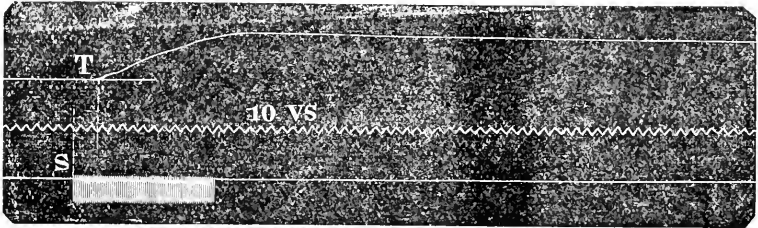


FIG. 30. — *Pecten maximus*. Tétanos de la partie blanche lisse du muscle adducteur.

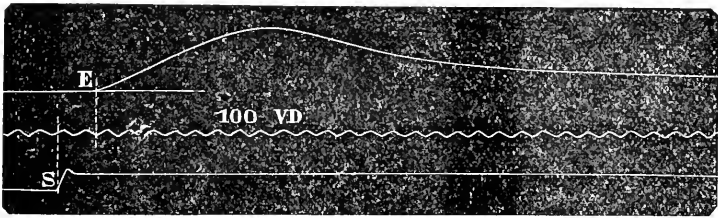


FIG. 31. — *Sepia fillouxii*. Secousse du muscle du manteau (direction oblique du lambeau).

Claude B.

Contraction musculaire chez les céphalopodes. — Bien qu'on n'ait pas signalé jusqu'ici, chez ces mollusques, l'existence dans leurs muscles de véritables fibres striées, comme dans le muscle adducteur du *pecten*, mais seulement décrit un tissu formé de fibrilles spiralées et à striation oblique d'un type spécial que nous rappelions plus haut, on doit cependant ranger ces organes dans la catégorie des muscles à contraction rapide. C'est ce que montrent les graphiques de la secousse et du tétanos des muscles du manteau de la Seiche, que nous donnons ici comme exemple.

Pour interpréter comme il convient certaines des courbes obtenues, il faut se rappeler que, chez les mollusques, le tissu musculaire dermique n'est pas formé de fibres groupées en rangées parallèles, mais par des éléments intriqués et disposés

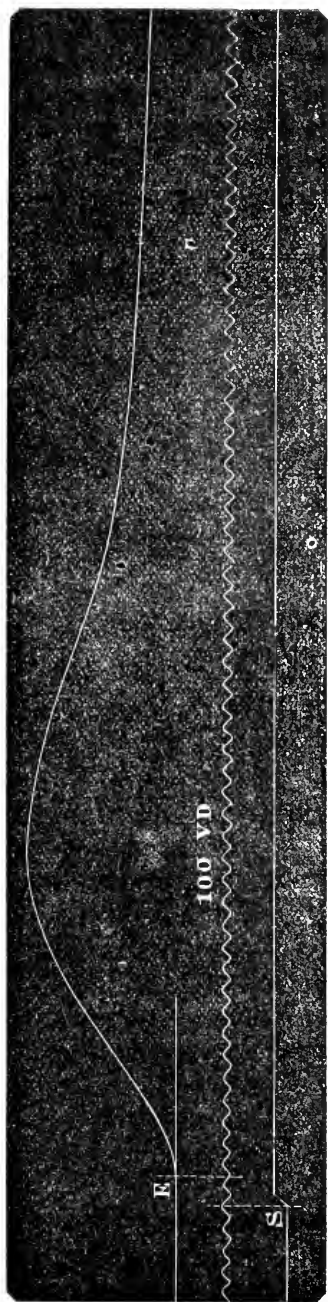


Fig. 33. — *Sepia officinalis*. Secousse du manteau (lambeau transversal).

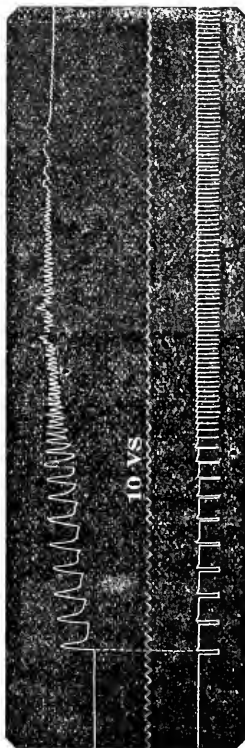


Fig. 34. — *Sepia officinalis*. Formation du tétanos musculaire (manteau). Tracé montrant la fusion graduelle des secousses musculaires en réponse à des excitations de fréquence croissante. Vers la fin du tracé, le muscle répond à 12 excitations par seconde par 12 secousses encore distinctes, ailleurs à 14. On peut estimer à 20 environ le nombre des excitations nécessaires à la production du tétanos parfait.

en réseaux, avec prédominance toutefois, suivant les parties, des fibres d'un certain sens sur l'autre. Si, par exemple, pour le graphique de la secousse, on a taillé un lambeau du tégument, suivant le sens transversal (dorso-ventral) du manteau, qui est aussi celui des fibres dominantes, on obtient une secousse ordinaire, par raccourcissement du lambeau musculaire (*fig. 31 et 33*).

Mais, suivant que le lambeau aura été taillé obliquement

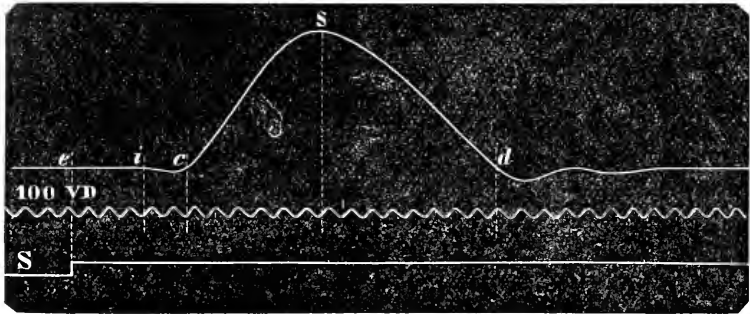


FIG. 32. — *Sepia officinalis* (petite). Secousse du muscle du manteau (sens transversal, oblique).

d'une part, ou longitudinalement d'autre part, on obtiendra des formes de secousses différentes. Dans un cas, la secousse débutera par un allongement du lambeau (*fig. 32*); dans l'autre, elle pourra consister tout entière dans l'élongation de ce lambeau, en donnant ainsi une courbe négative.

Contraction musculaire chez les crustacés. — La striation transversale des fibres musculaires, exceptionnelle chez les mollusques, est la règle chez les crustacés.

Les tracés de secousse et de tétanos, que nous reproduisons plus loin, montrent que les muscles des crustacés appartiennent au type plus ou moins rapide des organes du mouvement, et correspondent, par conséquent aussi, par leurs propriétés physiologiques, aux variétés connues des muscles striés volontaires des animaux vertébrés.

La caractéristique d'un *muscle rapide*, c'est la courte durée de sa réponse à l'excitation, comparée à la longue durée de la réponse du *muscle lent*, beaucoup plus que la rapidité plus ou moins grande de sa décontraction complète, très

variable d'ailleurs pour des causes diverses. Aussi, conclure de l'examen des tracés de secousse à longue période de décontraction du muscle de la pince des crustacés, par exemple, du portune (*fig. 36*), du ménade (*fig. 40*), que le muscle de leur pince est un muscle à contraction lente, serait commettre une erreur. Ces crabes, très agiles, sont également très habiles de leur pince, dont le muscle (voir *fig. 49*), dans la production du tétanos musculaire physiologique, peut répondre à un grand nombre d'excitations par seconde (*14 et plus*), par autant de secousses encore parfaitement distinctes.

La longueur de la décontraction que l'on constate dans presque tous les tracés du muscle de la pince des crustacés, n'a donc pas une influence aussi fâcheuse sur le mouvement qu'on serait porté à lui attribuer par l'examen des tracés, parce que, sur le vivant, les muscles sont toujours en état de tension qui les tient toujours prêts à l'action.

Quoi qu'il en soit, on doit remarquer cette forme spéciale de la secousse du muscle de la pince, qui permet de la reconnaître immédiatement et de la distinguer de la secousse du muscle de la queue de quelques crustacés. Une autre différence entre le muscle de la pince et le muscle de la queue réside dans la durée du temps perdu, toujours très court pour le muscle de la pince, beaucoup plus long pour celui de la queue.

Appelons enfin l'attention sur une cause d'erreur qui peut tromper, lorsqu'on fait l'étude du tétanos physiologique du muscle de la pince et qu'on cherche à déterminer le nombre des excitations tétanisantes nécessaires. Du fait des excitations tétanisantes fréquentes, ou même peu fréquentes, mais fortes, le muscle entre en raccourcissement maximum, et les mors de la pince arrivent très vite (sauf dispositions exceptionnelles) à se toucher. Il en résulte qu'on peut croire à l'existence d'un tétanos parfait alors qu'il n'y a qu'une apparence de tétanos. D'où erreurs faciles à commettre (et souvent commises) dans le dénombrement des excitations tétanisantes nécessaires. Le tracé de la *figure 48*, choisi à dessein, fait bien comprendre le mécanisme de formation de ce faux tétanos, qu'on peut souvent éviter en plaçant entre les mors de la pince un bout de tube élastique de caoutchouc.

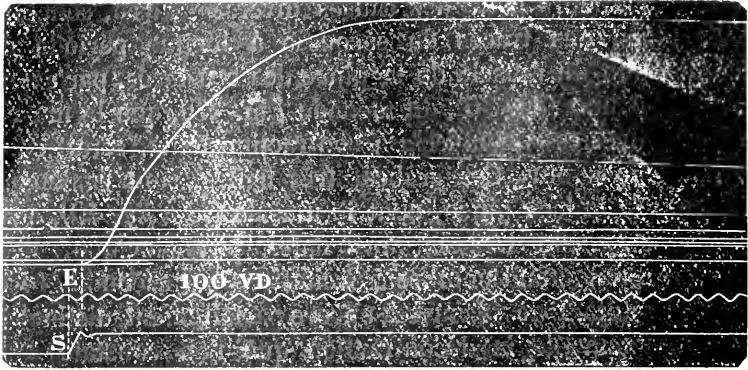


FIG. 35. — *Astacus fluviatilis*. Secousse du muscle de la pince (hiver).

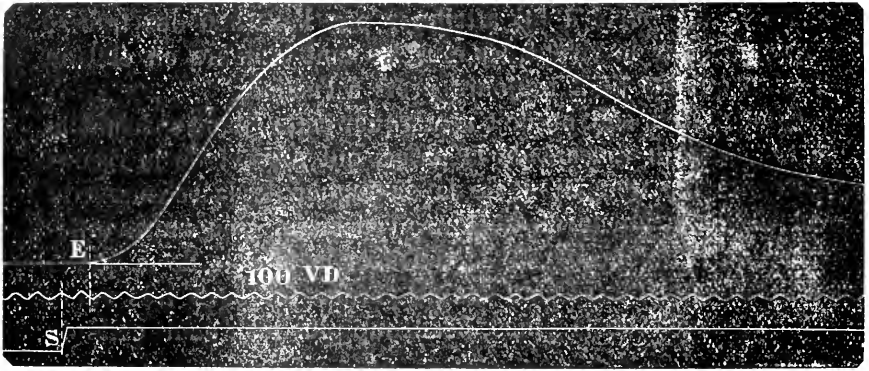


FIG. 36. — *Portunus puber*. Secousse du muscle de la pince.

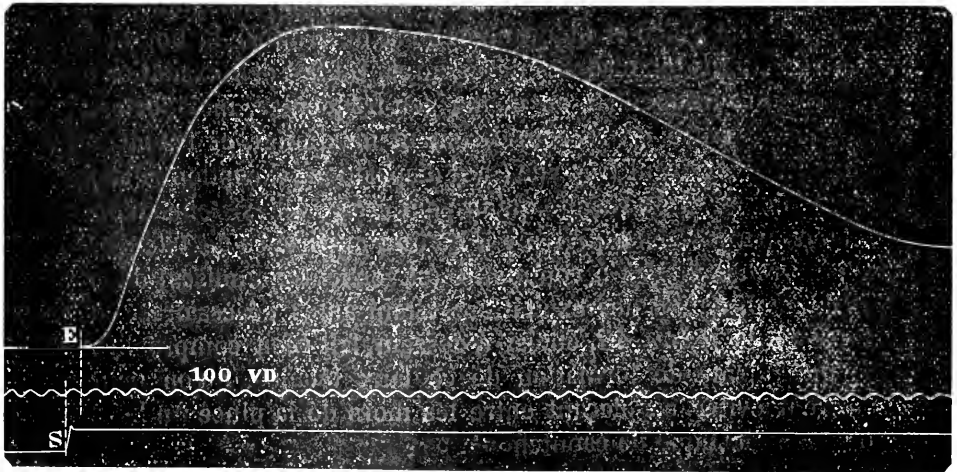


FIG. 37. — *Eryphia spinifrons*. Secousse du muscle de la pince.

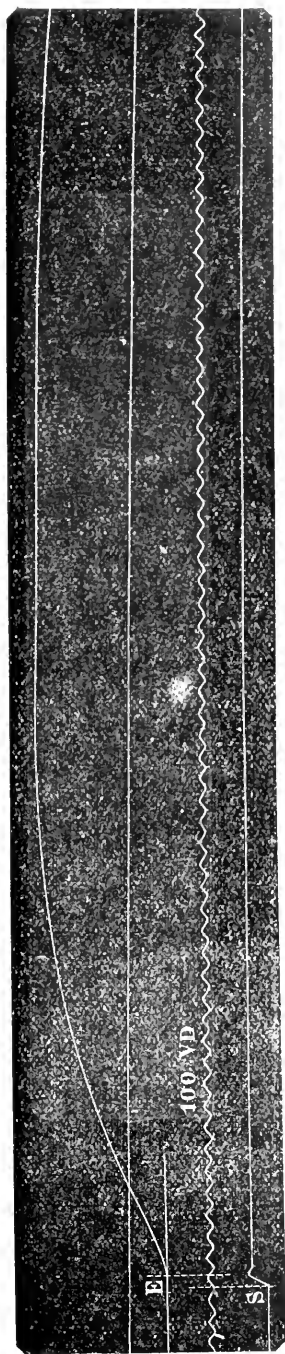


FIG. 38. — *Platycarcinus pagurus* (Tourteau). Secousse du muscle de la pince.

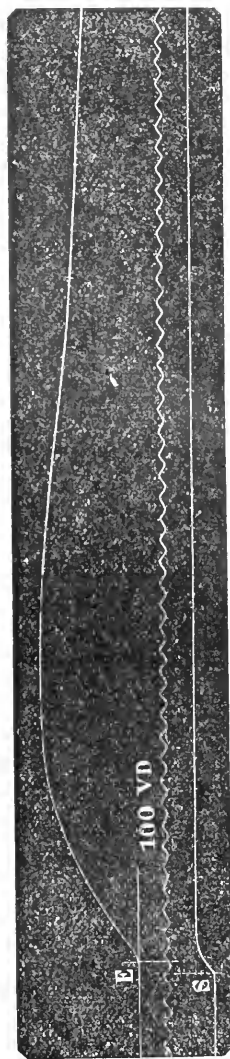


FIG. 39. — *Maia squinado*. Secousse du muscle de la pince.

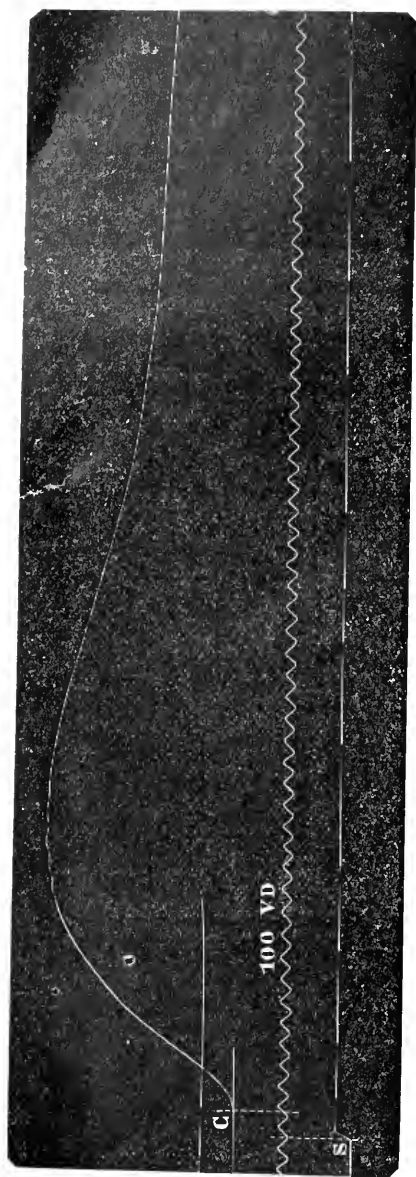


FIG. 40. — *Carcinus mœnas*. Secousse du muscle de la pince.

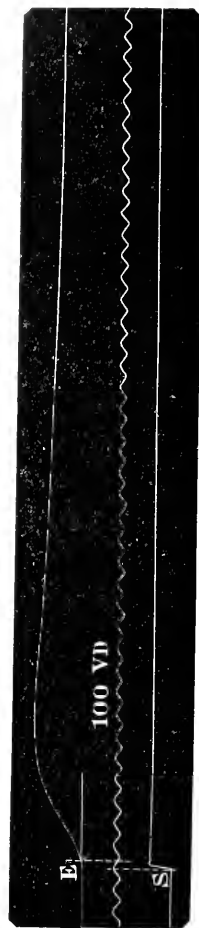


FIG. 41. — *Pachygraphus marmoratus*. Secousse du muscle de la pince.

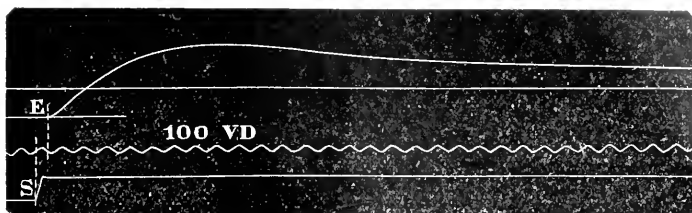


FIG. 42. — *Pagurus bernardus*. Secousse musculaire de la grosse pince.

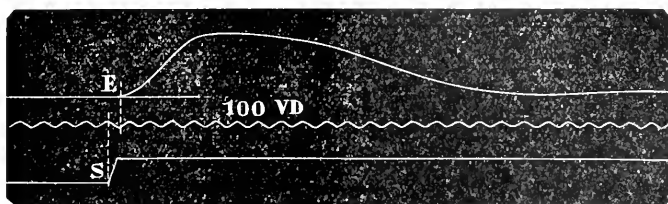


FIG. 43. — *Pagurus bernardus*. Secousse musculaire de la petite pince.

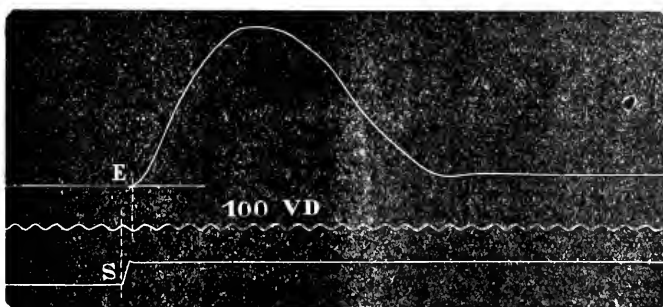


FIG. 44. — *Gonoplax rhomboides*. Secousse musculaire de la pince.

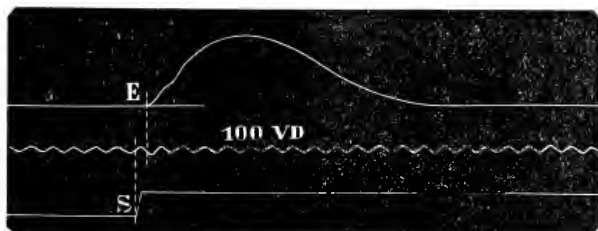


FIG. 45. — *Platyonychus latipes*. Secousse du muscle de la pince.

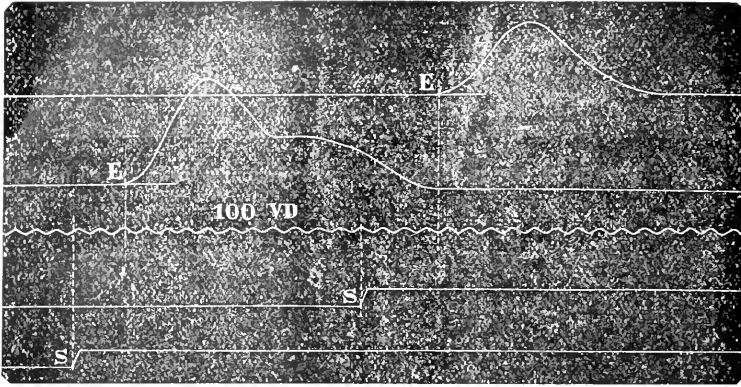


FIG. 46. — *Astacus fluviatilis*. Secousses musculaires de la queue. Ces deux tracés montrent les différences de la forme de la secousse observée. En haut, secousse normale par choc induit juste suffisant. En bas, secousse déterminée par une excitation plus forte : temps perdu plus court ; décontraction en deux temps, par production d'une onde secondaire.

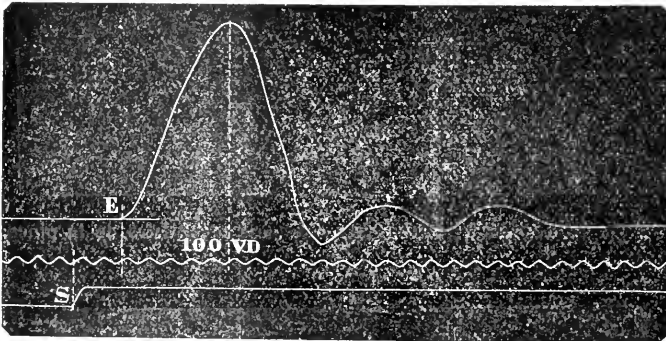


FIG. 47. — *Pagurus bernardus*. Secousse musculaire de la queue, avec ses diverses phases. Temps perdu $0^{\circ},02$; stade de contraction $0^{\circ},05$; stade de décontraction moindre de $0^{\circ},04$, avec rebondissement du style dû à la brusquerie de la décontraction.



FIG. 48. — *Maia squinado*. Faix tétaros du muscle de la pince dû à l'attachement préimaturé des mors de la pince.

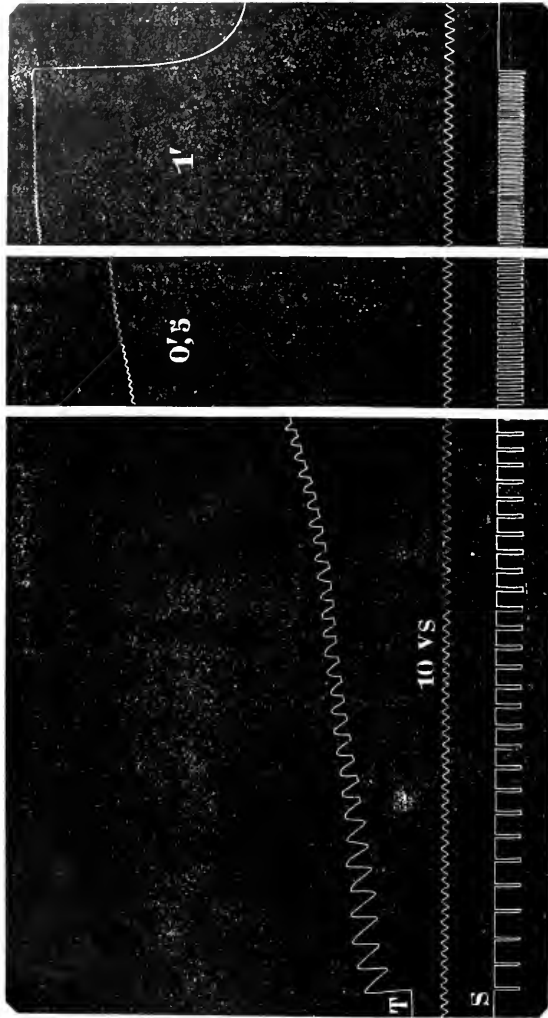


Fig. 49. — **Carcinus maenas**. Formation du tétanos. Réponses du muscle de la pince à des excitations de plus en plus fréquentes. Tétanos ascendant d'une minute de durée. Le tracé a donc dû subir des coupures pour sa reproduction. Dans la première partie du tracé, excitations peu fréquentes (4 par seconde), secousses peu fusionnées. Au milieu du tracé, le rythme étant porté à 8 excitations, la fusion des secousses devient plus marquée, et plus complète encore à la fin du tracé où le nombre des excitations est porté à 14 par seconde.

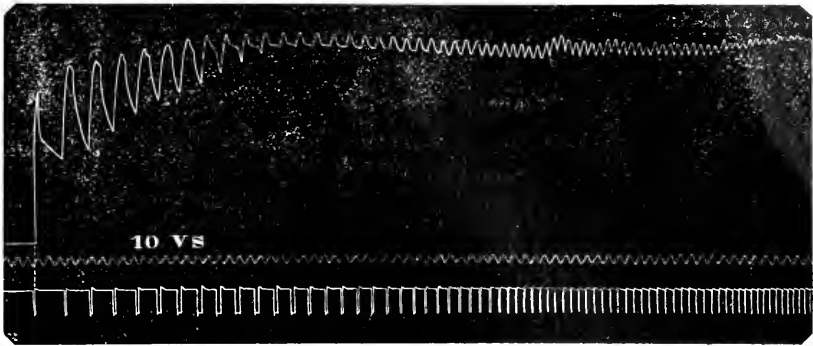


FIG. 50. — *Gonoplax rhomboides* (pince). Formation du tétanos. Secousses encore parfaitement distinctes à la fin du tracé, avec 10 excitations par seconde. Sur d'autres tracés, secousses encore distinctes, avec 16 excitations par seconde.

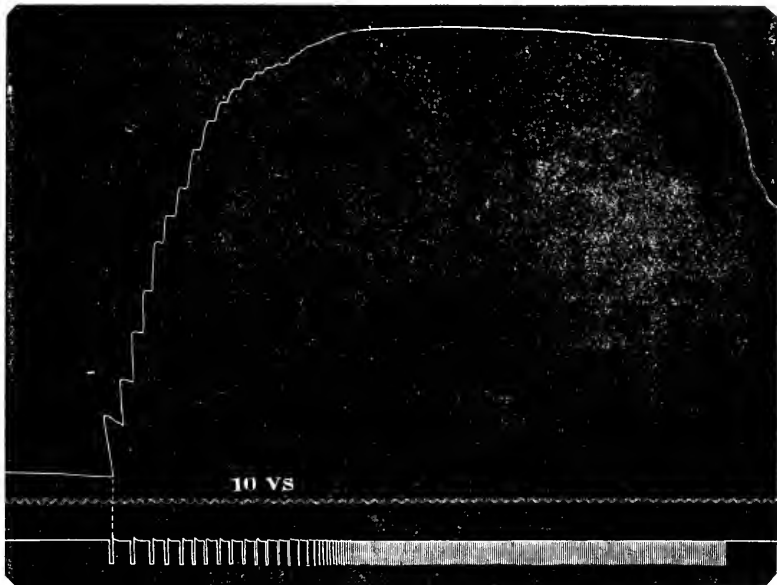


FIG. 51. — *Gonoplax rhomboides* (pince). Tétanos musculaire physiologique. Excitations de fréquence croissante. Tétanos parfait obtenu avec 20 et quelques excitations par seconde. Nombre des excitations tétanisantes nécessaires autour de 20 par seconde.

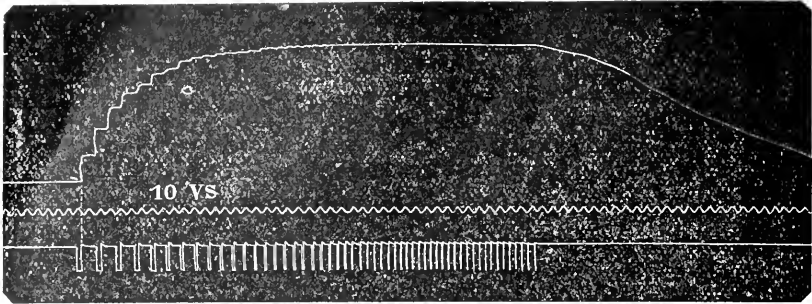


FIG. 52. — *Gonoplax rhomboides*. Tétanos de la pince (muscle fatigué, excitations fortes). Tracé montrant que le muscle fatigué entre en tétanos parfait avec un nombre d'excitations très inférieur (8 à 10 à la seconde) au nombre des excitations suffisantes, qui sont nécessaires pour le tétaniser normalement.

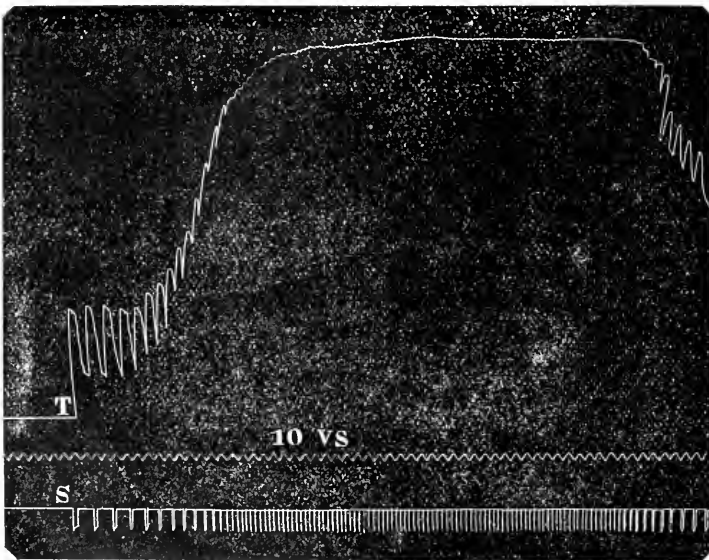


FIG. 53. — *Platyonichus latipes* (pince). Formation du tétanos. Excitations de fréquence croissante; fusion de plus en plus complète des secousses du muscle. Le muscle répond par des secousses non encore fusionnées, à 14 excitations à la seconde.

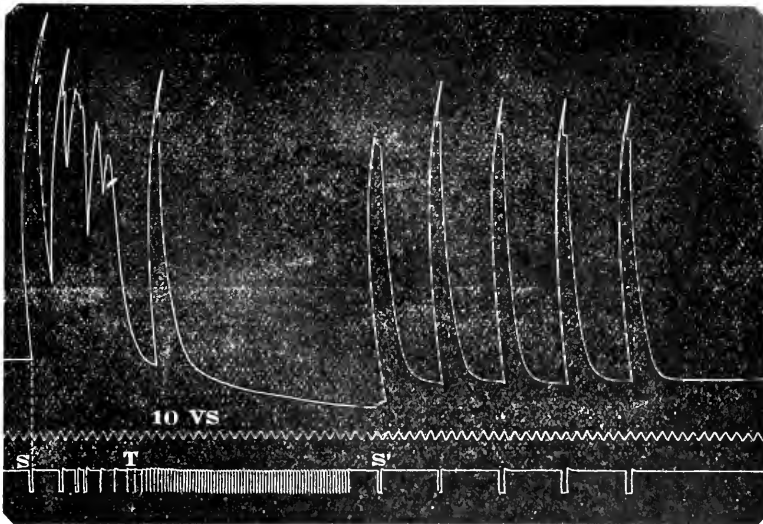


FIG. 54. — *Astacus fluviatilis*. Muscle de la queue. Inhibition du tétanos. Aux excitations peu fréquentes de S à T, le muscle répond par des secousses de même nombre. À partir de T, le rythme des excitations étant accéléré, le muscle, après une secousse initiale d'amplitude normale, entre au repos. En S', il répond à chaque excitation isolée par une secousse normale.

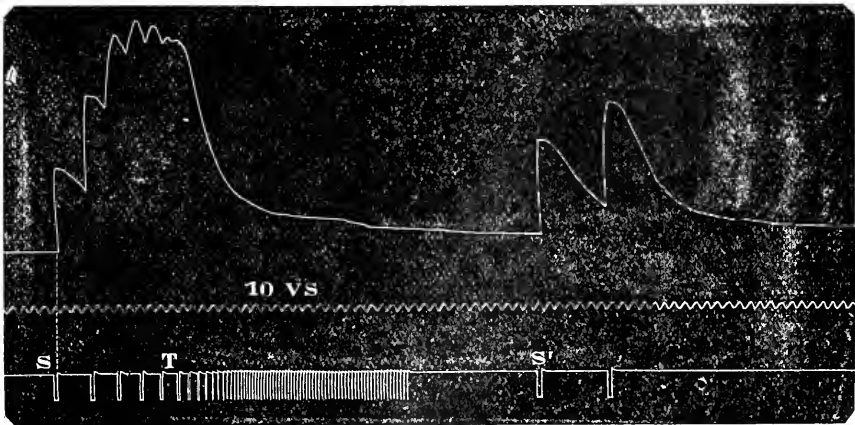


FIG. 55. — *Astacus fluviatilis*. Muscle de la pince. Inhibition du tétanos. Mêmes constatations que ci-dessus (fig. 54).

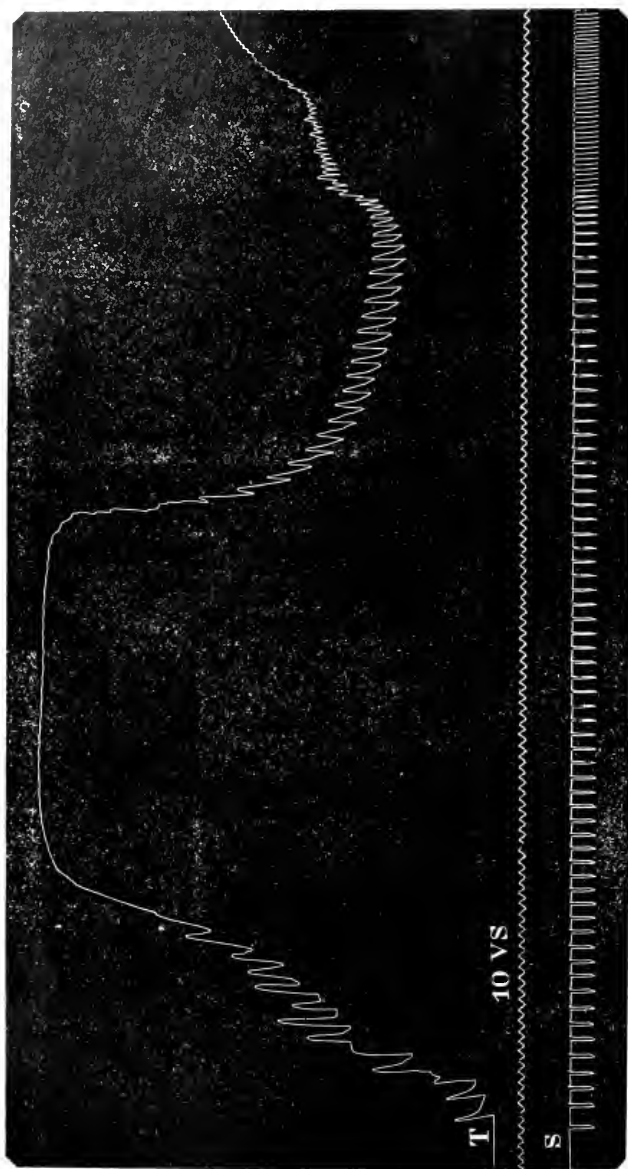


FIG. 56. — *Platyonichus latipes*. Tétanos oscillatoire.

X

RECHERCHES SUR LA DIGESTION DES POISSONS

PAR

Le Dr J. SELLIER

Chef des travaux de physiologie à la Faculté de Médecine de Bordeaux.

I

Les phénomènes de la digestion chez les poissons marins présentent des particularités qui font de cette étude un grand intérêt scientifique. C'est ainsi par exemple qu'on sait, depuis les recherches de Ch. Richet⁽¹⁾, que l'acidité du suc gastrique, au moment de la digestion, peut aller jusqu'à 15 p. 1000 chez certaines espèces. Le pouvoir digestif de ce liquide est également très énergique, puisqu'il peut peptoniser des proies non machées, souvent énormes, telles que des poissons de plus petite taille, des crustacés avec leur carapace, des céphalopodes, etc.

Les mémoires publiés sur cette question contiennent de nombreux faits contradictoires.

Murisier d'abord, puis Hoppe-Seyler ensuite⁽²⁾, trouvent que la température du maximum d'action de la pepsine est comprise entre 10° et 15°.

Ch. Richet⁽³⁾ dit que la pepsine des squales est aussi énergique à 20° qu'à 40°.

(1) Ch. RICHET. — *Le Suc gastrique de l'homme et des animaux*. Paris, 1878.

(2) D'après Émile YUNG (*Arch. de zoologie expérimentale*, 1899).

(3) Ch. RICHET. — De quelques faits relatifs à la digestion chez les poissons (*Arch. de phys. norm. et pathol.*, 1882, et *Travaux du laboratoire*. Paris, 1893).

Emile Yung (1) constate que la *dissolution* de l'albumine est plus rapide à 38° qu'à 17°.

Le désaccord est le même sur les conditions d'acidité les plus favorables réclamées par le ferment. D'après Ch. Richet, *loc cit.*, la digestion gastrique se produit plus facilement dans des solutions très acides, contenant 10, 15 et même 20 p. 1000 d'Hcl, que dans des solutions contenant 1 gramme, 1 gr. 5, 2 grammes. Emile Yung (2) fixe autour de 7 p. 1000 la dose d'Hcl la plus favorable à la dissolution de la fibrine.

Ces divergences d'opinion m'ont semblé suffisantes pour légitimer de nouvelles recherches.

II

Le suc gastrique.

Lorsqu'on ouvre l'estomac d'un squalé venant d'être pêché, on le trouve presque toujours rempli de matières nutritives diverses plus ou moins chymifiées, selon la phase de la digestion. Il est toujours possible, après avoir enlevé les matières non dissoutes, d'obtenir une suffisante quantité de liquide pour en pratiquer l'analyse. J'ai pu me procurer du suc gastrique plus pur, et en quantité suffisante, chez quelques espèces acclimatées dans les grands bassins de la Station zoologique.

Dans ce but, on introduisait des proies dans l'estomac de ces animaux (petite roussette, torpille). Si elles n'avaient pas été régurgitées, on les retrouvait deux jours après, fortement imprégnées de suc gastrique qu'on recueillait par raclage.

Obtenu par l'un ou l'autre de ces procédés, le suc stomacal peut être étudié au point de vue de l'acidité, de la nature des produits de digestion qu'il contient, et de son action *in vitro* sur la fibrine ou l'albumine dans diverses conditions. J'ai résumé dans le tableau suivant quelques expériences :

L'acidité totale a été obtenue par les moyens ordinaires, soude normale décime et phtaléine.

(1) E. YUNG. — *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1898.

(2) E. YUNG. — *Loc. cit.*

Le diméthylamidoazobenzol m'a servi de réactif indicateur pour la détermination de l'HCl libre.

L'HCl total a été dosé par la méthode de Braun.

Enfin l'existence des protéoses a été décelée par l'action du sulfate d'ammoniaque à saturation à chaud.

Les peptones, en donnant à ce terme la signification que Kühne lui a attribuée, ont été recherchées par la réaction du *biuret* après séparation des protéoses par précipitation⁽¹⁾ et filtration.

Le tableau ci-après résume quelques expériences pratiquées au cours de l'été 1900.

Il y a lieu de remarquer d'abord l'extrême variation des chiffres représentant l'acidité totale chez les individus de même espèce et capturés au même moment. Ce résultat m'a semblé dû, pareil en cela à ce qui se passe chez les animaux supérieurs, à l'état plus ou moins avancé de la digestion.

Un fait intéressant est l'absence de l'HCl libre, malgré parfois de très fortes acidités. Le diméthylamidoazobenzol, réactif pourtant si sensible, a, dans toutes mes expériences, indiqué des traces d'acide ou fourni des résultats négatifs.

La réaction lactique a toujours été négative.

Les peptones tantôt existent, tantôt n'existent pas. C'est encore, à mon avis, par un degré plus ou moins avancé du processus digestif qu'il faut expliquer ces résultats. Je montrerai plus loin, en effet, par des expériences *in vitro*, qu'on arrive toujours, avec le temps, à transformer en peptone la fibrine du sang avec la pepsine de poisson en solution chlorhydrique.

III

Durée de la digestion chez l'animal vivant.

Les poissons étant des animaux à sang froid, équilibrent leur température avec le milieu ambiant. On peut donc prévoir *a priori*, étant donné tout ce qu'on sait de l'action de

(1) Cette précipitation est obtenue par le sulfate d'ammoniaque à la température d'ébullition, d'abord en réaction neutre, puis alcaline et enfin en réaction acide.

NOMS	ÉTAT PHYSIOLOGIQUE	ACIDITÉ TOTALE	HCl LIBRE	HCl TOTAL	PRODUITS DE DIGESTION
PETITE ROUSSETTE Trois individus.....	En vie, venant de l'Océan.	1	0	»	Des protéoses et des peptones.
		2	0	»	
		3	0	»	
GALEUS CANIS Quatre individus.....	Capturés depuis quelques heures. Morts.	1	0	»	Protéoses et peptones. Protéoses; pas de peptones. Protéoses; pas de peptones. Protéoses et peptones.
		2	0	»	
		3	0	»	
		4	0	»	
MERLUS ...	Animal mort depuis quelques heures.	1.96	0	»	Protéoses et peptones.
BAUDROIE ...	Animal mort depuis plusieurs heures.	5.25	Des traces.	»	Protéoses; pas de peptones.
TORPILLE Deux individus.....	Vivants.	1	0.73	10.7	Protéoses; pas de peptones. Protéoses et peptones.
		2	Des traces.	5.9	
CARCHARIAS GLAUCUS Deux individus.....	Morts depuis quelques heures.	1	0.25	»	Protéoses; pas de peptones.
		2	Des traces.	»	

la température sur les combustions et les sécrétions, que le processus chimique de la digestion doit être relativement lent chez ces animaux.

Émile Yung (1) pense que la durée du séjour des aliments dans l'estomac chez *Scyllium*, *Galeus canis* et *Acanthias*, ne doit pas excéder vingt-quatre heures.

Aucune observation précise n'avait encore été faite jusqu'ici. J'ai pu, à l'aide d'une longue pince construite pour cet usage, introduire des proies diverses dans l'estomac de certaines espèces se prêtant à l'expérience, telles que la petite rousette et la torpille. Pour empêcher la régurgitation, je pratiquais trois à quatre points de suture, à l'aide d'une aiguille courbe spéciale, au niveau de l'orifice cardiaque de l'estomac, opération facile à réaliser chez la torpille en pénétrant par la gueule de l'animal.

Chez d'autres individus, j'ai réussi à faire conserver les proies sans employer d'artifice.

Les sujets en expérience étaient placés et observés dans les grands bassins de la station zoologique, dont l'eau, très aérée, était changée tous les deux jours.

J'ai ainsi pu me rendre compte directement qu'à la température de mes expériences (14°), la digestion était plus lente qu'on ne le supposait en général. Après quarante-huit heures, les proies (morceaux de viande ou petits poissons) étaient seulement imprégnées de suc gastrique et à peine attaquées. La fluidification n'était même pas complète après six jours.

L'acidité gastrique, très élevée après quarante-huit heures (11 p. 1000 dans un cas), montre l'action puissante et utile de l'acide chlorhydrique, qui agit surtout comme agent mécanique de décalcification. Vers la fin de la digestion stomacale, chez d'autres individus il est vrai, j'ai constaté souvent que l'acidité du chyme était moins élevée.

D'autres observations sont venues confirmer ces expériences directes. C'est ainsi que des *Scylliums*, apportés vivants de l'Océan et placés dans les bassins, contenaient encore dans leur estomac, cinq jours après, des aliments divers incomplètement digérés.

(1) *Loc. cit.*

IV

Digestion « in vitro ». — Préparation et propriétés de la pepsine de poissons.

Les caractères particuliers de la sécrétion gastrique ont fait supposer que le ferment qui préside aux transformations chimiques présente aussi des propriétés spéciales.

Il est généralement admis que ce ferment conserve une activité assez grande autour de 0°, tandis que la pepsine des animaux supérieurs n'est point active à cette température. A partir de 30°, son action diminuerait, et cesserait vers 50°, température de destruction (1). Les conditions de milieu seraient également différentes; j'ai expliqué, au début de ce travail, toutes les contradictions qui existaient sur ce point. En reprenant ces expériences, j'ai cherché, naturellement, à me placer dans des conditions expérimentales meilleures. Pour cela, j'ai préparé d'abord un produit peptique analogue, comme aspect, à la pepsine du commerce, et pouvant être conservé, comme ce dernier, très longtemps sans altération. L'avantage de cette méthode est de permettre d'expérimenter commodément, avec le même agent, dans les diverses conditions qu'il plaît à l'expérimentateur de déterminer : doses de ferment, acidité, température, etc.

J'ai obtenu cette pepsine en procédant de la façon suivante :

On lave à l'eau distillée la muqueuse stomacale d'animaux fraîchement sacrifiés, de façon à enlever le mucus qui la recouvre d'habitude; puis on la détache par raclage. On la traite par dix fois son volume d'eau distillée additionnée de 10 0/0 d'alcool. Après vingt-quatre heures, on filtre. On évapore lentement dans des vases à large surface. On termine la dessiccation à l'étuve à 35°.

Le produit ainsi obtenu est très actif. J'ai pu en préparer une quantité suffisante avec l'estomac d'une *Carcharias glaucus*

(1) Émile YUNG, *loc. cit.*

de grande taille (deux mètres de longueur) pour réaliser un grand nombre d'expériences.

L'avantage des digestions artificielles consiste surtout à permettre à l'expérimentateur de régler à son gré toutes les conditions de l'expérience; mais il ne faut pas perdre de vue que, pour avoir des résultats comparables, il faut expérimenter dans des conditions déterminées, telles que : dose de ferment, acidité, température, poids et nature de la substance, quantité d'eau. Si l'on fait varier l'un quelconque des facteurs, on obtient, après un temps déterminé, des résultats divers.

J'ai adopté la fibrine du sang comme substance à digérer.

L'acide nitrique, déjà employé par A. Petit (1) pour cet usage, ajouté goutte à goutte aux liqueurs refroidies et filtrées, m'a paru être le réactif le plus commode, sinon le plus parfait, pour caractériser la fin du phénomène. J'ai admis par définition que la digestion était terminée dans les liqueurs qui ne donnaient plus de précipité par ce réactif.

Il est bon de rappeler encore que la matière albuminoïde soumise à l'action digestive *se dissout* d'abord dans la liqueur et *se transforme* ensuite en produits divers, représentant des stades différents de la dislocation de la molécule albumine jusqu'au terme ultime de peptone. C'est pour avoir confondu ces deux phénomènes, très distincts, qui ne marchent pas de pair, que des résultats différents ont été souvent obtenus.

Expériences.

J'ai fait un très grand nombre d'essais. Voici les résultats trouvés avec la pepsine de *Carcharias glaucus*, préparée comme il a été dit plus haut. Chaque expérience a été répétée une dizaine de fois.

On met au bain-marie, respectivement à 5°, 20°, 30°, 40°, un tube à essai contenant :

Eau acidulée à 2 p. 1000 d'HCl....	25 cent. c.
Pepsine.....	20 centigr.
Fibrine de bœuf.....	5 gr.

(1) A. PETIT, *Étude sur la pepsine*. Paris, 1881.

Après vingt-quatre heures, les liqueurs, refroidies et filtrées, sont traitées par l'acide nitrique; on trouve :

40°.....	liqueur limpide.
30°.....	louche.
20°.....	précipité.
5°.....	abondant précipité.

En augmentant la durée pour les tubes à 30° et à 20°, on arrive aussi à obtenir des liqueurs limpides.

A 5°, même après huit jours, on obtient encore un précipité.

Autre expérience.

Les tubes contiennent les mêmes doses, mais aux températures suivantes : 40°, 60°, 70°.

Après vingt-quatre heures :

40°.....	liqueur limpide.
60°.....	précipité abondant.
70°.....	la fibrine n'est pas dissoute.

Il n'est pas possible d'obtenir la dissolution de la fibrine de ce dernier tube, même en le plaçant pendant quatre heures à 40°. Le ferment a donc été détruit.

Autre expérience.

Les tubes contiennent les mêmes doses, mais sont placés à 40° et à 50°.

Après seize heures :

40°.....	précipité.
50°.....	liqueur limpide.

Dans ces expériences, le maximum d'action est vers 50°. L'action du ferment est définitivement supprimée vers 70°.

Le maximum d'action se maintient à peu près dans ces limites, même en augmentant la dose d'HCl jusqu'à 4 p. 1000.

Si on augmente davantage la dose d'acide, tous les autres termes restant invariables, les résultats changent. Le ferment

est gêné dans son action : il met plus de temps pour peptoniser la fibrine.

Dans d'autres expériences, j'ai augmenté la dose de ferment, en maintenant invariables les autres termes, puis en faisant varier dans le même sens la dose de ferment et d'acide. J'ai toujours trouvé, dans l'un et l'autre cas, que le phénomène de la peptonisation était plus rapide; mais il ne m'a pas été possible de déterminer une loi de proportionnalité.

Il faut donc préciser rigoureusement les conditions expérimentales en annonçant un résultat.

Pendant trois étés successifs j'ai multiplié les expériences, en me plaçant dans toutes les conditions possibles d'acidité, de milieu, de doses de ferments de température.

Toutes choses égales, d'ailleurs, j'ai constamment trouvé que la peptonisation était environ quatre fois plus longue à se produire à 15° qu'à 40°.

La lenteur est d'autant plus grande que la température est plus basse.

Les liqueurs qui ne donnent plus de précipité par l'acide nitrique donnent toujours la réaction du *biuret* caractéristique des peptones après avoir été saturées à la température d'ébullition par le sulfate d'ammoniaque.

Enfin, j'ai voulu vérifier le fait de l'action encore énergique de la pepsine de poisson autour de 0°.

On met à la glacière à + 2° deux tubes contenant les mêmes doses d'eau acidulée et de fibrine, puis dans l'un de la pepsine de poisson et dans l'autre de la pepsine du commerce.

A côté, un tube témoin sans ferment. (Ces deux pepsines ayant des degrés de concentration différents, les résultats obtenus ne sauraient être, *a priori*, comparables.)

Résultats après huit jours :

Les deux tubes à pepsine contiennent chacun un dépôt abondant. La fibrine du tube témoin est gélatinisée, mais non dissoute.

Après filtration, l'acide nitrique donne un précipité très abondant dans les deux tubes.

Après précipitation de tous les produits inférieurs de la peptonisation par le sulfate d'ammoniaque à la température de l'ébullition, d'abord en réaction neutre, puis alcaline et

acide, on n'obtient pas la réaction du biuret caractéristique des peptones.

Il m'a paru toutefois que la dissolution de la fibrine était plus rapide dans le tube à pepsine de poisson.

En résumé, il résulte des recherches consignées dans ce travail que :

1° L'acidité gastrique des poissons est très élevée au moment de la digestion, comme les auteurs l'avaient déjà signalé. Cette acidité est variable, selon la phase digestive, comme chez les animaux supérieurs;

2° L'acide chlorhydrique du suc gastrique est presque toujours totalement combiné organiquement;

3° La peptonisation des matières albuminoïdes peut ne pas être complète dans l'estomac;

4° La pepsine des poissons est cependant capable, avec le temps, de peptoniser complètement la fibrine, ainsi que cela résulte d'expériences *in vitro*;

5° Le fait de son activité dans un milieu très acide, *in anima vili*, ne justifie pas une propriété spéciale de ce ferment;

6° La dose élevée d'acide à une certaine phase de la digestion doit plutôt être considérée comme une condition utile pour la décalcification des proies, mais non indispensable pour l'action de la pepsine;

7° Plus la température est basse, moins l'activité de la digestion est grande;

8° Il faut toujours préciser les conditions expérimentales quand on indique les températures de maximum d'action;

9° Pour un milieu donné, comme dans le cas des expériences consignées plus haut, le maximum d'action est à 50°;

10° Le ferment est encore actif vers 60°, mais est définitivement détruit vers 70°;

11° Autour de 0°, le ferment est très peu actif, et ne m'a pas paru devoir être distingué de la pepsine des animaux supérieurs;

12° Il n'y a donc pas lieu, jusqu'à nouvel ordre, d'attribuer à la pepsine de poisson des propriétés spéciales.

XI

OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES COMPARATIVES

SUR

L'EAU DE MER, LE SANG ET LES LIQUIDES INTERNES

DES ANIMAUX MARINS

PAR

M. E. RODIER

Agrégré des Sciences naturelles

Depuis le mois de juillet 1898, j'ai poursuivi sans interruption à la Station biologique d'Arcachon, dans les laboratoires que la Société scientifique de cette ville met si libéralement à la disposition des travailleurs, j'ai poursuivi, dis-je, des recherches biologiques dont je consigne ici les premiers résultats.

J'ai étudié, d'une part, l'eau de mer et, en particulier, l'eau du bassin d'Arcachon, et, d'autre part, le sang et les différents liquides organiques des animaux marins. Je me suis appliqué d'abord à déterminer les propriétés de ces liquides dans les conditions de la vie normale; une deuxième série d'expériences, série encore inachevée, a eu pour but de rechercher l'influence des variations brusques ou lentes du milieu extérieur sur les liquides internes des animaux qui y sont plongés.

Avant d'exposer les résultats que j'ai obtenus, je crois indispensable de fixer en quelques mots la valeur de l'une des méthodes dont j'ai fait usage: je veux parler de la cryoscopie appliquée à l'eau de mer et aux liquides organiques.

La pression osmotique et l'abaissement du point de congélation des dissolutions.

Les expériences de de Vries et de Hamburger, effectuées sur des cellules vivantes, ont démontré ce que l'on soupçonnait depuis longtemps, à savoir que la pression osmotique, tant celle du contenu de la cellule que celle du liquide circonvoisin, joue un rôle considérable dans les divers phénomènes de la vie cellulaire. Si l'on veut aller plus loin et appliquer aux êtres vivants la théorie des solutions telle que les physiiciens modernes l'ont établie, certaines restrictions deviennent nécessaires.

Les lois osmotiques telles que Pfeffer les a énoncées ne sont exactes que pour des solutions faites avec le même dissolvant et séparées les unes des autres par des cloisons *semi-perméables*, c'est-à-dire perméables seulement au dissolvant pur et non aux corps dissous. C'est ainsi que Pfeffer a expérimenté avec des vases poreux de pile dans la paroi desquels il avait fait naître une membrane continue de ferrocyanure de cuivre, membrane perméable à l'eau, mais non au sucre de canne ni aux sels métalliques. Dans le vase poreux, il introduisait, par exemple, une solution de sucre de canne à 1 p. 100 et plongeait le vase dans l'eau pure. La hauteur à laquelle s'élevait le liquide intérieur dans un tube qui surmontait le vase poreux permettait de mesurer directement la pression osmotique de la solution sucrée. Or, cette même membrane de ferrocyanure de cuivre, imperméable au sucre de canne et aux sels, semi-perméable dans les conditions de l'expérience décrite, se laisserait traverser par diverses substances organiques et ne pourrait par conséquent être employée à la détermination de la pression osmotique de solutions qui contiendraient ces substances.

Il en va de même pour la membrane protoplasmique des cellules vivantes. On sait que de Vries a retrouvé les lois de Pfeffer en suivant les modifications de forme qu'éprouvent des cellules végétales plongées dans des solutions salines différentes et graduées. Cela prouve tout simplement que la paroi des cellules choisies était semi-perméable pour les solutions

employées, mais cela ne permet pas de conclure que cette même paroi se fût montrée telle pour d'autres solutions, pour une solution aqueuse quelconque, et, par le fait, une pareille conclusion serait erronée.

On peut dire exactement la même chose de la paroi des globules sanguins que Hamburger a utilisés dans ses expériences : semi-perméable pour une solution de chlorure de sodium, cette paroi est perméable à diverses substances, et en particulier à l'urée, comme l'ont montré Hedin et Grijins.

Le simple bon sens suffit d'ailleurs pour établir que la paroi protoplasmique des cellules vivantes ne peut être rigoureusement semi-perméable que vis-à-vis d'un petit nombre de solutions, car si elle l'était pour toutes, rien, sauf l'eau pure, ne pourrait pénétrer dans la cellule, rien non plus ne pourrait en sortir que par la mort et la destruction de la cellule elle-même. Le seul fait que toute cellule vivante puise dans le milieu où elle vit certaines substances (aliments) et en rejette d'autres (excrétions) démontre que la paroi cellulaire n'est pas semi-perméable par rapport à tous les corps que le milieu contient, ni par rapport à tous ceux qui prennent naissance à l'intérieur de la cellule elle-même. Cette notion, pourtant très simple, semble avoir été méconnue par quelques-uns des biologistes qui ont tenté d'appliquer les lois osmotiques aux êtres vivants.

Un autre point encore doit être examiné de très près. Les expériences de Raoult, les travaux théoriques de Van't Hoff ont permis de formuler la loi suivante, dont j'emprunte l'énoncé à l'ouvrage de M. P. Duhem, intitulé : *La Mécanique chimique fondée sur la thermodynamique* (t. III, p. 203) :

« Entre la pression osmotique et l'abaissement du point de
» congélation d'une dissolution infiniment diluée, existe un
» rapport qui dépend des propriétés du dissolvant pur, mais
» point de la nature du corps dissous, ni de la concentration
» de la dissolution. »

Il suit de là qu'on peut remplacer la mesure directe et la comparaison des pressions osmotiques des dissolutions faites avec un même dissolvant par la mesure et la comparaison des

abaissements du point de congélation de ces dissolutions. Ceci peut s'énoncer encore de la manière suivante :

1° Deux dissolutions faites avec le même dissolvant qui se congèlent à la même température ont la même pression osmotique; elles sont *isosmotiques* ou *isotoniques*.

2° Deux dissolutions faites avec le même dissolvant qui se congèlent à des températures différentes ont des pressions osmotiques proportionnelles à leurs abaissements respectifs du point de congélation.

Il importe toutefois de remarquer que ces propositions et la loi dont elles sont la traduction ne sont rigoureusement exactes que pour des dissolutions infiniment diluées; peut-on admettre que, dans la pratique, elles sont encore vraies pour des dissolutions de concentration moyenne? D'une part, les expériences directes de Pfeffer et de Raoult n'ont porté que sur des dissolutions étendues; d'autre part, une discussion des formules de Van't Hoff, qui ne saurait trouver place ici, semble démontrer que quand la concentration de la dissolution augmente beaucoup, sa pression osmotique ne croit pas tout à fait aussi vite que l'indiquerait l'abaissement du point de congélation. Mais les formules dont il s'agit ont été établies à l'aide d'hypothèses valables seulement pour les dissolutions très étendues; leur extension à des dissolutions concentrées est sans doute illégitime.

La vérité, c'est que l'on ne sait pas comment varie le rapport de la pression osmotique à l'abaissement du point de congélation quand, de dissolutions aqueuses très diluées, telles que l'eau des rivières et des lacs, on passe à l'eau de mer et aux liquides organiques des animaux marins, pour lesquels l'abaissement du point de congélation va en certains cas jusqu'à 2°,3. A l'exemple des biologistes qui m'ont précédé dans cette voie et, en particulier, de Bottazzi, j'admettrai provisoirement que le rapport en question reste constant, que la pression osmotique est toujours proportionnelle à l'abaissement du point de congélation, mais sans me dissimuler que c'est là une loi hypothétique et, selon toute probabilité, une expression seulement approchée des phénomènes.

De ces remarques préliminaires, nous concluons que, dans l'application de la cryoscopie aux liquides provenant des

êtres vivants il faut se garder des affirmations trop absolues. Si deux liquides se congèlent l'un à -1° , l'autre à -2° , il n'est qu'approximativement vrai que la pression osmotique du second soit double de celle du premier. D'un autre côté, si le liquide dans lequel vivent des animaux ou des éléments anatomiques contient, comme c'est l'ordinaire, des substances capables de traverser les parois cellulaires, il ne suffira pas de connaître à chaque instant la composition chimique et le point de congélation du milieu liquide pour être en état de prévoir ou seulement d'expliquer les phénomènes survenus chez les animaux ou dans les éléments anatomiques à la suite de modifications opérées dans la composition ou la concentration de ce milieu.

En revanche, l'extension aux solutions moyennement concentrées de la loi de proportionnalité entre la pression osmotique et l'abaissement du point de congélation, *quelle que soit la nature des corps dissous*, nous dispensera le plus souvent de faire intervenir dans ce qui va suivre la considération des poids moléculaires et la distinction entre les substances organiques et les électrolytes. *A fortiori*, ne dirons-nous rien de l'hypothèse des *ions*, présentée par Swant Arrhénius, soutenue par Ostwald et Nernst, hypothèse dont on a trop souvent embarrassé et obscurci l'exposé des phénomènes biologiques.

L'eau de mer.

DENSITÉ. — Les observations de densité ont été faites avec un aréomètre construit par M. Alvergnyat, de Paris, sur le modèle de celui qui a servi à M. Buchanan pendant la campagne du *Challenger*. Il est à volume variable et à poids variable entre certaines limites; il donne la densité d'un liquide avec quatre décimales exactes. Nous entendons ici par densité le rapport S_t du poids d'un certain volume d'eau de mer à la température t au poids du même volume d'eau distillée prise à la température de $+4^{\circ}$. La température de l'eau de mer est évaluée à $1/10$ de degré près.

Les observations ont porté principalement sur l'eau du

bassin d'Arcachon. En collaboration avec M. le professeur Jolyet, directeur de la Station biologique, j'ai fait de nombreuses déterminations de densité sur des échantillons prélevés en différents points du bassin, à diverses époques, à mer montante ou à mer descendante. Toutes ces conditions influent sur la densité et aussi la profondeur à laquelle l'eau est puisée. Ces recherches seront publiées un peu plus tard dans un mémoire spécial. Je consignerai seulement ici les conclusions que nous en avons tirées :

1° La densité de l'eau du bassin d'Arcachon en un même point varie suivant les saisons, et principalement suivant les quantités de pluie tombées dans le vaste territoire qui déverse ses eaux superficielles dans le bassin.

Voici quelques exemples des valeurs extrêmes que nous avons observées :

	LIEU DE L'OBSERVATION	DATE	DENSITÉ	ÉTAT DE LA MARÉE
Maximum... Minimum...)	Bouée 12	10 janvier 1900	1,0258	m. descend.
		15 avril 1900	1,0169	id.
Maximum... Minimum...)	Parc Bourdin	14 janvier 1900	1,0250	m. descend.
		13 avril 1900	1,0138	id.

Il ressort de là qu'en janvier 1900, la densité de l'eau du bassin était généralement élevée, tandis qu'elle était faible au mois d'avril suivant, les observations étant faites d'ailleurs au même moment de la marée.

Si nous consultons les bulletins météorologiques de l'Observatoire de Floirac, nous voyons qu'en 1899, après un été très chaud et très sec, il n'y a eu pendant les mois d'octobre et de novembre que des pluies insignifiantes.

En octobre, il n'a été recueilli au pluviomètre (de Floirac) que 36^{mm} d'eau, au lieu de 82^{mm} qui représentent la quantité de pluie normale.

En novembre, on ne trouve que 24^{mm}, soit à peine le tiers de la quantité moyenne.

Avec le mois de décembre arrivent des bourrasques et, à différentes reprises, des pluies assez abondantes se produisent. La hauteur totale de l'eau dans le pluviomètre atteint 74^{mm}8, soit 12 millimètres de plus que la moyenne.

Mais il importe de remarquer qu'après de longs mois de sécheresse, la terre était tellement avide d'eau, que ces premières pluies ont dû être absorbées intégralement par les couches superficielles du sol.

Ainsi s'explique la densité élevée que présentait encore l'eau du bassin d'Arcachon au commencement du mois de janvier 1900, et cela, bien que les déterminations citées plus haut aient été faites à mer descendante, c'est-à-dire au moment du minimum quotidien de la densité.

A partir de janvier 1900, le temps reste uniformément pluvieux jusqu'au milieu d'avril. Les hauteurs de pluies relevées au pluviomètre sont :

En janvier	116 ^{mm} 23, le double de la hauteur moyenne.
En février	117 ^{mm} 57, soit 70 ^{mm} de plus que la moyenne.
En mars	85 ^{mm} 85, soit 30 ^{mm} de plus que la normale.
Du 1 ^{er} au 15 avril . .	42 ^{mm} 70.

Or, c'est précisément à la fin de cette période de pluies persistantes que nous avons observé des densités de 1,0169 et de 1,0138 dans les mêmes régions du bassin d'Arcachon, où nous trouvions trois mois auparavant des densités égales ou supérieures à 1,0250. Nous devons conclure de là que les eaux de pluie, après avoir imbibé le sol des Landes à saturation, se sont déversées en abondance dans les nombreux cours d'eau que reçoit le bassin d'Arcachon et ont fait baisser la densité de ses eaux. Tous les riverains du bassin, et particulièrement les ostréiculteurs, savent du reste qu'en certaines années cet afflux d'eau douce est plus considérable encore, et constitue un véritable fléau, que l'on nomme le *doucin*.

M. A. Hautreux avait déjà signalé cette influence des périodes pluvieuses sur la densité des eaux du bassin d'Arcachon. Elle ressort avec une grande évidence de toutes nos observations et nous paraît être la plus puissante des causes qui font varier cette densité; mais il y en a d'autres.

2° A un moment donné, le même jour et au même point de

la marée, la densité n'est pas la même en tous les points du bassin. Comme il était facile de le prévoir, et toutes choses égales d'ailleurs, la densité de l'eau s'est montrée d'autant plus élevée que le lieu de son prélèvement était plus voisin de l'embouchure du bassin et plus écarté des chenaux que suivent les eaux de la Leyre.

3^o Pendant une même journée et en un même point, la densité de l'eau varie suivant l'état de la marée; elle diminue à mesure que la mer descend, et augmente quand revient le flot. L'amplitude de l'oscillation est variable suivant les époques. Ces conclusions sont conformes à celles que M. Hautreux avait déjà communiquées en août 1895 au Congrès national des Sociétés françaises de géographie.

4^o Enfin, en un même point, le même jour et à la même heure, la densité n'est pas la même au fond et à la surface, lorsque la profondeur est un peu grande, dans les chenaux par exemple. Nous avons constamment trouvé la densité du fond supérieure à celle de la surface.

Nous n'avons jamais rencontré dans le bassin d'Arcachon, ni à la surface ni au fond, d'eau ayant une densité supérieure ni même égale à celle de l'Océan. Cependant, on imprime un peu partout, dans les guides et même dans des ouvrages d'un caractère plus sérieux, que l'eau du bassin d'Arcachon est plus dense et plus salée, non seulement que les eaux de l'Atlantique, mais même que celles de la Méditerranée. Cette affirmation nous paraît être erronée de tous points.

SALINITÉ. — « En supposant, dit M. J. Thoulet, dans son » *Traité d'Océanographie*, que l'eau de l'Océan ait partout la » même composition quant aux proportions relatives des divers » sels qu'elle contient et que la quantité totale de ces sels en » un volume ou en un poids d'eau connu soit seule variable » en des localités différentes, hypothèse à peu près exacte, » trois procédés peuvent être employés pour obtenir la salinité » de l'eau de mer :

» A. Procédé direct par détermination du total des sels contenus dans un poids connu d'eau de mer.

» B. Procédé par détermination du poids de chlore contenu dans un poids ou un volume connu d'eau de mer.

» C. Procédé indirect par la mesure de la densité. »

Le premier procédé entraîne des corrections diverses, car les sels de magnésie ne se déshydratent qu'au-dessus de 200° et se décomposent déjà partiellement bien au-dessous de cette température. Je n'ai fait qu'un petit nombre de déterminations par cette méthode et les résultats en sont douteux.

En revanche, j'ai pratiqué de nombreux dosages de chlore dans l'eau de mer par la méthode de Mohr. Les résultats que j'ai obtenus confirment absolument ceux que m'avait fournis l'étude des densités. La teneur en chlore de l'eau du bassin d'Arcachon subit des variations exactement parallèles à celles de la densité de l'eau, et qui doivent par conséquent être attribuées aux mêmes causes.

Déjà, en 1885, MM. U. Gayon et Dupetit avaient indiqué qu'en un point donné du bassin la salinité varie dans une même journée avec l'état de la marée; les mêmes observateurs avaient également remarqué que l'eau du fond est plus riche en chlore que celle de la surface.

Cette variabilité extrême de la salinité dans le bassin d'Arcachon ne permet pas de l'exprimer même par un nombre moyen. On ne peut qu'indiquer le degré de salure ou la teneur en chlore qui correspondent à une densité déterminée. Cette partie de la question sera traitée en détail dans le mémoire spécial dont j'ai parlé plus haut. Pour fixer les idées et donner un exemple numérique, je cite au hasard une de mes observations.

Le 7 avril 1900, l'eau puisée au débarcadère d'Eyrac, à la surface, après deux heures de montant, avait une densité de 1,019 à la température de 10°,8; elle contenait par litre 14 gr. 37 de chlore. Si tout le chlore avait été combiné à l'état de chlorure de sodium, l'eau eût contenu 23 gr. 69 de ce sel. Comme terme de comparaison, j'indiquerai que l'eau de mer recueillie au nord de l'Écosse pendant la troisième croisière du *Porcupine* et analysée par le Dr Frankland, avait une densité de 1,0268 et contenait par litre, en moyenne, 20 gr. 3 de chlore. On voit donc qu'à une densité plus faible correspondent toujours une chloruration et une salinité moindres.

POINT DE CONGÉLATION. — Pour obtenir le point de congélation de l'eau de mer et des liquides organiques, j'ai employé l'appareil de Beckmann, qui est trop connu pour qu'il soit nécessaire de le décrire. Le thermomètre de cet appareil est à masse de mercure variable; au début et à la fin de chaque série d'observations, je déterminais avec grand soin le point de congélation de l'eau distillée et m'assurais ainsi que la quantité de mercure mise en expérience, et par suite la position du zéro, ne variait pas d'une observation à l'autre.

Tout ce que j'ai dit de la salinité des eaux d'Arcachon, s'applique à leur point de congélation, considéré par rapport à celui de l'eau distillée. Les fluctuations de cette caractéristique physique suivent celles de la densité. Ici encore, on ne peut donner un nombre fixe; on doit se contenter d'indiquer la température à laquelle se congèle une eau de mer de densité ou de salure données. C'est ainsi que l'eau de densité 1,0254 se congèle à $-2^{\circ},01$.

L'étude de cette correspondance entre le point de congélation et la densité ne constituait pas le but principal de mes premières recherches et je ne m'y suis pas attardé. Le point important pour moi était de comparer les températures de congélation des liquides organiques provenant d'animaux marins à la température de congélation de l'eau dans laquelle ces animaux vivaient normalement. J'ai opéré, pour cela, soit sur des poissons venant du large et qui étaient gracieusement mis à ma disposition par l'administration des Pêcheries de l'Océan, soit sur des animaux de provenance diverse qui vivaient depuis plusieurs jours dans les bassins de réserve de la Station biologique.

Or, tous les aquariums de la Station sont alimentés par un réservoir central, dans lequel une pompe à vapeur envoie de l'eau puisée dans le chenal, en face de la Station, *et toujours à marée haute*, c'est-à-dire au moment du maximum quotidien de la densité. Il résulte de là que, dans la première série de mes déterminations, je n'ai pas eu à tenir compte des variations considérables de la salure, de la densité et du point de congélation que présentent les eaux du bassin d'Arcachon considérées dans leur ensemble. Les eaux de l'Aquarium étaient soustraites à la plupart des causes de variation que j'ai précé-

demment signalées, et cette condition était éminemment favorable à mes premières expériences. En particulier, le point de congélation de l'eau a varié à la Station, suivant les époques, de $-1^{\circ},87$ à $-1^{\circ},95$. L'eau rapportée du large par les bateaux à vapeur se congelait entre $-2^{\circ},05$ et $-2^{\circ},09$. Je dois mentionner ici que le D^r Bottazzi, poursuivant en 1897 des recherches du même genre dans les laboratoires de la Station zoologique de Naples, a trouvé, comme valeur moyenne de la température de congélation de l'eau de mer, $-2^{\circ},29$. Cette valeur démontre la concentration bien plus élevée des eaux de la Méditerranée.

De cette étude rapide sur les eaux du bassin d'Arcachon, il ressort qu'au lieu d'être sursalées, comme on l'a cru longtemps, douées par conséquent d'une pression osmotique très grande, elles sont, au contraire, toujours moins salées et moins denses que celles de l'Océan, et, de plus, éminemment variables dans leur composition. Dès lors, se pose un curieux problème de biologie théorique et appliquée : Comment les animaux et les plantes qui peuplent le vaste bassin supportent-ils les variations parfois considérables et brusques de la pression osmotique de leur milieu ?

Dans l'espace de quelques mois, la pression osmotique, mesurée à basse mer en un même point, peut passer presque du simple au double ; pendant une même journée, suivant la saison et la marée, elle peut augmenter ou diminuer d'une fraction importante de sa valeur. Quel retentissement ces variations ont-elles sur les êtres vivants et sur la composition de leurs liquides internes ? C'est en vue d'étudier cette intéressante question que, dans une deuxième série d'expériences, série encore très incomplète, j'ai fait varier artificiellement la composition et la pression osmotique du milieu où je faisais vivre divers animaux marins.

Animaux marins vivant en milieu normal.

MAMMIFÈRES. — Je n'ai eu, malheureusement, jusqu'ici que deux occasions d'étudier le sang du marsouin. Le premier animal, capturé en janvier 1899, avait été saigné à blanc au

moment de la prise; j'ai pu néanmoins recueillir encore du sang dans l'abdomen. Le sérum se congela à $-0^{\circ},74$. Un mois après, un second marsouin fut pris, mais je ne pus le saigner moi-même; le sang qui me fut remis se congelait à $-1^{\circ},21$, mais je ne puis affirmer qu'il fût pur de tout mélange avec de l'eau de mer ou du sel. Des précautions toutes spéciales peuvent seules empêcher cette adultération.

Je ne retiens, pour le moment, que le résultat de la première expérience. Il est remarquable que cette température de congélation, $-0^{\circ},74$, est notablement plus basse que celle du sérum des mammifères terrestres. J'ai obtenu, en effet, pour ceux-ci, des nombres peu différents de ceux que Dreser, Hamburger, Koramyi, Hedin et Winter ont déjà publiés. Je transcris ici quelques-unes de ces températures de congélation déterminées dans le laboratoire de physiologie de la Faculté de médecine de Bordeaux :

	Température de congélation.
Sérum de chien	} $-0^{\circ},617$ } $-0^{\circ},585$
Sérum de cobayes en digestion	$-0^{\circ},59$
Sérum de cobayes à jeun	$-0^{\circ},57$
Sérum de cheval. ²	$-0^{\circ},538$

REPTILES. — Au mois de décembre 1898, j'ai pu soumettre à la congélation le sérum d'une tortue de mer (*Chelonia Caouana* Schw.), qui avait été prise dans les passes à l'entrée du bassin et qui vivait depuis plusieurs mois dans les réservoirs de l'Aquarium. Ce sérum s'est congelé à $-0^{\circ},602$. Bottazzi et Ducceschi, opérant sur une espèce d'eau douce, l'*Emys europæa*, ont trouvé des températures de congélation du sérum variant entre $-0^{\circ},463$ et $-0^{\circ},485$, tandis que le point de gel s'est abaissé à $-0^{\circ},615$ pour le sérum de la *Thalassochelys Caretta* L., c'est-à-dire, précisément, de la tortue de mer qui a servi à mon expérience : les deux dénominations sont en effet des synonymes s'appliquant à une seule et même espèce.

Je constate, sans en tirer de conclusion pour le moment :

1° Que la température de congélation trouvée pour le sérum

de l'espèce marine, en Méditerranée, est légèrement plus basse que celle que j'ai observée à Arcachon chez la même espèce;

2° Que ces deux températures, très voisines l'une de l'autre, sont notablement plus basses que celle qui concerne l'espèce d'eau douce.

Poissons. — Afin de faciliter la comparaison des liquides organiques avec l'eau de mer naturelle ou artificielle, j'exprimerai, dans la suite, la teneur en chlore des liquides étudiés par le poids correspondant de chlorure de sodium contenu dans un litre, par exemple. De plus, suivant l'usage généralement adopté, je désignerai le point de congélation de chaque liquide par la lettre grecque Δ .

Téléostéens. — Jusqu'à présent, mes recherches ont porté, presque exclusivement, sur deux espèces : la Baudroie (*Lophius piscatorius* L.) et le Poisson-lune (*Orthogoriscus mola* Bl.). Le premier est commun sur les côtes du golfe de Gascogne; le second est plus rare; mais comme il n'a aucune valeur marchande j'ai pu étudier en toute liberté les individus capturés par les pêcheries. De plus, la Baudroie et le Poisson-lune atteignent une taille considérable, ce qui permet de déterminer, sur un même animal, la composition chimique et les propriétés physiques des divers liquides du corps. Pour des poissons plus petits, il faut nécessairement mélanger les liquides de plusieurs animaux de sorte que, s'il existe des différences individuelles, l'observateur ne peut les constater.

Les résultats que j'ai obtenus concernant deux espèces seulement de Téléostéens, je ne me crois pas autorisé à en tirer des lois. Je les transcris ci-dessous comme documents d'attente.

1° Chez le Poisson-lune, comme chez la Baudroie, tous les liquides organiques, sérum sanguin, lymphe péricardique ou péritonéale, urine, bile, se sont congelés à des températures comprises entre $-0^{\circ},62$ et $-0^{\circ},80$. Trois fois, j'ai observé des températures de congélation de $-0^{\circ},86$, $-0^{\circ},90$, $-0^{\circ},96$ pour le sérum ou la bile, mais ces liquides étaient putréfiés; il est fort possible que le processus de putréfaction soit capable de changer la concentration moléculaire d'un liquide organique; il semble qu'ici il l'ait accrue.

Je dois faire remarquer que les animaux sur lesquels j'ai opéré provenaient directement de la haute mer, dont l'eau se congèle au-dessous de -2° . Or, Bottazzi a posé comme loi que la pression osmotique du sang des Téléostéens est la moitié de celle de l'eau de mer. Mes expériences ne confirment pas cette conclusion. Les points de congélation des sérums que j'ai étudiés ont varié de $-0^{\circ},69$ à $0^{\circ},80$; pour que la loi de Bottazzi fût exacte, l'eau de mer eût dû se congeler au plus bas vers $-1^{\circ},60$.

D'ailleurs, les températures publiées par Bottazzi lui-même, pour le sang du *Serranus gigas* L., et du *Charax puntazzo* Gm., sont $-1^{\circ},035$ et $-1^{\circ},04$; d'après la loi énoncée, le point de congélation de l'eau de la Méditerranée devrait être $-2^{\circ},08$, tandis que, comme on l'a vu, Bottazzi lui assigne la valeur $-2^{\circ},29$. En rapprochant les expériences de Bottazzi des miennes, on pourrait peut-être dire que la température de congélation du sérum sanguin des Téléostéens varie entre des limites assez étroites, qui sont dans un certain rapport avec la température de congélation de l'eau de mer, mais non dans le rapport de 1 à 2. De nouvelles expériences décideront cette question.

2° Dans les deux espèces que j'ai étudiées, le sérum sanguin et la lymphe péritonéale ou péricardique, contiennent par litre de 9 gr. 24 à 11 gr. 64 de chlorure de sodium, soit en moyenne 10 gr. 5. Les variations du chlore sont parallèles à celles du point de congélation.

Exemple :

	Point de congélation.	Teneur en NaCl par litre.
Sérum de	$-0^{\circ},68$	9 ^{gr} ,24
<i>Lophius piscatorius</i> L.	$-0^{\circ},80$	11 ^{gr} ,64

3° Dans l'urine et la bile des mêmes animaux, bien que leur température de congélation ne soit pas très inférieure à celle du sérum, la teneur en NaCl est sensiblement moins élevée : 8 gr. 4 dans l'urine du Poisson-lune, 7 gr. 3 dans sa bile et 2 gr. 34 seulement dans la bile d'une Baudroie dont le sérum contenait 9 gr. 36 de chlorure de sodium par litre.

Si l'on veut bien se souvenir qu'une dissolution de chlorure de sodium pur à 10 grammes par litre se congèle à $-0^{\circ},60$, on reconnaîtra par les chiffres qui précèdent que, dans le

sérum sanguin des Téléostéens, les chlorures paraissent être les éléments tout à fait prépondérants de la pression osmotique; ils contribuent encore d'une façon notable à la pression osmotique de l'urine, mais peuvent dans la bile céder le pas à d'autres substances qui sont probablement les sels biliaries.

4° Les divers liquides étudiés, y compris l'urine, ne renferment que de très faibles quantités d'urée, de 0 gr. 3 à 0 gr. 6 par litre. Dans l'urine du Poisson-lune j'ai constaté l'existence de la cystine dans la proportion d'environ 2 grammes par litre.

5° Enfin, chez un seul et même animal, les différents liquides organiques ont des températures de congélation sensiblement différentes, et ne paraissent pas être en équilibre osmotique. En voici des exemples :

Nom de l'espèce.	Nature du liquide.	Point de congélation Δ.	
Poisson-lune.	Sérum.	— 0°,80	
	Urine.	— 0°,69	
Baudroie. {	1 ^{er} animal. {	Sérum.	— 0°,80
		Urine.	— 0°,78
	2 ^e animal. {	Lymphé péricardique.	— 0°,74
		Bile.	— 0°,69
		Sérum.	— 0°,68
		Bile.	— 0°,62

Ganoïdes. — Je n'ai, sur l'Esturgeon, qu'une seule observation :

Nature du liquide.	Point de congélation Δ.	Teneur en NaCl par litre.
Sérum	— 0°,76	9 ^{gr} , 79
Bile	»	6 ^{gr} , 43

Par suite d'un accident, je n'ai pu déterminer le point de congélation de la bile. Ces nombres sont sensiblement égaux à ceux déjà trouvés chez les Téléostéens.

Dans le sérum, le magnésium a été dosé; le rapport du chlore au magnésium, qui est de 20 dans l'eau de mer, est égal ici à 49. Au point de vue minéral, le sérum de l'esturgeon n'est donc pas du tout de l'eau de mer diluée.

Sélaciens. — Chez les Sélaciens, la pression osmotique de tous les liquides internes augmente brusquement, et

atteint, pour quelques-uns d'entre eux, la pression osmotique de l'eau de mer. La teneur en chlore s'élève aussi, mais non pas d'une façon proportionnelle. Enfin l'urée, qui n'existe qu'à dose très faible dans les liquides du corps des poissons osseux, se trouve accumulée en quantités considérables dans le sang et la lymphe des Sélaciens. Ces caractères physico-chimiques des liquides internes accentuent la séparation tranchée que les naturalistes avaient déjà établie entre les Sélaciens et les autres ordres des Poissons, en se basant sur l'anatomie comparée.

Sans entrer dans le détail de mes observations, je me contenterai de résumer ci-dessous les conclusions de la note qui a été présentée en mon nom à l'Académie des Sciences dans la séance du 10 décembre 1900 :

1° Le sérum sanguin, la lymphe péricardique ou péritonéale (et le liquide utérin chez les Ovovivipares) ont, dans les différentes espèces de Sélaciens, une température de congélation voisine de celle de l'eau dans laquelle ils vivent normalement. Dans un certain nombre de cas, cette température s'est montrée inférieure au point de congélation de l'eau de 4 à 5 centièmes de degré, ce qui indiquerait dans les liquides du corps une pression osmotique légèrement supérieure à celle du milieu (1). Cette différence est-elle une nécessité organique ou tient-elle à une adaptation incomplète des animaux que j'ai étudiés aux eaux moins salées du bassin d'Arcachon? C'est ce que je ne puis décider sans de nouvelles et minutieuses expériences.

2° Le sang, la lymphe et le liquide utérin contiennent des proportions de chlore sensiblement constantes pour une même espèce et un même liquide, mais toujours notablement inférieures à la quantité de chlore contenue dans l'eau de mer. Chez la plupart des Sélaciens, tels que *Trygon vulgaris*, *Scyllium canicula*, *Scyllium catulus*, *Centrina*, *Galeus canis*, *Raia undulata*, etc., les chlorures du sérum et de la lymphe, évalués en chlorure de sodium, ont oscillé dans mes déterminations entre 15 gr. 5 et 17 grammes par litre;

(1) Les chiffres indiqués par Bottazzi dans ses recherches sur les Sélaciens de la Méditerranée prêtent à la même remarque, mais l'auteur ne paraît pas y avoir attaché d'importance.

mais, chez la Torpille, j'ai obtenu jusqu'à 22 gr. 6. Ces nombres sont beaucoup plus élevés que ceux trouvés dans les liquides homologues des poissons osseux, mais ils ne représentent pourtant que la moitié ou au plus les deux tiers des chlorures de l'eau de mer.

3° Les sels de l'eau de mer autres que les chlorures paraissent se retrouver dans le sérum et la lymphe des Sélaciens, mais avec des proportions différentes. C'est ainsi que le rapport du chlore au magnésium, qui est à peu près égal à 20 dans l'eau de mer, a été trouvé égal à 30 dans le sérum de la Roussette. Tout comme le sérum de l'Esturgeon, celui des Sélaciens n'est donc pas, au point de vue minéral, de l'eau de mer diluée, mais il en est moins éloigné.

4° Chez un même animal, la lymphe péricardique ou péritonéale et le liquide utérin se sont montrés plus riches en chlorures que le sérum. L'urine et la bile contiennent ordinairement moins de chlorures que le sérum. Je n'ai pas déterminé le point de congélation de ces deux derniers liquides, généralement très peu abondants, et je ne puis, par conséquent, indiquer le rapport qui existe entre leur pression osmotique et celle du sérum ou de la lymphe.

5° Il semble au premier abord inexplicable que le sérum, la lymphe, le liquide utérin et l'eau de mer, bien que contenant des proportions très différentes de sels minéraux se congèlent sensiblement à la même température. Cette égalisation de la pression osmotique est due aux matières organiques et principalement à l'urée qui existe, dans les liquides internes que je viens de nommer, à la dose de 20 à 27 grammes par litre.

Déjà, en 1897, Bottazzi avait signalé que, dans la baie de Naples, la température moyenne de congélation de l'eau de mer étant — 2°,29, celle du sérum des poissons cartilagineux oscillait autour de — 2°,356. Il en concluait que le sang de ces animaux était isotonique à l'eau de mer. Léon Frédéricq ayant de son côté, fait des dosages de sels dans le sérum des Sélaciens, écrivait, en 1899, dans sa *Note sur le sang de l'écrevisse* : « Il y a désaccord entre Bottazzi et moi au sujet des Plagiostomes. »

Les nombreuses analyses et les déterminations cryoscopiques que j'ai exécutées depuis plus de deux ans sur les

liquides organiques des Sélaciens donnent la clef de cette contradiction plus apparente que réelle. On savait déjà, par les travaux de Krukenberg, que tous les tissus des poissons cartilagineux contiennent de fortes proportions d'urée; il était vraisemblable que la pression osmotique élevée du sang constatée par Bottazzi tenait pour une bonne part à la présence et à l'abondance de l'urée. Telle a été l'idée directrice de mes recherches sur ce point.

De mes observations, rapprochées de celles de Bottazzi, découle une dernière et importante conséquence. Non seulement, grâce à l'urée, la pression osmotique du sérum des Sélaciens est beaucoup plus élevée que celle du sérum des poissons osseux, mais elle est *égale ou à peine supérieure à la pression osmotique du milieu*. Cette isotonicité a été constatée par l'expérience, à Arcachon comme à Naples, et avec des valeurs différentes de la pression osmotique dans les deux stations. Il semble donc bien qu'il y a là, non une coïncidence fortuite entre deux faits indépendants, mais un lien causal et un trait tout à fait caractéristique de l'organisation des Sélaciens.

La résistance des hématies chez les poissons.

Dans une communication faite au 62^e Congrès des naturalistes et médecins allemands, tenu à Heidelberg en 1889, le professeur Mosso, de Turin, a fait connaître le résultat de ses expériences sur la résistance des hématies dans différentes espèces de poissons de mer. Il signale en particulier comme ayant une résistance extrêmement faible les globules rouges des Sélaciens, qui abandonneraient leur hémoglobine dans une solution de sel marin à 25 ‰. Depuis 1889, aucun observateur, à ma connaissance, n'a contrôlé ces déterminations. Au cours de mes recherches sur les liquides organiques des animaux marins, j'ai eu l'occasion d'étudier la résistance des hématies des poissons. Je consigne ici les résultats de mes premières expériences, sans rien préjuger quant à la véritable signification du phénomène généralement appelé *hématolyse*.

Sélaciens. — Sang de *Mustelus vulgaris* Müll. Une série de

tubes à essai contiennent des dissolutions de NaCl chimiquement pur dans de l'eau distillée, depuis 9 ‰ jusqu'à 19 ‰. Chaque tube reçoit deux gouttes de sang de *Mustelus*. Quelques heures après, le liquide des tubes contenant des dissolutions faibles est coloré en rose; dans ceux qui contiennent des dissolutions concentrées, le liquide est incolore et les globules sont déposés au fond. C'est le tube qui contient une dissolution de NaCl à 13 ‰ qui termine la série colorée; la coloration y est très faible. Le suivant, qui contient une dissolution de NaCl à 14 ‰, est tout à fait incolore. J'en conclus que les hématies de *Mustelus* abandonnent leur hémoglobine dans une dissolution de sel marin à 13 ‰ et ne l'abandonnent pas dans une dissolution à 14 ‰. Par conséquent, la dissolution qui représente exactement la résistance des hématies est comprise entre ces deux dissolutions, et on peut sans erreur sensible la considérer comme ayant une teneur en NaCl moyenne entre les deux, soit 13 gr. 5 ‰.

Tère (*Trygon vulgaris* Risso). — La résistance des hématies, mesurée par le même procédé, qui est celui d'Hamburger, s'est montrée un peu plus faible: une coloration très légère s'apercevait encore dans une dissolution de NaCl à 16 ‰.

Torpille (*Torpedo marmorata* Risso). — L'expérience étant disposée comme précédemment, on observe une coloration légère, mais nette, dans une dissolution de NaCl à 14 gr. 65 ‰, et aucune coloration dans la dissolution à 17 gr. 03 ‰. On peut admettre, comme pour le *Mustelus*, que la résistance des hématies correspond à la moyenne de ces deux dissolutions, soit 15 gr. 87.

La conclusion qui ressort de ces expériences, c'est que la résistance des hématies des Sélaciens est quelque peu variable et qu'elle semble correspondre à des dissolutions de NaCl variant de 13 gr. 5 à 16 ‰.

Ces chiffres sont très différents de celui de 25 ‰, indiqué par le professeur Mosso. Au cours de mes recherches, je n'ai trouvé aucun sang de poisson dont les hématies abandonnassent leur hémoglobine dans une dissolution de NaCl à 25 ‰; les chiffres que je viens de faire connaître pour les Sélaciens sont les plus forts que j'aie observés.

Téléostéens. — J'ai recherché la résistance des hématies de la Baudroie et du Poisson-lune.

1° Baudroie (*Lophius Piscatorius* L.). Dans une première expérience, le premier tube coloré contenait une dissolution de NaCl à 9 gr. 5 ‰; le suivant (dissolution à 10 ‰) était incolore. Vu la faiblesse de la coloration et le peu d'écart des solutions, on pouvait admettre que la limite de résistance des hématies était représentée dans ce cas par la dissolution de NaCl à 9 gr. 5 ‰. Une deuxième opération, faite avec du sang plus frais, m'a donné, comme mesure de la résistance des hématies, la dissolution de NaCl à 7 gr. 5 ‰.

2° Poisson-lune (*Orthogoriscus mola* Bl.). L'expérience, faite de la même façon, m'a fourni le chiffre de 8 gr. 5 ‰.

3° Enfin et comme terme de comparaison, j'ai recherché par le moyen précité la résistance des hématies d'une grosse carpe prise dans la Charente, fort loin de son embouchure. J'ai obtenu une coloration faible dans la dissolution de chlorure de sodium à 4 gr. 5 ‰.

En résumé, je n'ai pas observé chez les Sélaciens la très faible résistance que le professeur Mosso attribue à leurs hématies (25 ‰) et dont il fait une loi, ni chez les poissons osseux, même d'eau douce, la forte résistance des globules rouges que signale le même observateur (3 ‰). Je n'ai pas rencontré non plus, du reste, dans le sang des poissons de mer des teneurs en chlorures aussi différentes que celles indiquées par M. Mosso. Dans mes analyses de sérum, la proportion de NaCl a varié, comme on l'a vu, de 9 gr. 25 à 22 gr. 6 par litre des Téléostéens marins aux Sélaciens, tandis que M. Mosso indique des limites beaucoup plus étendues, de 5 grammes à 30 grammes ‰.

Je ne veux pas dire par là qu'il n'existe aucun poisson répondant aux conditions indiquées par M. Mosso; mais je crois pouvoir conclure de mes expériences que la loi formulée par ce savant, quant à la résistance des hématies des Sélaciens, n'est à tout le moins pas générale, puisqu'elle ne s'applique ni à la Torpille, ni à la Tère, ni à l'Émissole (*Mustelus vulgaris* Müll).

Le seul point qui me paraisse bien établi jusqu'à présent par les expériences de M. Mosso et par les miennes, c'est la

relation qui lie la résistance des hématies des poissons et la pression osmotique de leur sérum. Plus la pression osmotique du sérum est forte, plus est élevée la concentration et, par suite, la pression osmotique de la solution saline dans laquelle les globules rouges commencent à perdre leur hémoglobine. Sur ce point encore, il y a une séparation nette et tranchée entre les Sélaciens et les Téléostéens.

	Pression osmotique moyenne du sérum.	1 ^{re} solution de NaCl colorée par l'hémoglobine.
Sélaciens.	— 2°,05	de 13 ^{gr} ,5 à 16 gram.
Téléostéens marins.	de —0°,68 à —0°,80	de 7 ^{gr} ,5 à 8 ^{gr} ,5

Cette différence dans la façon de se comporter des hématies tient-elle uniquement, comme paraît le croire le professeur Mosso, à la différence de la proportion de chlorure dans les divers sérums? L'urée qui, à elle seule, représente plus du tiers de la pression osmotique du sérum chez les Sélaciens, n'agit-elle pas dans une certaine mesure sur les globules rouges, ou bien sa présence est-elle indifférente, comme on le croit généralement d'après les expériences de Grijins? Ces diverses questions ne peuvent être tranchées que par l'expérience.

Les recherches sur les liquides des animaux marins dont je viens de donner un rapide exposé ont été faites à la Station biologique d'Arcachon, sous la bienveillante direction de M. le professeur D^r Jolyet, à qui j'adresse ici le témoignage sincère de mon affectueuse reconnaissance.



TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
Conseil d'administration de la Société scientifique et Station zoologique d'Arcachon	III
Extrait des Statuts.....	IV
Index bibliographique des travaux sortis des laboratoires d'Arcachon (1867-1898).....	V

TRAVAUX DE 1899.

I. B. DE NABIAS. — Nouvelles recherches sur le système nerveux des Gastéropodes pulmonés aquatiques. Cerveau des Planorbes (<i>Planorbis corneus</i>).....	1
II. SABRAZÈS et L. MURATET. — Granulations mobiles dans les globules rouges de certains poissons.....	7
III. F. LALESQUE. — Les ressources de la Station zoologique d'Arcachon.....	16
IV. A. GRUVEL. — Quelques mots à propos de deux excursions à la Station zoologique d'Arcachon.....	23
V. R. QUINTON. — L'invertébré marin fermé anatomiquement au milieu extérieur lui est ouvert osmotiquement.....	27
VI. DE NABIAS. — Noyau lobé des cellules nerveuses chez les Gastéropodes pulmonés aquatiques (<i>Limnæa stagnalis</i> et <i>Planorbis corneus</i>). Action des anesthésiques généraux (chloroforme).....	36
VII. LAFITE-DUPONT. — Fibres et fibrilles musculaires striées du manteau de <i>Sepia officinalis</i>	39
VIII. LAFITE-DUPONT. — Remarques sur la substance fondamentale du cartilage des os jeunes de Triton et de Crocodile.	43

	Pages.
IX. F. JOLYET et J. SELLIER. — Contributions à l'étude de la physiologie comparée de la contraction musculaire chez les animaux invertébrés.	49
X. J. SELLIER. — Recherches sur la digestion des poissons. . . .	93
XI. E. ROMIER. — Observations et expériences comparatives sur l'eau de mer, le sang et les liquides internes des animaux marins.	103





UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE

ET

STATION ZOOLOGIQUE

D'ARCACHON

TRAVAUX DES LABORATOIRES

RECUEILLIS ET PUBLIÉS PAR

Le D^r F. JOLYET

DIRECTEUR DES LABORATOIRES DE LA STATION
ZOOLOGIQUE D'ARCACHON
PROFESSEUR A LA FACULTÉ DE MÉDECINE
DE BORDEAUX

Le D^r F. LALESQUE

PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE
D'ARCACHON
MEMBRE CORRESPONDANT
DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

ET LE D^r B. DE NABIAS

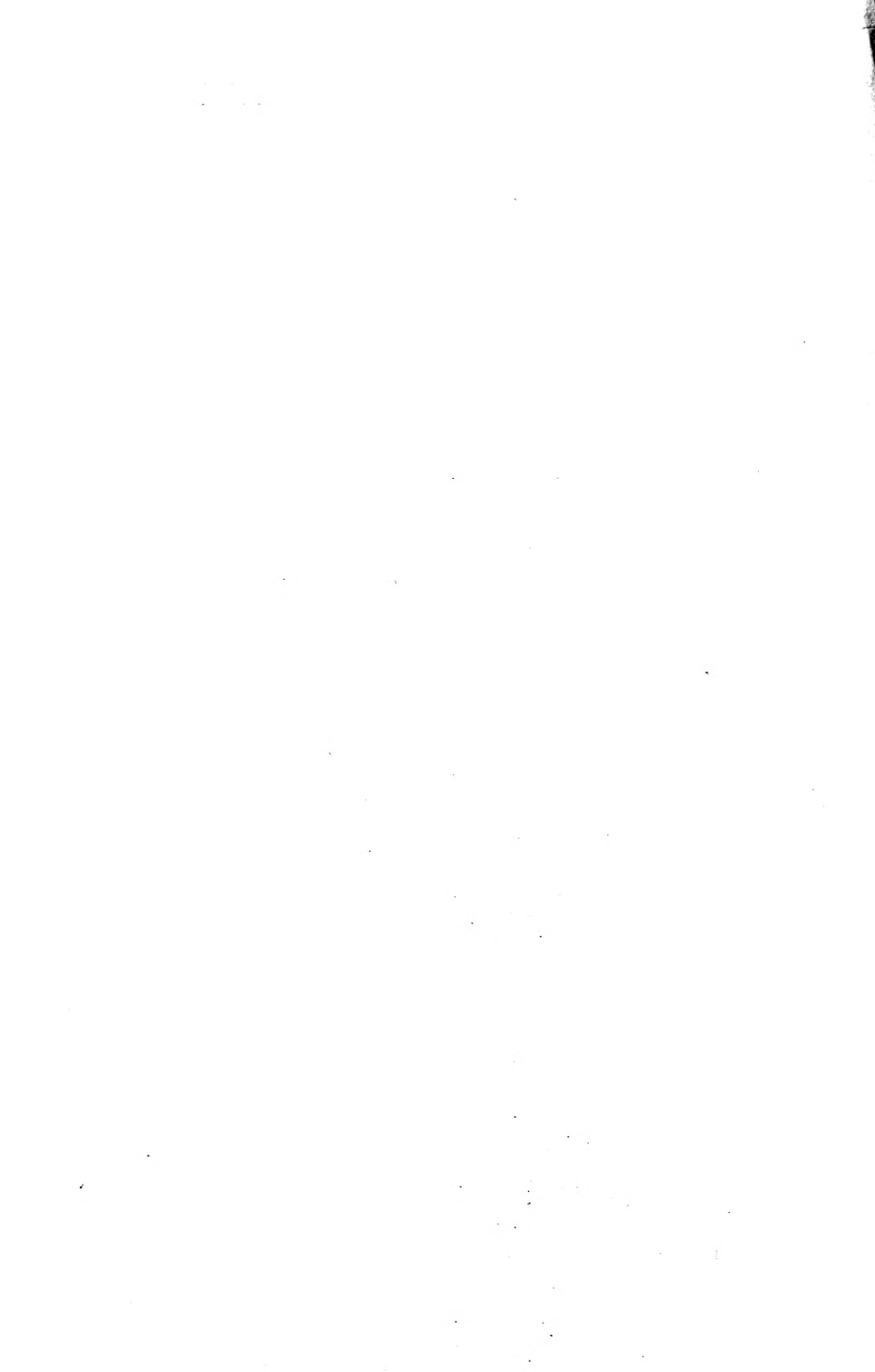
PROFESSEUR A LA FACULTÉ DE MÉDECINE
DÉLÉGUÉ DE L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

ANNÉE 1899

PARIS

LIBRAIRIE OCTAVE DOIN, ÉDITEUR

8 — Place de l'Odéon — 8



A LA MÊME LIBRAIRIE

- FOSTER et LANGLEY.** — Cours élémentaire et pratique de Physiologie générale. Traduit de la 5^e édition anglaise, par F. PRIEUR. — 1 vol. in-18 jésus de 450 pages avec 115 figures. 5 fr.
- LANESSAN (J.-L. de),** professeur agrégé d'Histoire naturelle à la Faculté de Médecine de Paris. — Manuel d'Histoire naturelle médicale (Botanique, Zoologie). 2^e édition, corrigée et augmentée. — 2 forts vol. in-18 formant 2,200 pages, avec 2,050 figures dans le texte, broché, 20 fr. Cartonné toile. 22 fr.
- LANESSAN (J.-L. de),** professeur agrégé d'Histoire naturelle à la Faculté de Médecine de Paris. — Traité de Zoologie, Protozoaires. — 1 beau vol. gr. in-8^o de 350 pages, avec une table alphabétique, et 300 figures dans le texte. . . 10 fr.
- LANESSAN (J.-L. de),** Manuel de Zootomie, guide pratique pour la dissection des animaux vertébrés et invertébrés, à l'usage des étudiants en médecine, des écoles de vétérinaires et des élèves qui préparent la licence ès sciences naturelles, par AUGUSTE MOJSISOVICS ELDEN VON MOSVAR, privatdocent de Zoologie et d'Anatomie comparée à l'Université de Gratz. Traduit de l'allemand et annoté par J.-L. DE LANESSAN. 1 vol. in-8^o d'environ 400 pages, avec 128 figures. 9 fr.
- PHILIPPON (Gustave),** inspecteur du matériel scientifique des écoles normales et supérieures. — Cours de Zoologie, l'homme et les animaux. 2^e édition, rédigée suivant les nouveaux programmes, pour les lycées et collèges, et à l'usage des écoles normales primaires. — Un joli vol. in-18, cartonné toile, de 500 pages, avec 300 figures dans le texte. 4 fr. 50
- ROCHEBRUNE (A.-T. de),** aide-naturaliste au Muséum d'Histoire naturelle de Paris. — Iconographie élémentaire du règne animal, comprenant la figure et la description des types fondamentaux, représentant chacune des grandes classes zoologiques et de ceux des races domestiques. — Prix de chaque série de dix planches en huit et dix couleurs (les séries de 1 à 8 sont en vente) . . . 1 fr. 25
- VAYSSSIÈRE (A.),** maître de conférences à la Faculté des Sciences de Marseille. — Atlas d'anatomie comparée des Invertébrés, avec une préface de M. F. MARION, professeur à la Faculté des Sciences, directeur de la Station zoologique et du Musée d'Histoire naturelle de Marseille. — 1 fort vol. petit in-4^o en carton contenant 60 planches noires et colorées, avec le texte correspondant. Prix de l'ouvrage complet 40 fr.
Relié sur onglets. 46 fr.
- ZOOLOGIE DESCRIPTIVE: Anatomie, histologie et dissection des formes typiques d'invertébrés,** par N.-C. APOSTOLIDES, professeur à l'Université d'Athènes; — Louis BOUTAN, maître de conférences à l'Université de Paris; — E. BRUMPT, préparateur à l'École des Hautes-Études; — L. GUÉNOT, prof. à la Faculté des Sciences de Nancy; — Yves DELAGE, professeur à l'Université de Paris; — Fabre DOMERGUE, directeur adjoint du laboratoire du Collège de France; — L. FAUROT, docteur ès sciences naturelles; — GOURRET, professeur à l'Université de Marseille; — Dr J. GUIART, chef des Travaux à la Faculté de Médecine de Paris; — Paul HALLEZ, professeur à l'Université de Lille; — L.-F. HENNEGUY, professeur au Collège de France; — Ch. JANET, président de la Société zoologique de France; — Louis JOUBIN, professeur à l'Université de Rennes; — J. Joyeux LAFFUIE, professeur à l'Université de Caen; — Louis LÉGER, chargé de cours à la Faculté des sciences de Grenoble; — E.-A. MINCHIN, de Merton collège, Oxford; — J. POIRIER, professeur à l'Université de Clermont; — G. PRUVOT, professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble; — A. ROBERT, préparateur à la Sorbonne; — E. TOPSENT, professeur à l'École de Médecine de Rennes; — E.-F. WEBER, assistant au Musée d'Histoire naturelle de Genève; — Louis BOUTAN, secrétaire de la rédaction. 2 volumes in-18 colombier, cartonné toile, tranches ébarbées, tête dorée, avec 608 figures, dont 148 tirées en couleurs. Prix 20 fr.

WH 19YX /



