

BULLETIN SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE

ET DE LA BELGIQUE,

PUBLIÉ PAR

ALFRED GIARD,

*Chargé de cours à la Sorbonne (Faculté des Sciences),
Maître de Conférences à l'École Normale Supérieure.*



PARIS,

(Sorti des presses le 21 Février)

1891

BULLETIN SCIENTIFIQUE DE LA FRANCE ET DE LA BELGIQUE.

SOMMAIRE :

	Pages ?
P. BONNIER. — Le sens auriculaire de l'espace (37 fig. dans le texte)	1
F. HOUSSAY. — Études d'embryologie sur les Vertébrés : IV, les fentes branchiales auditive, hyo-mandibulaire, spiraculaire et les somites mésoblastiques qui leur correspondent chez l' <i>Axolotl</i> (Planches I à III).	55
FOWLER, NORMAN et A. GIARD. — Sur deux types nouveaux d' <i>Ascothoracida</i> (4 fig. dans le texte)	80
S. LO BIANCO. — Méthodes en usage à la station zoologique de Naples pour la conservation des animaux marins	100
H. VON JHERING. — Sur les relations naturelles des Cochlides et des Ichnopodes (4 fig. dans le texte et Planches IV à VI).	148
J. KUNSTLER. — Projet de réglementation de la pêche du Saumon	258

PRIX DE L'ABONNEMENT :

Pour la France et l'Étranger, un volume : 20 FRANCS.

L'abonnement est payable après la livraison de chaque volume, et sera continué, sauf avis contraire et par écrit.

Adresser tout ce qui concerne la Rédaction et l'Administration à MM.

Alfred GIARD, 14, rue Stanislas, }
Jules BONNIER, 75, rue Madame, } Paris.



LE SENS AURICULAIRE DE L'ESPACE,

PAR

PIERRE BONNIER.

Cette étude ne repose que sur des faits déjà interprétés maintes fois ; elle ne peut se recommander de l'autorité que donnent l'expérimentation et la théorie, car nous n'avons aucune expérience, aucune induction théorique ; les faits que nous rappelons ne nous sont, en aucun cas, personnels et nous ne les tenons le plus souvent que de seconde main, exploités antérieurement par des hypothèses entièrement opposées à la nôtre, et revêtus d'une signification d'emprunt dont il nous a fallu les dénuder.

Aussi ne trouvera-t-on dans cette recherche qu'un simple essai de dialectique physiologique, appuyée sur un peu d'anatomie comparée, visant plus à détruire des conceptions théoriques trop longtemps accréditées, et devenues absolument insuffisantes, qu'à créer une théorie vivace. C'est une manière personnelle de concevoir un sujet qui a toujours été interprété différemment.

Il y a dans tout le domaine scientifique actuel plus de faits qu'il n'en faut pour établir des conceptions générales totalement étrangères à celles qui ont cours. L'école du Fait, qui a enrichi la science,

a, peu à peu, atrophié chez nous les facultés dialectiques que l'on s'attachait autrefois à développer trop exclusivement ; l'observation objective est arrivée à une supériorité de méthode et à une puissance d'analyse chaque jour plus fécondes ; mais quel merveilleux degré de clairvoyance n'avait pas atteint l'observation subjective, la Dialectique des anciens ?

Deux exemples mesureront l'écart : d'un côté, LEIBNITZ définissant l'espace, « l'ordre des choses coexistantes », observation toute objective faite par un dialecticien ; de l'autre, un expérimentateur, DE CYON, localisant le *sens de l'espace* dans une fonction mal définie d'une partie de l'appareil périphérique du nerf auditif. Le plus grand, le plus compréhensif de tous les sens, celui qui nous révèle le non-moi et le moi lui-même, l'opération fondamentale de toute connaissance objective et de toute conscience, se trouve fixé par une expérience dans laquelle on ne constate, en dernière analyse, « qu'un trouble dans l'ordre de *certain*s mouvements organiques coexistants ».

N'est-il pas évident que le sens de l'espace est plus large que la fonction d'équilibre, et que tous nos sens ne sont que des appareils se partageant l'analyse de l'espace, révélé par le mouvement de toute modalité.

Est-ce que l'œil ne possède pas un sens merveilleux de l'espace ; est-ce que la vue et le toucher ne nous révèlent pas l'espace sous des notions de forme et de mouvement, de couleur et de surface, notions bien plus objectives que celles que fournissent l'oreille et l'odorat ?

Le chien flaire l'espace et s'y dirige ; on peut donc dire que le sens de l'espace appartient à tous les organes des sens, car dès qu'à la perception de nature s'adjoint la notion d'orientation, il y a analyse d'espace et tous les sens, les plus subtils comme les plus obtus, orientent. Tout le sensus est compris dans une opération dont les limites sont, en quelque sorte, étendues à deux sphères concentriques s'éloignant sans cesse l'une de l'autre, la connaissance objective et la connaissance subjective. Toutes deux ont l'infini pour limite, ou l'absolu. Nous croyons sans cesse que l'absolu est du domaine de notre révélation, et cet optimisme, cette foi psychique pure nous fixe à tout moment à des synthèses qui règnent un instant, le temps d'un arrêt, et qui tombent bientôt. Toutes les opérations du sensus

se réduisent finalement à des appréciations de mouvement ou de force, à des révélations d'espace : la matière étant une des nombreuses manières d'être de l'espace, la force étant le conflit entre deux ou plusieurs manières d'être de l'espace et le mouvement étant le résultat de ce conflit, c'est-à-dire la substitution d'une manière d'être à une autre ; aucune définition n'est réellement possible objectivement, et ce serait vouloir être à plaisir dupe de soi-même que de chercher à établir la fixité d'une définition objective, dans cette investigation métaphysique où l'on ne possède aucun terme irréductible.

Quand nous nous servons du titre de sens auriculaire de l'espace, nous ne parlons donc que de la révélation de l'espace par l'appareil auriculaire et ses ascendants dans la série organique, depuis l'apparition même de la sensibilité. L'audition fait partie, un peu tard, de la fonction auriculaire, et elle appartient au sens de l'espace dont elle analyse certains ébranlements rythmés.

Nous avons, dans cette étude, réduit à des schémas très simples des appareils parfois très complexes, et nous avons pensé ainsi en faire suivre plus aisément la filière. Une bibliographie complète eût été considérable, on la trouve, d'ailleurs, dans bien des ouvrages classiques. Les auteurs que nous citons et à qui nous faisons des emprunts sont trop connus de ceux qui s'attachent à notre sujet, pour qu'il soit nécessaire de multiplier les indications.

I. IRRITABILITÉ.

La propriété fondamentale de toute matière protoplasmique élémentaire, au point de vue qui nous occupe, est ce qu'on a appelé *irritabilité*.

Il semble que ce soit une forme spéciale d'élasticité moléculaire propre à la matière vivante, une élasticité qui serait sentie par la matière elle-même. La combinaison de la double faculté d'être susceptible d'une action et capable d'une réaction caractérise l'élasticité : si la réaction égale l'action, il y a élasticité simple ; si, pour

des raisons de structure moléculaire, la réaction ne peut égaler l'action, celle-ci progresse : il y a *conduction*.

D'autre part, toujours par un effet de la composition moléculaire, la conduction peut être particulièrement favorable à la transmission de tel ou tel agent, ou bien lui refuser son élasticité et provoquer ainsi une transformation de force. Il est enfin des cas où une puissance de réaction, latente jusque-là, se révèle soudainement sous une action très faible. Si nous examinons la matière organisée et vivante, nous trouvons de même des cas où une action se voit immédiatement neutralisée ; d'autres aussi dans lesquels le protoplasma réagit comme une simple matière non organisée ; il semble d'autres fois non seulement accueillir l'agent en présence, mais encore lui offrir une élasticité remarquable, et devenir pour lui un conducteur excellent.

Cette conduction centripète caractérise la *sensibilité*, spécialisée plus tard peu à peu pour les différentes modalités de l'impression. Puis, il se fait dans la matière une sorte de réserve où la puissance réactionnelle s'accumule pour se dépenser ensuite en conduction centrifuge, dite *motricité*. Les deux grandes manifestations physiques de la matière vivante peuvent ainsi se ramener à une organisation toujours supérieure de l'élasticité protoplasmique.

Capitalisation.

Mais il ne suffit pas que l'élasticité soit organisée pour que la matière vivante subsiste, car l'élasticité ne dépasse pas les limites de l'échange ; il faut discipliner cette force et l'organiser surtout de façon à multiplier et à étendre son pouvoir ; la condition de persistance des êtres vivants, sujets à usure, mais aussi à reconstitution, sera donc la réalisation d'un maximum de force acquise ou de masse, et d'un minimum de dépense ou d'usure.

Il s'agira donc pour la matière animée, et c'est à ce prix que nous existons, de garder pour elle une dîme prélevée sur les échanges, et de rendre moins qu'elle ne reçoit. Cette capitalisation des forces

nécessaires à la vie constitue l'*absorption*, qui repose sur une rupture d'équivalence dans les échanges, et ne peut être entretenue que par une exploitation incessante du milieu extérieur, le maintien d'une organisation et d'un accroissement de masse toujours plus puissants, car il se fait forcément de toutes parts une sorte de gravitation vers la masse absorbante, mieux organisée pour ce qu'on appelle la *circulation*, autrement dit la mise à profit.

La loi de capitalisation va devenir le pivot de toute l'évolution individualiste de la matière organisée, et l'absorption, chimique ou physique, étant la condition primordiale de l'évolution biologique, la sensibilité et la motricité vont se soumettre à cette exigence, et créer les appareils de la *vie de relation*, dont la vie dite *végétative* n'est qu'une transformation, une sorte d'involution physiologique analogue à l'invagination d'un ectoderme devenant entoderme. Il n'y a pas de distinction formelle entre ces deux modalités de la vie organique ; la vie intérieure est une vie toute de relation, mais de relation intra-individuelle, interélémentaire chez les êtres pluricellulaires, intra-élémentaire chez le protozoaire libre, ou l'élément organique d'une collectivité.

Au début, la vie de relation et la vie végétative ne sont pas distinctes l'une de l'autre : quand une amibe éprouve le contact d'un corps étranger, elle l'englobe, s'en fait pénétrer et le dirige à travers sa propre masse ; et, tout en continuant sur lui son action digérante, commencée dès le premier contact, elle ne cesse de le sentir dans tout son parcours, et palpe le corps étranger absolument comme s'il lui restait constamment extérieur.

Nous n'avons pas à étudier l'action digérante ni l'action motrice, mais l'action purement sensitive.

La loi de capitalisation fait évoluer les organismes vers une activité d'absorption toujours croissante avec la masse absorbante ; elle est modérée par une autre loi de sens directement opposée, tendant, au contraire, vers l'inertie comme limite extrême : c'est la *loi du moindre effort*. C'est à cette dernière que le parasitisme doit ses régressions rapides, et c'est à la prédominance de la loi de capitalisation que la marche en avant s'est faite dans toute l'évolution biologique, par l'adaptation au milieu naturel d'abord, puis ensuite au milieu artificiel capitalisé lui aussi.

Nous avons dit que le phénomène essentiel de l'exercice de la

sensibilité était le conflit entre une action et une réaction, la réaction appartenant à l'organisme sensible. Mais il est évident que toute action appréciable est la cessation d'un état antérieur différent, et il est moins légitime de croire que la sensibilité s'exerce dès qu'elle réagit contre une action modifiante, que d'admettre simplement que, loin d'apparaître en ce moment, elle n'a fait que changer d'exercice, et réagir différemment contre des actions différentes.

En d'autres termes, s'il surgit une action de contact, la sensibilité cesse de percevoir le non-contact et réagit différemment en percevant une pression; il y a une sorte de sensibilité statique et une dynamique, la première étant l'équilibre maintenu entre l'action et la réaction, la seconde étant la perception d'une rupture de cet équilibre. Une masse de protoplasma plongée dans un milieu liquide exerce d'une façon continue sa sensibilité vis-à-vis de ce milieu liquide, et si un corps solide vient au contact, il y a rupture de l'équilibre périphérique, dépression de la surface, et exercice d'une réaction sentie.

Contact immédiat.

La forme élémentaire du sens de l'espace se réduit donc à la perception périphérique d'une modification immédiate du milieu; ce qui se schématise ainsi (Fig. 1):



FIG. 1.

Palper passif. — Dans l'exemple de la perception du contact d'un corps solide, il est très vraisemblable que l'imminence du contact était annoncée par une modification appréciable du milieu liquide interposé, car il est fréquent de voir la matière protoplasmique

émettre une sorte de promontoire dans la direction du corps approchant et sembler aller ainsi au devant du contact (Fig. 2).

S'agit-il, dans ce cas, d'une sensation prémonitrice de la modification dans l'équilibre d'une fine couche de liquide interposée entre

deux corps qui en diffèrent par leur consistance ; s'agit-il d'une simple attraction passive exercée par cet état du liquide sur la masse molle du protoplasme ; nous penserions plus volontiers à une sensation véritable et à un palper rudimentaire, dont les exemples sont fréquents dans l'observation des phénomènes de conjugaison.



FIG. 2.

Palper actif. — Mais, d'ailleurs, il existe un véritable palper spontané, destiné à un inventaire perpétuel de l'espace ambiant.

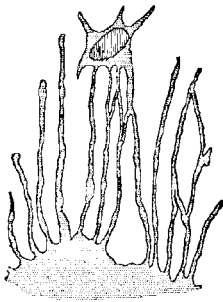


FIG. 3.

L'émission de prolongements doués de mouvements et de sensibilité amœboïdes est un fait général, et les diverticules protoplasmiques peuvent atteindre une ténuité et une division extrêmes, dont l'expansion périphérique, remarquable chez les Foraminifères, encadrera la masse animale d'une sphère de tactilité parfois énorme, relativement aux dimensions de l'animal au repos (Fig. 3).

Le protoplasma garde son homogénéité jusqu'à l'extrémité de ces palpes rudimentaires, et le point où le contact avec un corps étranger a lieu, peut devenir le centre de toute la masse, qui s'écoulera vers lui progressivement, ou mieux encore, si le corpuscule est mobile, enverra vers lui une masse suffisante pour l'attirer.

Cette faculté d'émettre des prolongements d'une longueur et d'une ténuité si remarquables est encore offerte par des individus monocellulaires modifiés par la vie collective et par la spécialisation fonctionnelle ; la cellule nerveuse, unie à ses voisines par des prolongements ramifiés, envoie de la profondeur de l'organisme un prolongement jusqu'à la périphérie de l'individu. A un degré peu élevé de différenciation ce prolongement est d'autant plus court que la cellule est plus périphérique ; nous la retrouverons telle dans l'appareil ectodermique qui constitue la couche papillaire des organes sensoriels les plus parfaits et les plus divers ; plus loin, la

cellule à prolongement siègera dans une couche sous-épithéliale, formant un large ganglion diffus, et plus nous nous élèverons dans la série, plus le système nerveux, quittant la distribution métamérique, adoptera un type d'organisation plus centralisé; plus ces cellules s'éloigneront de la périphérie, plus leurs prolongements terminaux, réduits à de simples filets variqueux quand ils flotteront librement dans un canevas de fibres conjonctives, devenus cylindre-axes engainés quand ils traverseront des tissus compacts, plus ces prolongements deviendront longs et prendront un aspect caractéristique de leur haute différenciation morphologique. Les cellules, amassées en ganglions ou en chaînes grises des centres, (cornes de la moelle) seront en contact avec le palpe d'une autre cellule analogue située plus haut, et ainsi s'établira la hiérarchie des fonctions cellulaires du tissu nerveux, chaque cellule analysant par son prolongement le changement d'état de la cellule sous-jacente, et la plus périphérique palpant directement l'espace extérieur.

Chez le protozoaire, il n'y a pas de différenciation entre les parties à fonction sensitive et celles à fonction motrice. Et en effet, la conductibilité y est indifférente; mais il est un fait remarqué et assez curieusement interprété par certains observateurs; ce fait est le suivant. Quand un rotifère, par exemple, est atteint par un prolongement amœboïde, la vie semble immédiatement suspendue chez lui: est-ce une action tétanisante, comme celle du cylindre-axe sur la fibre musculaire, est-ce une action digérante, profondément modificatrice de la vitalité, agissant chimiquement par contact (certains animaux s'agitent et se débattent encore partiellement alors que déjà ils sont à moitié digérés)? physique ou chimique, il y a dans ce cas une action centrifuge pour laquelle nous retrouverions la même hiérarchie cellulaire, chaque cellule de la chaîne agissant sur celle qui se trouve au bout de son prolongement, et la puissance nouvelle ajoutée par chaque cellule déterminant une augmentation de l'énergie spécifique des conducteurs, analogue à ce qui est connu sous le nom de phénomène de l'avalanche en physiologie.

Palper par intermédiaire rigide: Flagellum, Crin, Cil. — Mais si l'extension d'un prolongement variqueux ou engainé est possible dans une grande étendue à l'intérieur de l'organisme et au travers des tissus, elle atteindra forcément très vite certaines limites

quand il s'agira de pénétrer le milieu extérieur. Il faudra que ces prolongements nus se transforment et que leur protoplasma prenne une certaine consistance et leur assure une rigidité et une solidité grâce auxquelles leur longueur pourra se maintenir. Ainsi apparaît le *flagellum* rigide, ou *crin*, ou *cil*. Nous n'avons pas à faire l'histoire du cil, c'est une formation si générale et si répandue dans toute la série animale, que nous ne chercherons pas à énumérer les conditions multiples de sa présence. C'est la forme tactile monocellulaire, celle des éléments terminaux du système neuroépithélial. Mais il faut cependant, dès l'apparition de la formation ciliée, signaler une double fonction : l'une motrice, servant à la propulsion, à la natation, à la protection de la surface par une sorte de balayage continu, et à la formation active des courants d'absorption ou d'expulsion près des orifices ; l'autre sensitive, que nous analyserons seule. Plus loin, nous trouverons dans l'ectoderme des individus pluricellulaires, et dans les organes qui en dériveront, une distribution du travail très nette, plaçant l'une près de l'autre la cellule protectrice et la cellule sensitive fortement différenciées.

On conçoit très bien que la transformation d'un protoplasme mou en une masse plus solide permette une transmission plus intégrale des pressions, la partie rigide du protoplasme présentant par sa consistance une élasticité moindre et une plus grande facilité de déplacement total. Nous trouverons fréquemment par la suite, à des degrés très différents de l'organisation du sens auriculaire tactile, ce même procédé de l'interposition d'une masse solide destinée au transport intégral d'un ébranlement, soit dans l'appareil cuticulaire des cellules, soit dans l'otolithe, soit dans les plaques formées par des cils conglomérés, soit dans les membranes immergées au milieu d'un liquide ébranlé, soit encore dans la plaque rigide de l'étrier, soit enfin dans la suspension totale de la chaîne des osselets dans la masse aérienne de la caisse.

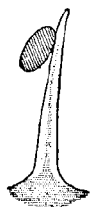


FIG. 4.

Pour l'appareil ciliaire, les avantages qu'il présente sont d'abord une augmentation de résistance au milieu, en laissant de côté sa motilité qui en fait une sorte de palpe rigide (Fig. 4) ; mais le rôle important du cil est de transmettre intégralement au reste du protoplasme les ébranlements et les contacts qu'il éprouve, faisant office de baliste pour les chocs qu'il reçoit par

son extrémité, et de levier pour ceux qui l'atteignent sur le reste de sa longueur. Un tel appareil est surtout excellent pour l'appréciation des contacts avec des corps solides, et c'est lui qui plus tard percevra les mouvements de la masse otolithique.

Palper par intermédiaire flexible. — Mais si le corps solide est mou ou petit, il sera préférable, l'action étant moindre, qu'il soit palpé par un prolongement moins rigide ; c'est ainsi que nous verrons les *poils dits auditifs* devenir moins durs dans les macules saupoudrées de petits otolithes légers ; — si d'autre part, il n'y a plus contact avec des solides, même très mous, mais avec un liquide à qui un ébranlement ou une pression confère momentanément une action dynamique, il faudra que le cil perde encore de sa rigidité (Fig. 5),

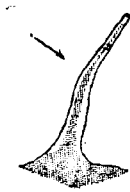


FIG. 5.

et s'il s'agit de percevoir non seulement les ébranlements, mais même les déplacements du liquide sur la paroi protoplasmique, ou les déplacements actifs de l'animal dans son milieu liquide, il y aura avantage pour la perception à ce que le cil diffère aussi peu que possible du liquide lui-même, de façon à suivre ses moindres ondulations (Fig. 6).

Ce long flagellum est en quelque sorte un flotteur vivant, palpant les ébranlements et les déplacements du liquide ; nous le verrons prédominer dans l'appareil des ampoules des canaux semi-circulaires où il y a, en réalité, des courants et, d'après HELMHOLTZ, de véritables tourbillons liquides.

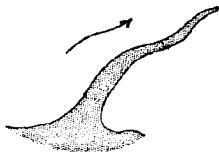


FIG. 6.

Palper à distance. — Cette faculté de s'accommoder à la perception des ébranlements du liquide est, en outre, très propre à rendre compte des modifications qu'un corps étranger, trop éloigné pour

être perçu par le contact direct, détermine dans le milieu intermédiaire à lui-même et à la surface sensible. Cette perception constitue en réalité encore un palper indirect, plus délicat et aussi moins significatif, que nous nommerons le *tact à distance*.

Mais cette distance pour laquelle l'extension du palper direct se

voit dépassée par le palper indirect, c'est-à-dire le palper du milieu intermédiaire modifié, et d'autre part les deux modes d'appréciation par le poil rigide ou le flagellum flasque, ayant des limites assez restreintes, tout l'effort organique, chez les animaux pluricellulaires, va tendre à ce but : multiplier les conditions accessoires de la transmission et discipliner les milieux interposés, soit en allant au devant de l'ébranlement liquide, soit en l'attirant et en le traduisant en une série de modifications adaptées à une organisation de plus en plus différenciée. C'est ainsi que, ne voulant pas ou ne pouvant pas aller vers la montagne, nous la faisons venir à nous, au moins à notre vue, par le télescope : et de même nous allons voir se modifier peu à peu les milieux interposés entre la sensation et son objet, ou à défaut de l'objet lui-même, le milieu commun modifié par lui.

Tact périphérique. — Ces modifications organiques se manifestent dès l'apparition des individus pluricellulaires et tout naturellement c'est à la périphérie que le tact se localise, sous la forme de cellules différenciées au milieu de cellules ectodermiques formant l'épaisseur de la paroi. Quand l'ectoderme est libre, il est sensible sur toute sa surface, quand il ne l'est que partiellement, comme chez les Spongiaires incrustés, le tact se localise aux parties libres, c'est-à-dire à l'orifice des pores, comme dans le cas des *synocils* figurés par LENDENFELD chez les éponges cornées.

Formations neuro-épithéliales.

Nous devons ici laisser un moment l'étude de l'élément devenant de plus en plus exclusivement sensitif, avec la différenciation progressive des organismes, et étudier dans son ensemble la formation ectodermique dont il fait partie. On a donné à cette formation le nom de *neuro-épithélium* ; ce nom est absolument justifié, mais nous devons laisser presque entièrement la fonction protectrice de l'épithélium pour le considérer plutôt dans la fonction spéciale qu'il remplit par rapport à l'appareil sensitif.

Disons seulement que les cils, qui couronnent le plateau des cellules épithéliales cylindriques, restent des cils vibratiles libérant sans cesse la surface tactile, et persistant dans ce rôle jusqu'à ce que des changements organiques importants les rendent inutiles et les transforment en appareils appropriés à un rôle que nous aurons à analyser plus loin.

D'autre part, nous ne reviendrons pas sur le prolongement variqueux que la cellule, devenue décidément nerveuse, envoie vers les centres, représentés d'abord par une couche de cellules nerveuses à prolongements constituant une sorte de ganglion diffus et étalé sous l'épithélium de l'ectoderme; puis, par des amas ganglionnaires distincts, formant des centres métamériques plus localisés comme siège et plus élevés comme fonction; ensuite, le plan du système nerveux devenant toujours plus concentré, les centres seront représentés par deux chaînes parallèles constituant, chez les derniers échelons de la série organique, l'être nerveux double, droit et gauche, que nous sommes.

L'ectoderme peut se figurer d'une façon schématique de la manière suivante (Fig. 7) :

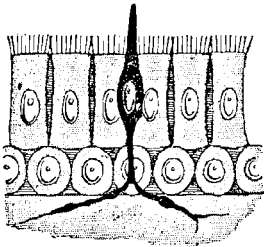


FIG. 7.

Il est constitué par trois sortes d'éléments : d'abord une couche de cellules ciliées à plateau cuticulaire que nous nommerons *Cylinderzellen* (M. SCHULTZE), *Zahnzellen* ou *Isolationzellen* (HASSE); puis, au-dessous des cellules rondes à noyaux, qui seront les *Basalzellen* (M. SCHULTZE); et, enfin, l'élément tactile essentiel, *Stachelzellen* (LEYDIG) ou encore *Stäbchen*, *Hörzellen* (HASSE).

La cellule sensitive est étroitement logée entre les cellules épithéliales, et nous allons la voir se modifier dans toutes les formations ectodermiques qui vont suivre et nous mener aux appareils neuro-épithéliaux des sens chez les animaux supérieurs. Nous devons trouver une très remarquable uniformité et dans la disposition organique et dans la fonction.

Le sens de l'espace extérieur, celui qui révèle les diverses modalités du non-moi, va toujours garder pour organe périphérique une partie de l'ectoderme plus ou moins invaginé, mais toujours un ecto-

derme à fonction tactile unique, variant peu du schéma originel, et vivant toujours dans un milieu liquide, très peu différent du milieu pélagique où nous l'étudions d'abord. Il est remarquable, en effet, de voir ce milieu salin, pélagique, dont l'entretien peut être considéré comme la fonction fondamentale de la nutrition et de la circulation, baigner constamment toutes les formations ectodermiques des organes des sens, plus peut-être que les autres éléments de l'économie.

Toutes les différenciations que nous allons voir survenir dans la structure de l'appareil tactile du sens auriculaire de l'espace ont lieu au sein d'un liquide qui ne diffère pas essentiellement du milieu marin et dont le renouvellement sera activement assuré par des aqueducs spéciaux.

La cellule à fonction sensorielle, auditive pourra-t-on dire plus tard, tactile dirons-nous toujours, va perdre d'abord son aiguillon, auquel elle devait le nom donné par LEYDIG, et s'effiler de plus en plus de façon à devenir un mince cordon (*Fadenzellen* de SCHULTZE) effacé par les cellules épithéliales qui l'entourent. Vue par transparence à travers l'épaisseur d'une cellule d'*isolation*, elle semble s'y enfoncer par la base, ou se perdre dans le noyau, ou dans la

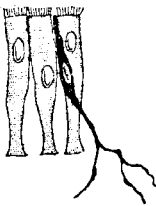


Fig. 8.

cuticule terminale, ou encore parmi les cils ou leurs correspondants ultérieurs. Mais un fait reste constant, c'est que la cellule nerveuse, qui peut s'isoler singulièrement de ses voisines, les cellules cylindriques, leur reste toujours unie par la partie supérieure, comme dans le schéma suivant (Fig. 8), inspiré par un dessin de O. et R. HERTWIG, dans une des planches de leur Mémoire sur les Actinies, 1879.

Cette disposition fait pressentir l'adaptation réciproque du filet nerveux et des cellules à cuticule dans l'organe de CORRI. — « Nous serions tenté, dit PAUL MEYER, d'admettre que ces fibrilles d'axe passent entre les cellules auditives, se glissant le long de leur corps pour arriver au plateau terminal sans entrer en rapport direct avec leur partie centrale » (Etudes histologiques sur le labyrinthe membraneux des reptiles et des oiseaux, p. 129). Pour HASSE, le filet nerveux terminal traverse et dépasse la cellule, qui ne joue qu'un rôle accessoire, mais nous savons quelle est la transparence des

cellules de soutien, et combien il est facile de suivre à travers leur substance un filet osmié contigu à leur paroi opposée.

Nous verrons, après avoir étudié les transformations des cellules épithéliales, les conditions de ce contact et le rôle qu'on peut lui attribuer.

Excitant tactile.

Mais auparavant, nous devons faire remarquer que le mode d'excitation d'un filet nerveux le plus appréciable est une sorte de broiement léger, de pincement. VULPIAN comprimant dans les mors d'une pince à disséquer les filets blancs des cordons de la moelle ne faisait qu'employer l'excitant naturel que nous voyons comme transformation ultime de toutes les impressions tactiles périphériques. Partout la terminaison nerveuse se trouve entre une enclume et un marteau, soit que sa propre substance y soit intéressée, soit aussi parce que l'enclume est le point où la *force* (marteau) voit naître d'elle un *travail* effectif, directement appréciable. Il faut, en effet, une appréciation de travail pour faire reconnaître une force, et tel organe, comme les terminaisons nerveuses de la rétine, sera resté insensible à la lumière qui le traverse, et ne la percevra qu'au point

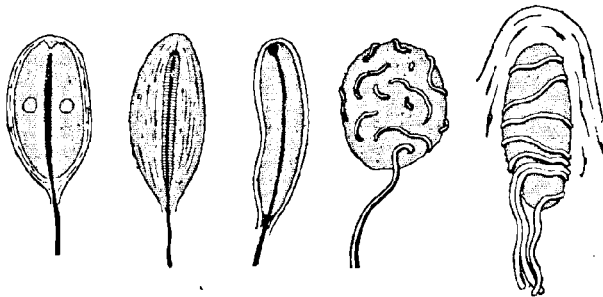


FIG. 9.

précis où l'interposition d'un écran noir, la *lamina fusca* des cellules pigmentaires de la choroïde, arrête cette force et la transforme

en un travail appréciable à la matière nerveuse présente au conflit. De même, l'appareil périphérique du sens du tact aura toujours une enclume et un marteau ; dans l'un, la pression transmise par l'épiderme sera le marteau et une masse résistante jouera le rôle de l'enclume, comme dans le corpuscule tactile, ou bien le filet terminal sera inclus dans la masse plus dense qui forme à la fois enclume et marteau, comme dans les appareils de PACINI, de KRAUSE, de GRANDRY, etc. (Fig. 9).

Il n'est pas nécessaire de faire remarquer combien le schéma de l'ectoderme rappelle la terminaison olfactive, et nous passons à l'étude des modifications de l'appareil accessoire de la perception tactile périphérique.

Formations accessoires. — Tout d'abord les cellules ciliées présentent vers leur extrémité libre un épaissement en forme de plateau sur lequel sont fixés les cils. Cet épaissement cuticulaire se forme par un procédé de condensation protoplasmique et est tout à fait semblable au cil rigide avec lequel d'ailleurs sa substance se confond ; la cuticule peut offrir une grande épaisseur et bomber fortement vers l'intérieur de la cellule, et de plus sa face libre, la face ciliée, peut se déprimer en cupule et former une véritable collerette cuticulaire dont les analogies ne manquent pas dans toutes les variations des cellules cylindriques. D'autre part, la couronne de cils vibrants peut se fusionner en un bâtonnet compact (HASSE), ou sortir du fond de la cupule sans se fusionner et former une petite houppe qui semble issue du noyau lui-même (WALDEYER) ; DEITERS avait remarqué que le bâtonnet formé de cils agglomérés (KEY et RETZIUS) dans toute la série, pouvait occuper non le centre mais le bord du plateau ; LEYDIG montra qu'il s'agissait non plus d'un bâtonnet rond et conique, mais d'une plaque, peut-être vibrante, vue de profil ; enfin PAUL MEYER figure des cellules isolées où la plaque de cils fusionnés semble former une voile triangulaire, placée vers l'un des bords du plateau, et résultant de l'union de cils paral-

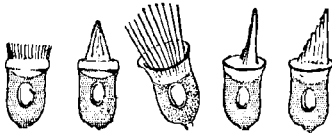


FIG. 10.

lèles de hauteur croissante (Fig. 10).

Chacune de ces formations jouit, de par l'épaisseur et la dureté de son plateau, du pouvoir d'exercer une pression latérale sur les filets nerveux qui viennent affluer à sa surface. HENSEN qui voyait dans ces formations, purement épithéliales selon nous, une sorte de cellule ganglionnaire directement impressionnable sous la compression de sa coiffe cuticulaire, en faisait des cellules auditives, ainsi que la grande généralité des auteurs. Mais n'est-il pas évident que si l'on peut faire jouer un rôle au déplacement compresseur de la plaque terminale, ce sera celui de broyer légèrement les cellules effilées, nerveuses, dont l'extrémité est incluse dans leur agencement en pavé. Ajoutons que l'agglomération des cils en fait un bâtonnet rigide qui jouera de son côté le rôle d'un levier coudé très sensible à l'égard de la plaque cuticulaire, qu'il déplacera latéralement en comprimant le filet nerveux entre deux plateaux consécutifs (Fig. 11). Et si, au lieu d'un bâtonnet formant levier, nous avons une plaque perpendiculaire aux ébranlements ordinaires d'un liquide, cette plaque formera un écran bien plus sensible qu'un bâtonnet, et communiquera à la plaque comprimante de la cellule épithéliale une action très délicate et très vive à la fois. Les bâtonnets des cellules

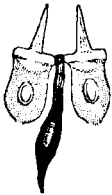


FIG. 11.

à plateau sont autant de petits leviers formant avec ces plateaux des systèmes coudés, dont nous verrons le principe utilisé plus tard par le petit os étrier pour un fonctionnement assez différent. C'est grâce à ce dispositif que la perception tactile devient une perception de pincement d'une fibrille d'axe par deux plateaux cuticulaires, faisant enclume et marteau. Nous n'insisterons pas davantage sur la délicatesse de cette formation dont nous verrons plus

loin la raison d'être physiologique.

Si nous abandonnons la plaque ciliée des cellules cylindriques, nous retiendrons que son extrémité interne s'est allongée en même temps que la cellule nerveuse devenue simple filet terminal. Nous trouvons figurée par HERTWIG la cellule ciliée s'effilant par sa base et allant, très loin de la surface, affecter une forme qui a toute l'apparence d'un organe franchement conjonctif (Fig. 12).

La base triangulaire des cellules rappelle une formation analogue du prolongement interne des cellules à bâtonnet et à cônes de la rétine. Il règne une grande obscurité sur ces formes épithélio-con-

jonctives à caractère assez indécis ; et si nous trouvons dans les macules et les crêtes acoustiques de la *pars superior* des organes auditifs chez les vertébrés supérieurs une distinction assez nette entre les tissus franchement nerveux et épithéliaux, ou conjonctifs, en bien des points l'histoire des adaptations morphologiques est complètement à faire. Signalons seulement pour le limaçon, la formation cuticulaire spéciale (WALDEYER) des piliers de CORTI, provenant de deux cellules cylindriques jumelles ; pour la membrane réticulaire, PAUL MEYER y voit simplement « l'exagération du rebord cuticulaire signalé sur tous les neuro-épithéliums et déjà très considérable chez les reptiles. »

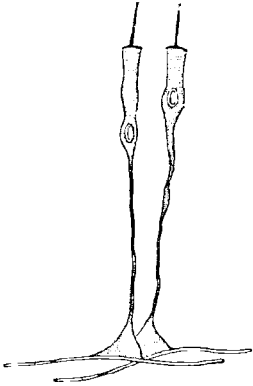


Fig. 12.

Les cellules basales qui formaient matelas sous l'appareil tactile se retrouveront, jouant le même rôle de cellules molles à noyaux, remplissant les interstices des fibres de MUELLER dans la rétine, et très petites, tandis qu'elles seront énormes comme des cellules adipeuses dans la rampe moyenne du limaçon, formant deux coussins de part et d'autre de la région spécialement tactile.

Si nous refaisons, en la complétant, la comparaison de l'appareil terminal dans la rétine et dans l'organe de CORTI, nous devons pousser les analogies un peu plus loin que ne l'a fait PAUL MEYER, et faire les homologations suivantes.

Nous avons vu que la force, pour être appréciable, devait se transformer en un travail qui, pour le sens du tact, sera une compression.

Dans la rétine (Fig. 13, A), l'ondulation lumineuse, après avoir traversé toute la masse interposée, rencontre une couche de cellules pigmentaires, la lamina fusca de la choroïde (α), et devant cet écran noir qui ne la laisse pas progresser, se transforme en un travail que nous ne connaissons pas, pas plus que la structure intime du bâtonnet et du cône, plongés précisément dans le milieu où le conflit entre l'onde lumineuse, faisant marteau, et l'écran noir, faisant enclume, se produit constamment. Dans bien des formations oculaires, l'ap-

pareil nerveux se laisse traverser par le mouvement lumineux qui n'agit pas sur lui, et c'est seulement à la surface d'un écran pigmentaire. là où ce mouvement, ne pouvant persister sous sa forme spéciale, doit subir une modification totale et produire un travail, que l'organe tactile, développé en conséquence, pourra le percevoir.

Dans le limaçon, les cellules ciliées, agent direct de la compression au moyen de leurs plateaux broyant les filets nerveux, portent ces filaments à l'encontre de l'action compressive d'une masse mal définie (Fig. 13, B, a'), qui a, d'après P. MEYER, la consistance de la matière cérébrale fraîche, très capable d'exercer une pression douce, mais persistante, sur les cils logés dans ses petites cavités inférieures et de tétaniser ainsi en quelque sorte les extrémités des cellules nerveuses. Nous verrons plus loin que c'est en cet endroit précis que les ébranlements sonores auront leur plus grande intensité, et que la masse de la membrane de CORTI, analogue à la cupule terminale des ampoules, ébranlée dans un sens ou dans l'autre, rencontrera dans son déplacement les petites voiles rigides qui sillonnent la surface polie de la membrane réticulaire, et exercera sur certaines d'entre elles des pressions traduites en broiements intercuticulaires des filets nerveux.

Il y a donc, là encore, une transformation de mouvement en travail perçu par les terminaisons nerveuses.

La membrane limitante externe (b) a déjà été comparée à la membrane réticulaire (b'), la limitante interne (c) se rapportera également à la membrane basilaire (c'); les deux membranes sont unies et maintenues à distance, d'une part, au moyen du canevas délicat des fibres de MUELLER (d) et de l'autre, soit par la formation spéciale des arcs de CORTI (d') dont chaque pilier provient d'une cellule modifiée, soit par la division des cellules cylindriques, reliquat de l'épithélium ectodermique. Les unes restent fixées et suspendues à la membrane réticulaire, et les autres s'allongent en fuseau (d'') avec un prolongement inséré sur la basilaire et l'autre (Phalangen vorsaezte de SCHWALBE) allant vers la membrane réticulaire, alternant avec les cellules ciliées et jouant un rôle très différent, diminutif de celui que jouent les arcs de CORTI, et que nous aurons à interpréter plus loin.

Nous avons vu ce qu'étaient devenues les cellules basales. Nous ne reviendrons pas davantage sur l'appareil terminal constitué, d'une

part, par des filets affleurant au milieu de cellules épithéliales peu transformées (cellules de CORTI (*e'*) et, d'autre part, représenté par la formation difficile à interpréter des cônes et des bâtonnets (*e*). Il s'agit vraisemblablement, dans la perception de la lumière, d'une opération chimique, mais sur laquelle nous ne savons rien de positif : nous retiendrons seulement que la lumière pénètre le tissu nerveux sans l'impressionner et n'agit que quand l'interposition d'un écran noir modifie cette modalité du mouvement en un travail appréciable chimiquement ou physiquement.

Mais immédiatement après, les analogies réapparaissent. Sous la chaîne des cônes et des bâtonnets, les filaments nerveux s'effilent encore, présentant de petites dilatations : c'est la couche granuleuse externe (*f*). Nous la trouvons également (*f'*) entre les cellules de CORTI et le pilier externe de l'arc de CORTI ; vient ensuite une couche intermédiaire (*g*) formée dans la rétine par des entrecroisements et des ramifications de filets nerveux allant en tous sens ; dans l'organe de CORTI, elle est remplacée par les filets (*g*) qui passent, suspendus entre les deux piliers, mais affectant une disposition radiale, due à la structure analogue des arcs de CORTI. Dans la rétine, la couche granuleuse interne (*h*) correspond à une couche de fibres flexueuses (*h'*) en dedans du pilier interne et formant aussi de petites varicosités et des intrications. Plus bas, dans la couche dite moléculaire (*j*), nous avons affaire à des prolongements multiples des grosses cellules ganglionnaires (*k*), s'entrecroisant en tous sens et faisant supposer que le domaine d'une cellule est, sur une grande surface, confondu avec celui des cellules ganglionnaires voisines, et que deux bâtonnets voisins peuvent appartenir à des cellules très distantes, chaque cellule ganglionnaire devant pouvoir aller analyser l'impression colorée aussi loin que l'exige la réfraction.

Sous la couche des cellules nous trouvons les filets nerveux différenciés (*l*), les cylindres-axes qui forment l'épanouissement du nerf optique (*m*). De même, à la sortie du canal de la lame spirale nous trouvons une couche granuleuse (*j'*) formée de fibres radiales entrecoupées de fibres obliques dont la section donne à la masse son aspect granuleux ; au-dessous, la masse ganglionnaire (*k'*) des grosses cellules envoyant des prolongements en tous sens pour étendre leur domaine tactile. Enfin ces cellules émettent vers l'in-

térieur de gros filets nerveux (l') qui appartiennent à l'épanouissement du nerf acoustique (m').

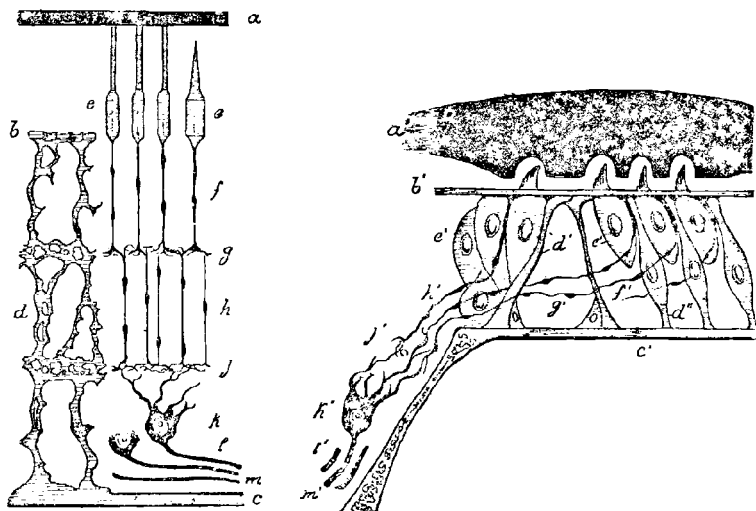


FIG. 13.

A. Rétine.

- a. cellules pigmentaires.
- b, membrane limitante externe.
- c, membrane limitante interne.
- d, fibres de MUELLER.
- e, bâtonnets et cônes.
- f, couche granuleuse externe.
- g, couche intermédiaire.
- h, couche granuleuse interne.
- j, couche moléculaire.
- k, couche ganglionnaire.
- l. épanouissement du nerf optique.
- m, nerf optique.

B. Appareil de CORTI.

- a', membrane de CORTI.
- b', membrane réticulaire.
- c', membrane basilaire.
- d', piliers de CORTI; d'', cellules à phalanges.
- e', cellules de CORTI.
- f', couche granuleuse externe.
- g', couche intermédiaire.
- h', couche granuleuse interne.
- j', couche moléculaire.
- k', ganglion spiral.
- l', épanouissement du nerf acoustique.
- m', nerf acoustique.

II. FORMATIONS PRÉ-AURICULAIRES.

Nous avons suivi, assez sommairement il est vrai, et sans nous écarter du schéma, le sens du tact à travers ses modifications intimes.

Il faut maintenant laisser de côté la sensation proprement dite

pour étudier les conditions mécaniques et organiques de cette sensation. Nous avons vu quelle était la distribution du sens tactile dans l'ectoderme et dans les formations qui en dérivent, il reste à faire surgir peu à peu le sens auriculaire de l'espace tel que nous le voyons chez l'homme.

Sur un animal complètement immergé dans un milieu liquide, toutes les régions de la superficie ne sont pas également favorables à l'appréciation des modifications de ce milieu et nous voyons se généraliser la spécialisation déjà signalée pour les éponges, c'est-à-dire que dans les concavités, à la base des parties déclives, les ébranlements seront sinon toujours renforcés, au moins mieux perçus. C'est ainsi, que chez les *Hydroméduses*, la convexité du casque est moins riche en cellules à poil tactile, qui s'agglomèrent vers la marge dans un repli circulaire et sous la lèvre périphérique du casque. Il est évident que la distribution d'organes tactiles dans

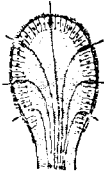


FIG. 14.

le fond d'une cavité, est peu propre à un toucher, mais très propre à l'analyse d'un ébranlement du milieu ; il se fait dès lors une différenciation que nous formulerons brièvement ainsi : le toucher direct ou tact immédiat est convexe ; le palper médiat, ou tact à distance est toujours concave. Le toucher direct va prendre la forme de papille, devenue tactile, de palpe mobile, de tentacules toujours réductible à ce schéma (Fig. 14).

Formations convexes. — Nous laissons le tentacule, qui ne nous intéresse pas comme appareil de tact à distance, mais nous verrons plus loin une intéressante adaptation du tentacule à la formation du sens de l'espace qui deviendra le sens auriculaire.

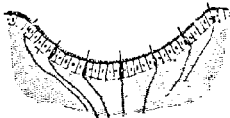


FIG. 15.

Formations concaves. — Pour le palper médiat, ou analyse d'un ébranlement du milieu, apprécié dans sa nature, son intensité et sa direction, la disposition concave prévaudra (Fig. 15).

En effet, quelles que soient la nature et l'intensité de l'ébran-

lement, elles s'affirmeront davantage en pénétrant dans la concavité, et sa direction trouvera toujours une surface plus directement opposée que les autres parties de la concavité. Quant au rythme de l'ébranlement, les rythmes rapides, comme ceux du son, n'existent guère dans les milieux où vivent les animaux dont nous nous occupons, et ils ont toujours affaire à des oscillations lentes et d'une impression assez molle, comme celles d'une vague à une certaine distance de la surface, ou celles qu'imprime le remous d'un animal se déplaçant dans le voisinage.

Il peut même se faire que la distribution régulière d'organes concaves à la surface du corps, ou sur certaines lignes définies de sa périphérie, ou des points métamériques, détermine l'exagération de la concavité et la spécialisation de la fonction tactile à la perception d'ébranlement d'une seule direction : l'animal jugeant de la provenance de l'ébranlement par l'orientation de celui de ses appa-

reils qui l'aura éprouvé. C'est ce que nous voyons dans les *organes latéraux* des poissons et des amphibiens (adultes ou larves ne vivant que dans l'eau) (Fig. 16).

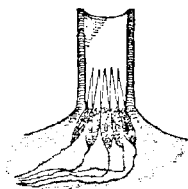


FIG. 16.

Au fond d'un tube se trouvent des organes tactiles qui évidemment n'apprécieront que des ébranlements venant dans la direction de l'axe du tube : ce sont autant d'appareils de tact à distance braqués sur tous les points de l'espace, et distribués soit sur la tête, soit sur les flancs.

Ces appareils tubaires sont excellents pour une direction donnée, mais absolument impuissants à en apprécier d'autres ; aussi sont-ils multipliés à la surface, et leur ensemble forme-t-il un appareil périphérique d'une grande délicatesse et d'une précision analytique remarquable.

Appareils convexes flexibles. — Mais nous avons vu, lors de la formation du cil, que le prolongement, quand il était assez flexueux pour suivre passivement les oscillations de la masse liquide qui le baignait, pouvait apprécier ces oscillations. Le même principe va se répéter pour l'organe pluricellulaire, flexueux et flottant, qui est le tentacule. Il est chez l'individu métazoaire l'analogue du cil chez le protozoaire. Au lieu d'accueillir l'ébranlement dans une

concavité, l'animal utilise la flexibilité de son palpe pour ne palper que le liquide ébranlé.

Palper par intermédiaire inerte. — Il est évident d'autre part qu'un appareil aussi mobile et actif qu'un tentacule, qui doit jouer des rôles multiples, n'offre pas toujours l'inertie exigée d'un appareil destiné au rôle spécial de flotteur.

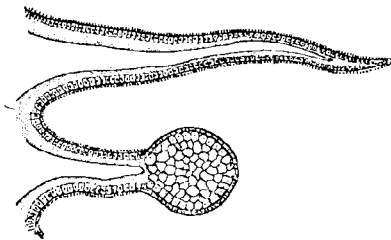


FIG. 17.

Cette nécessité d'une adaptation à la recherche de la plus grande inertie possible semble avoir été comprise dans le plan organique de certaines Méduses (*Aurelia aurita*), si richement dotées à tous égards par leur vie libre. Un tentacule, au lieu de se terminer en pointe, va se raccourcir, et se

tasser à son extrémité, de manière à affecter la forme d'une massue.

Il gardera son canal gastro-vasculaire, mais perdra en motilité ce qu'il gagne naturellement en inertie (Fig. 17).

Massue otolithique. — Une telle massue peut osciller dans tous les sens, car la tige n'est pas rigide et la tête formant une masse solide au milieu d'un liquide ébranlé obéit comme un index révélateur de cet ébranlement. Cette masse solide en régression physiologique, prend une consistance rigide due à des dépôts calcaires; et nous voyons ainsi se développer sous le rebord du casque des méduses, êtres essentiellement flotteurs, des appareils qui leur révèlent les ébranlements du liquide d'une manière très-délicate: la finesse de l'appareil tactile condensé à la base analysera subtilement le sens du déplacement et déduira forcément la direction de la cause modificatrice de l'équilibre; ces organes les renseignent en outre sur les mouvements de transport total de la masse liquide ambiante, quand ils s'approchent de la surface des vagues, et quand la faiblesse de leur vue, qui manque totalement chez certaines, ne leur permet qu'une grossière appréciation de la clarté croissante; ces appareils mesurent la vitesse de propulsion de leur appareil locomoteur, absolument comme un ruban inerte indique la rapidité de l'ascension

d'un aérostat ; enfin, ces animaux, qui vivent en troupes, doivent vraisemblablement se reconnaître à distance, et rien n'indique que ce ne soit pas à l'aide de ces organes appréciateurs des ébranlements produits par les déplacements d'animaux voisins trahis par leur mode de locomotion.

Ainsi, de même que chez l'individu monocellulaire le cil flexueux, l'ambulacre-palpe présageait le tentacule, ainsi le cil rigide inaugurerait, au point de vue tactile, l'application de l'inertie que suivra l'appareil en massue des méduses. Mais les avantages de la masse otolithique inerte ne sont pas sitôt révélés, que différentes tentatives d'une exploitation plus physiologique ont lieu dans cette même classe des méduses. La forme convexe va le céder encore à la forme concave :

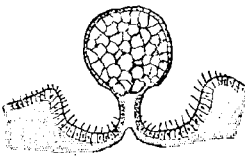


FIG. 18.

Formation de l'otocyste. — La tige de la massue va se réduire, elle va en quelque sorte s'invaginer, et autour d'elle vont s'avancer en toit circulaire soit le rebord du casque, soit les parties sensibles du pied de l'otolithe, qui montant en couronne (fig. 18), vont l'inclure peu à peu dans leur involution et finir par former une cavité fermée (fig. 19).

tion et finir par former une cavité fermée (fig. 19).

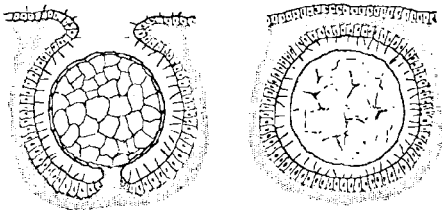


FIG. 19.

En même temps d'autres modifications vont survenir. La masse otolithique devient plus uniformément calcaire, et ne formera plus qu'un bloc sphérique compact ; son revêtement pavimenteux

va l'abandonner ; son pédicule, délaissé par le liquide gastro-vasculaire, va s'atrophier et disparaître, et la masse calcaire sera libre. Les cellules ectodermiques armées de cils assez longs tant que l'otolithe était maintenu, vont maintenant les raccourcir et former un revêtement solide isolant la cellule sensible du contact de l'otolithe, tout en permettant d'apprécier ses moindres déplacements soit par l'analyse de ce déplacement actif, soit par l'excitation de certaines cellules à l'exclusion de toutes les autres. La pesanteur intervient

donc ici comme révélatrice du mode de station. C'est donc la nouvelle forme du sens de l'équilibre, la première étant donnée par la massue flottante et inerte. On comprend facilement que la pesanteur mettra l'otolithe en contact avec une certaine partie de la surface tactile concave, toujours la même ; que les changements dans la station modifie la distribution de la pesanteur et la fasse intéresser d'autres parties ; nous comprendrons de même que si la masse se déplace, l'inertie de l'otolithe suspendu dans le liquide (que nous nommerons dès maintenant endolymphique) le fasse s'appliquer sur la paroi qui s'avance et révèle ainsi à l'animal la valeur et la direction de son déplacement actif. Mais tout ceci forme le sens de la station, en équilibre ou non, et le sens de la progression ; pour ce qui est de la perception de la force et de la direction des ébranlements venus du dehors, nous rappellerons cette expérience de physique qui consiste à frapper à l'une des extrémités d'une série de billes disposées en chaîne : aucune d'elles ne bouge sauf la dernière qui a toute la liberté passive de son inertie et se déplace dans le sens du mouvement transmis ; d'autre part nous invoquerons aussi le procédé qui sert à révéler la vibration d'un corps dur ou mou, c'est-à-dire la mise au contact du corps vibrant d'un petit corps léger et inerte qui rendra perceptibles, par sa propre oscillation, les vibrations du corps à étudier.

Grelot otolithique. — L'otolithe est cette boule de liège ou ce sable qui sert d'index. Un ébranlement, mollement transmis par la substance qui entoure l'otocyste, communiquera à l'otolithe suspendu dans le liquide des oscillations appréciables, et c'est ainsi que le moindre ébranlement qui traversera sans l'impressionner la masse de l'animal et les cellules tactiles qui tapissent l'otocyste, sera révélé à ces mêmes cellules par le travail réalisé sur l'otolithe inerte, et capable à son tour d'impressionner les cellules nerveuses par son contact.

Je n'ai pu m'expliquer par quelle singulière interversion des rôles, des expérimentateurs ont voulu que ce fût l'otolithe qui obéît à l'impulsion des cils ou poils auditifs ; sans doute les connexions sont parfois intimes entre la masse inerte et les crins rigides des cellules ectodermiques, mais si ces crins aident à la suspension de la massue dans l'endolymphe, ils n'en sont que plus propres à

percevoir ses ébranlements, loin de lui en communiquer. Ainsi, dans l'appareil décrit par P. et G. SARASIN sous le nom d'oreille accessoire ou cutanée chez *Epicrium glutinosum*, nous trouvons avec la forme de massue otolithique, la même disposition en tube des organes latéraux vue plus haut, permettant une analyse subtile mais limitée, nécessitant la présence d'un grand nombre de ces organes orientés vers tous les points de l'espace. (Fig. 20).

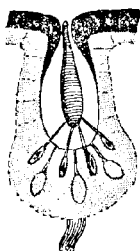


FIG. 20.

Un appareil de cette nature apprécie parfaitement un ébranlement dans l'axe du tube, mais laisse ignorer les autres. L'otocyste sphérique est plus parfait et plus complet, mais moins délicat peut-être.

Il est curieux de signaler en passant chez une algue (*Closterium*) qui se déplace dans son milieu liquide un appareil otolithique assez remarquable et double, l'individu se divisant par moitiés.

Circulation endolymphique. — La forme sphérique de l'otocyste,

qui peut sembler parfaite à certains égards (et beaucoup d'êtres relativement bien dotés n'ont pas autre chose) est excellente pour transmettre les trépidations et les ébranlements, mais il y a mieux à chercher pour la perception de la direction de l'ébranlement. Une remarquable disposition se trouve réalisée par l'organe central des Cténophores, tel

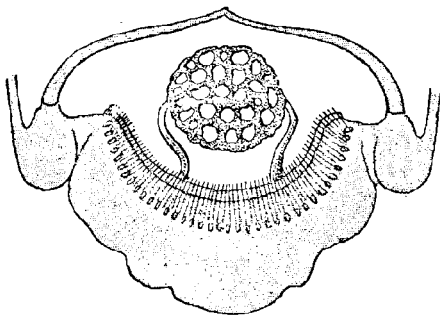


FIG. 21.

que le figure et le décrit HERTWIG (Fig. 21).

Sur un coussinet concave que nous devons regarder comme sensitif bien que les nerfs restent à trouver, est suspendue la masse otolithique sur quatre ressorts formant dais ; au-dessus, constituant une cloche, un voile formé par des cils soudés. La cloche rappelle le grelot otolithique que nous connaissons, mais si sensible que soit l'appareil, il est rendu plus délicat encore par l'existence d'un

certain nombre d'orifices percés à la base de la cloche, et par où l'eau de mer pénètre librement. On conçoit avec quelle netteté le moindre ébranlement extérieur ou intérieur sera perçu par cet appareil, où l'otolithe est non seulement suspendu en équilibre dans la cavité, mais reçoit par ses faces latérales les courants d'eau pénétrant par les orifices. Il ne peut se faire le plus petit déplacement du milieu ambiant ni de l'animal dans son milieu, sans qu'apparaisse à chaque orifice du voile une petite veine liquide dont le courant et l'intensité seront appréciés par les mouvements de l'otolithe sur la surface du coussinet.

Remarquons que les trous de communication ne sont pas indifféremment placés, et que tout l'appareil réside au fond d'une conca- vité assez prononcée. Sans chercher à analyser et à interpréter davantage le fonctionnement de ce délicat appareil, nous nous con- tenterons d'y voir la première tentative d'analyse du déplacement du liquide non par un ébranlement normal à une surface, mais par celle d'un courant produit par cet ébranlement dans le liquide endo- lymphique.

Il faut maintenant, pour renouer l'enchaînement toujours schéma- tique des formations préauriculaires, laisser de côté une énorme quantité d'êtres appartenant aux classes les plus différentes, vers, échinodermes, mollusques, crustacés et insectes, chez qui nous ne trouvons dans l'appareil du sens de l'ébranlement, quand il existe, à notre connaissance, que des variations de forme ou de siège.

Les arthropodes seront très instructifs au point de vue du siège précisément, et nous y reviendrons plus loin. Mais nous devons, avant de quitter les mollusques, nous arrêter au sommet de cette classe, chez les céphalopodes, si admirablement organisés et semblables aux vertébrés supérieurs par certains caractères, quoique l'organisation en soit toute différente.

Quand nous examinons l'appareil décrit comme auditif chez la *Sepia*, nous constatons immédiatement de grands progrès sur ce que nous avons vu jusqu'ici. La forme de l'otocyste ne ressemble plus en aucune façon à ce que nous connaissons : elle est irrégulière, des bourgeonnements en forme de crêtes le subdivisent en plusieurs loges secondaires juxtaposées, laissant des sillons empreints sur la paroi. Les auteurs de la description (KOWALEWSKY et OWSJANNIKOW) ont vu, dans les saillies une esquisse de canaux semi-circulaires,

ce qui, nous le verrons, est à peu près la vérité, car ce sont, non les saillies, mais les sillons entre les saillies qui deviendront des canaux semi-circulaires.

D'autre part l'otolithe, fortement réduit, ne semble plus jouer qu'un rôle très secondaire, et enfin, preuve d'un travail divisé, nous n'avons plus dans la paroi otocystique un revêtement tactile uniforme, nous trouvons une macule acoustique et un bourrelet auditif isolés

et séparés par toute l'épaisseur du liquide; la macule étant sur la paroi supérieure et le bourrelet sur l'inférieure, distribué en éventail.

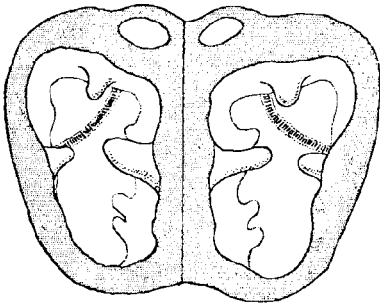


FIG. 22.

et séparés par toute l'épaisseur du liquide; la macule étant sur la paroi supérieure et le bourrelet sur l'inférieure, distribué en éventail.

L'espace (Fig. 22). L'otolithe et la macule ne peuvent être figurés sur notre schéma.

Nous allons voir désormais l'otolithe, qui jouait le rôle important dans l'otocyste sphérique tapissé d'un revêtement sensible sur toute sa surface, se réduire à de fort petites dimensions, se fragmenter et former une poudre calcaire chez les reptiles, et un véritable lait calcaire chez certains poissons. L'épithélium auditif figuré par les auteurs cités ne diffère pas de la formation ectodermique ordinaire, sauf peut-être par une plus grande division des filets nerveux fibrillaires, et une distinction plus tranchée entre l'épithélium cylindrique à cils vibratiles, et les terminaisons du nerf dit acoustique. Il est difficile tout d'abord de se rendre compte de la destination physiologique de cet appareil de forme assez complexe, et nous regrettons de ne pas posséder les formations qui l'ont précédé dans la série.

C'est une lacune qui se comblera. Néanmoins nous pouvons préjuger par induction de la fonction d'un organe dont nous connaissons la disposition. Nous avons vu que l'otolithe, encore prépondérant chez le cténophore, subordonnait néanmoins ses mouvements à

l'action de courants liquides déterminés dans l'endolymphe par la formation de veines liquides dans les orifices du voile.

Si nous pouvons démontrer, d'abord que l'otolithe abdiqne de plus en plus, ce qui est fait, et ensuite que les courants intra-endolympiques persistent et s'affirment toujours davantage, nous attribuerons à ces courants le rôle prépondérant dans la traduction de l'ébranlement. Quand le liquide endolympique communiquait directement avec l'extérieur, on s'explique facilement la production de courants, puisque c'était l'eau de mer elle-même qui faisait irruption sous le voile. Mais ici la cavité est fermée, et le liquide n'a plus d'autres conditions de déplacement et de rupture de son équilibre statique que dans une modification, fut-elle extrêmement légère, de la forme du sac endolympique. La paroi de l'otocyste est molle et peut être assez dépressible ; si la cavité de l'otocyste était sphérique, comme nous l'avons vue jusqu'ici, les ruptures d'équilibre du liquide seraient toujours peu considérables, dans quelque sens qu'elles aient lieu ; mais elle n'est précisément pas sphérique, et l'on conçoit que lorsque la masse du liquide se déplace, elle trouve dans les sillons, au moins dans certains, une voie d'échappement toute tracée.

Ces sillons et ces saillies de la paroi canalisent en quelque sorte les oscillations de la masse liquide et ce qui n'aurait été qu'un déplacement lent et en masse contre une paroi sphérique devient un courant rapide et de direction constante dans un sillon. De même une masse d'air, qui se déplace à la surface du sol, rencontrant sur son passage une vallée ou un ravin encaissé, s'y engouffre s'ils sont dans le sens du déplacement, et passe au-dessus dans le cas contraire. Ainsi le courant d'air qui parcourt une vallée révèle la direction du déplacement total de la masse aérienne, et l'on dit, par exemple, que le vent vient du nord si la vallée où il se fait sentir est orientée pour le recevoir ; le mistral balayera certaines rues et n'entrera pas dans les autres. De même une masse d'eau ravine toujours davantage les passages encaissés de son parcours, parce que dans ces parties le courant est plus actif. Une masse liquide, contenue dans une cavité fermée à parois molles, reprendra son équilibre en fuyant vers les espaces non déprimés, et parcourra les sillons favorables à son déplacement, laissant les autres. Les creux disposés sur la paroi de l'appareil otocystique nous semblent donc une sorte

de canalisation offerte à l'échappement en tous sens du liquide endolymphique dont l'équilibre sera rompu par un refoulement de la paroi. Cette canalisation est déjà de la sorte une analyse de ce déplacement, tous les sillons n'offrant pas une issue favorable au liquide oscillant.

Et c'est précisément parce qu'il y a analyse de l'ébranlement liquide et non de l'ébranlement des masses calcaires, que celles-ci abandonnent la partie médiane de la cavité, pour venir jouer, au contact des papilles sensibles, le rôle d'intermédiaire solide, complétant la fonction du plateau cuticulaire; et c'est pour la même raison d'analyse possible, qu'il y a, non plus un appareil sensitif diffus et total, mais deux localisations bien tranchées dans chaque otocyste symétrique, la macule et le bourrelet, formant le point de départ d'autres formations que nous retrouverons chez les vertébrés.

Formation des canaux. — Nous avons vu que les auteurs de la

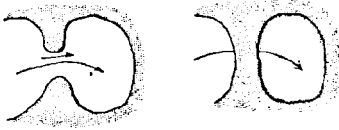


FIG. 23.

description précédente voyaient dans les saillies un rudiment de canal semi-circulaire. Si nous supposons que deux saillies se joignent, et forment, comme chez la Myxine, un pilier cartilagineux (Fig. 23), nous comprendrons immédiatement que c'est le

sillon qui est devenu canal semi-circulaire isolé de la masse endolymphique par le pilier décrit par RETZIUS. Ce canal court ne communique plus que par deux orifices dilatés irrégulièrement, et s'abouchant avec la cavité-mère par une ampoule où nous trouvons le bourrelet sensitif formant une crête transversale (Fig. 24).

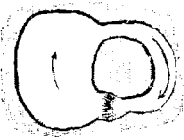


FIG. 24.

Pour toute rupture d'équilibre ayant lieu dans le plan de notre dessin, on conçoit que le liquide trouvera une issue immédiate dans l'un des orifices du canal et y déterminera un courant plus ou moins violent, dans un sens ou dans l'autre, apprécié par tel ou tel versant de la crête ampullaire, suivant le sens du courant; et qu'un tel

dispositif, excellent pour analyser les ébranlements d'une certaine direction, reste indifférent à tous les autres. Et cependant, nous ne voyons qu'un canal chez *Myxine*, deux chez les *Pétromyzontes* et les *Ammocètes* (BRESCHET); mais, dans la suite, il y aura toujours trois canaux perpendiculaires, c'est-à-dire qu'il ne pourra se faire dans la cavité de l'otocyste le moindre déplacement du liquide qui

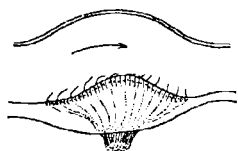


FIG. 25.

ne donne naissance à trois appréciations coordonnées, dont les ganglions des nerfs ampullaires feront la synthèse, justifiant ainsi leur nom de nerfs de l'espace (DE CYON). Nous savons, d'ailleurs, (ESLITZKY) que le nerf de l'espace est rempli de cellules ganglionnaires, très différent en cela du nerf auditif dont les ganglions sont tous

inclus dans le canal de ROSENTHAL, correspondant à la couche ganglionnaire de la rétine.

Les canaux semi-circulaires présentent (voir les deux planches de HASSE) de grandes variations dans leur épaisseur et leur longueur. Certains sont très contournés. Chez les reptiles, la crête des ampoules affecte une disposition cruciale, mais toujours avec une notable prédominance des branches transversales.

Nous ne rappellerons pas la structure de ces crêtes: c'est toujours un ectoderme formant papille sensitive. Les cellules spécifiques (P. MEYER) y sont beaucoup plus étroites et plus longues que sur les macules; disons encore que macules et crêtes présentent, outre un magma otolithique, une coiffe, nommée *cupule terminale*, analogue de la membrane de CORTI, plus ou moins considérable, de consistance assez ferme, vitreuse (PAUL MEYER), niée par les uns, formée, selon les autres, de cils soudés en bloc; présentant, d'après HASSE, sur sa face inférieure, des cavités tout à fait semblables à celle de la membrane de CORTI, et dans lesquelles les houppes de cils s'engagent; rappelons, enfin, que P. MEYER décrit une sorte de membrane réticulaire dans les macules de ce que nous appellerons utricule plus tard, et que nous ne connaissons encore que sous le nom et la forme d'otocyste.

Cette fonction analytique de l'espace avait été attribuée depuis longtemps aux canaux semi-circulaires par FLOURENS (1825), qui en faisait l'organe périphérique dans lequel résident les forces modé-

matrices du mouvement; par GOLTZ qui leur attribuait les sensations d'équilibre; par BREWER pour les sensations de mouvements; par MACH qui y localisait la perception de l'accélération; par DE CYON qui en fait l'organe périphérique de nos représentations de l'espace, conception qualifiée d'*étrange* par M. Y. DELAGE et admise par tous les physiologistes; l'historique de cette question a été fait maintes fois, nous indiquerons seulement, pour la partie pathologique, la thèse d'agrégation de M. ROBIN (Paris 1883), où la question est complètement résumée jusqu'à cette date; nous citerons encore l'étude de MM. DUVAL et LABORDE à la société d'Anthropologie, les expériences et les théories de M. DELAGE et les travaux de STEINER. M. DELAGE, après d'intéressantes expériences sur les organes auditifs chez les céphalopodes, est arrivé à une singulière conception de la physiologie des canaux semi-circulaires, qu'il associe plus au système oculaire qu'à l'auriculaire; il refuse toute fonction d'orientation à l'appareil labyrinthique, et nie même toute circulation effective de l'endolymphe. Son argumentation présente des pétitions de principe et des contradictions que nous ne nous arrêterons pas à relever.

S'il y a une assez grande uniformité dans l'appréciation de la fonction, il se présente une grande divergence dans celle du mécanisme physiologique. Les uns admettent que la pression du liquide distend inégalement les parois flasques des canaux et que le sens de l'équilibre relève d'une appréciation de pesanteur, ce qui est légitime. D'autres pensent que les ébranlements, communiqués par la paroi crânienne, arrivent à tel canal plutôt qu'à tel autre. Mais nous savons que les vibrations communiquées par le crâne ne réalisent pas le mode normal de transmission et l'analyse de cette direction ne justifierait pas la formation des canaux semi-circulaires, avec une papille sensitive disposée sur une seule des terminaisons de chaque canal. Si la perception de la direction du son ou de l'ébranlement eût dû se faire aussi directement, on n'eût guère été plus loin que les tubes latéraux des amphibiens, ou des organes analogues pour les animaux aériens. Il nous semble, au contraire, que la disposition des canaux et des transformations de l'utricule, inclus dans une masse solide, réserve la prédominance fonctionnelle à la circulation effective de l'endolymphe. Dans quelles limites et de quelle façon s'effectue cette circulation, tel est le problème qu'il nous reste à résoudre.

III. APPAREIL AURICULAIRE.

Jusqu'ici nous avons étudié des otocystes à parois molles formées par la substance même de l'animal; et tant que les parois étaient dépressibles, la décomposition mécanique des ébranlements du liquide ne s'imposait pas, mais en passant des animaux flasques ou à fine cuticule à des organismes enveloppés d'un squelette externe, d'une carapace ajustée (arthropodes) ou aux individus qui possèdent un squelette interne, mais englobant néanmoins les organes du sens auriculaire, cette différence se produit.

Utricule, périlymphe. — Tout d'abord l'otocyste s'isole dans la paroi devenue plus dense, des vacuoles apparaissent qui le séparent du tissu cartilagineux ou calcaire et finalement, l'otocyste réduit à n'être plus qu'un utricule avec tache sensitive adhérente à un point de sa loge, est complètement baigné par un liquide interposé entre son sac membraneux et la paroi solide. Il n'est plus en contact avec la paroi rigide que sur un point, l'entrée du nerf tactile, et flotte suspendu dans la masse liquide périlymphique, incluse de toutes parts, elle aussi, dans la masse solide, sauf sur un point où la paroi de la cavité périlymphique n'est ni cartilagineuse, ni osseuse, mais persiste dans la forme membraneuse, seule communication désormais entre le milieu extérieur et la périlymphe. Sans doute, les ébranlements parviendront au liquide à travers la masse osseuse ou cartilagineuse, mais bien moins nettement que par la membrane, susceptible de toutes les modifications de forme rapides ou lentes, rythmiques ou irrégulières.

Ici apparaît la double formation du labyrinthe cartilagineux ou osseux, et du labyrinthe membraneux. L'utricule d'abord entouré de vacuoles, finit par être complètement libre (Fig. 26).



FIG. 26

Les canaux semi-circulaires ne s'isolent jamais complètement (Fig. 27) dans leur loge osseuse et sont loin d'en occuper la totalité. Dans un troisième ordre de formation membraneuse, issu du saccule comme les canaux seront sortis de l'utricule, c'est-à-dire le limaçon, l'analogie du canal membraneux affectera une disposition très remarquable. Il occupera le milieu du cône limacéen, formant la rampe moyenne par ses parois tendues en membranes de REISSNER et en membrane

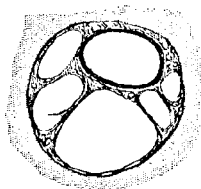


FIG. 27.

basilaire. Les vacuoles seront représentés par les deux rampes, libres dans toute leur étendue (Fig. 28).

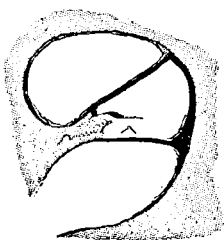


FIG. 28.

Cette double transformation, osseuse et membraneuse, n'est en communication avec l'extérieur que par la membrane que nous appellerons membrane de la fenêtre ovale ; on s'expliquerait mal la constance de cette membrane si la *pars superior* de l'oreille interne n'était, suivant l'expression de PAUL MEYER, que l'aboutissant des vibrations simplement transmises par les os de la tête et plus spécialement par ceux de la voûte du crâne.

D'autre part, on comprend mal, au premier abord, non pas comment les ébranlements traversent la membrane, mais comment ils provoquent des impressions différentes pour des directions diverses.

Chez des animaux doués d'appareils latéraux, l'inconvénient n'est pas grand, car il y a une remarquable suppléance dans l'appréciation de la direction et dans l'orientation. Chez les poissons l'audition proprement dite ne semble guère développée, et ils sont vraisemblablement aussi sourds que muets ; en revanche, ils apprécient très bien la trépidation et l'ébranlement qui, pour nous, serait analysé comme un son. JOHANNES MUELLER avait déjà établi cette distinction, en 1851, à propos des invertébrés. « On ne connaît pas, dit il, de parties comparables à l'organe auditif chez la plupart des animaux sans vertèbres, et l'on peut même douter, chez certains d'entre eux, qu'ils entendent ; car de ce qu'un être réagit à l'occasion de vibrations, il ne s'ensuit pas qu'il a perçu un son puisque ces

vibrations peuvent être senties aussi par le toucher, comme ébranlement. » M. DELAGE faisait, en 1886, sur les Rhabdocœles acœles, une observation analogue.

Ce n'est que chez les poissons osseux, et chez certains, que la membrane de la fenêtre ronde se double d'une plaque rigide. Ce n'est pas la première fois que nous voyons cette substitution d'un milieu rigide à un milieu mou. Le cil, la cuticule, le plateau des cellules en sont déjà des exemples ; il est évident que, s'il s'agit d'une pression, l'interposition d'une partie solide la transmettra plus intégralement qu'une masse molle qui l'absorbera en partie. Mais, sans insister sur ce premier avantage, un autre point doit être mis en lumière.

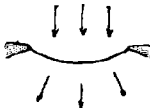


FIG. 29.

Une membrane, étant fixée par ses bords, se laisse toujours déprimer plus en son centre sous une pression. Il en résulte que la pression transmise au liquide sous-jacent émane d'une surface convexe (Fig. 29), d'où diffusion de la force transmise, la membrane jouant le rôle d'une surface convexe à action divergente.

Mais si cette membrane s'adjoint une plaque rigide, les conditions sont renversées ; toute la membrane se déplace également, sauf sur ses bords qui supportent toute la traction. (Fig. 30).

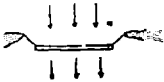


FIG. 30

La diffusion de l'ébranlement ne se produit plus, et la plaque joue le rôle d'un piston plat. Il y a là un double avantage, car d'une part l'ébranlement n'est pas altéré dans sa forme, et la membrane n'offre plus à l'extérieur des surfaces

obliques qui décomposaient les forces incidentes.

Enfin, une plaque suspendue par ses bords flexibles est moins apte à vibrer par elle-même qu'une membrane homogène : l'appareil est donc plus passif encore.

Inertie plus grande, absence de diffusion et condensation, tels sont les trois grands avantages de cette formation.

Mais à cause de cette passivité même, on concevra que la membrane de la fenêtre ovale pourra d'autant mieux déplacer le liquide périlymphique, que celui-ci trouvera une paroi flasque sur un autre

point. C'est la raison d'être de la fenêtre ronde et de sa membrane. La masse du liquide sera donc maintenue entre deux membranes et ses dimensions étant très petites par rapport à la longueur d'une onde condensante, on peut la considérer comme se déplaçant en totalité d'un mouvement de va-et-vient limité par la résistance alternante des deux membranes.

Revenons à la membrane foulante. Elle est normalement dirigée vers une partie de l'utricule. La paroi de l'utricule, très souple et très fine, est tendue par le liquide endo-lymphique, mais il existe aussi sur certains points de sa paroi des orifices par lesquels le liquide trouvera une issue rapide en cas de rupture d'équilibre; bien plus, si une partie du liquide utriculaire s'engage dans un des orifices d'un canal semi-circulaire, il faudra qu'une quantité égale de liquide sorte par l'orifice opposé, d'où production d'un déplacement circulaire dans ce canal, où la colonne liquide joue quelque peu le rôle d'un volant.

Mais cette circulation n'est possible que si une place est faite au liquide qui sort du canal, et comme nous savons que grâce à la fenêtre ronde la périlymphe peut céder à une pression, le liquide endolympgique est, non pas comprimé (vertige), mais modifié dans sa forme. Les modifications de forme de l'utricule déterminent donc des courants dans les canaux et une analyse par les nerfs ampullaires. Nous n'y revenons pas.

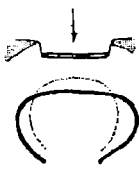


Fig. 31.

et tend à le déprimer dans ce sens (Fig. 31).



Fig. 32.

Comment donc se produisent ces changements de forme? Toute la paroi du liquide périlymphique est ferme, sauf sous la fenêtre ovale. C'est donc là qu'il faut chercher l'agent modificateur. Quand la plaque de l'étrier se présente normalement, l'ébranlement transmis s'adresse à un des sommets de la surface convexe de l'utricule,

Mais le propre d'une paroi convexe est d'être normale à un grand nombre d'incidences. Si donc la platine de l'étrier ne se présente plus de la même façon, la transmission de l'ébranlement s'adressera à un autre sommet et la dépression sera différente (Fig. 32).

Ces deux schémas, où les déformations sont très exagérées, montrent assez de quelle façon les modifications de forme du liquide endolymphique sont liées au mode de présentation de la base de l'étrier. C'est donc à ce mode de présentation que nous rapportons la formation des courants dans les canaux. Cette plaque de l'étrier constitue l'unique osselet des poissons ; il est donc difficile, nous le reconnaissons, d'expliquer comment la direction de l'ébranlement influe sur sa présentation, et cependant l'appareil des canaux y est d'une extrême finesse, peut-être par suppléance physiologique. Chez les ophidiens, l'étrier prend un pédicule qu'on appelle columelle, ainsi que chez les chéloniens, les crocodiles, les lézards, etc.

La plupart de ces animaux présentent une membrane du tympan visible ou à peine cachée par la peau. Chez les oiseaux, dont l'appareil squelettique est aussi léger que possible, la caisse du tympan est très étendue et communique avec les sinus. Remarquons que ces classes de vertébrés sont exposées à des variations considérables de pression extérieure, les uns en passant d'un milieu gazeux brusquement dans l'eau et inversement, les autres en s'élevant rapidement à des hauteurs où la pression diminue très vite.

De plus, dès que l'appareil de circulation aérienne se montre, d'abord comme vessie natatoire, puis comme poumon, il est utilisé pour une distribution accessoire, interposant un milieu gazeux entre la pression extérieure et la fenêtre ovale, tandis que la suspension de parties solides dans la masse gazeuse permet l'intégrité des ébranlements transmis. La caisse tympanique est un diverticule de l'arbre aérien. Ce fait, signalé d'abord par E. H. WEBER en 1825, est d'une importance très grande pour la physiologie de cet appareil intermédiaire, qui va se modifier par la suite avec le développement de la circulation aérienne, puis les transformations paravertébrales de la loge crânienne. — La caisse du tympan, et par suite la membrane et la trompe d'Eustache, manquent chez certains batraciens ; chez d'autres la membrane est plus ou moins visible à l'extérieur, les uns ont les trois osselets, d'autres n'en ont que deux. Ici (*Pipa*) les deux trompes d'Eustache se réunissent pour s'ouvrir par un orifice dans le palais ; chez les dauphins, la trompe s'ouvre dans le nez (J. MUELLER).

Nous aurons à revenir plus loin sur le rôle des muscles de la trompe d'Eustache et des osselets, ce groupe des muscles de la caisse

aérienne réglant les rapports des deux fonctions de respiration et de déglutition, et ne servant que d'une façon très secondaire à l'audition.

Fonction des Osselets. — Sans nous arrêter à des formations anatomiques antérieures à l'appareil auriculaire humain, étudions directement celui-ci.

On conçoit qu'un ébranlement parvenant à la plaque de la fenêtre ovale y trouve un bon intermédiaire pour la transmission avec son rythme et son intensité, la membrane et la plaque formant un système tout à fait passif, dont les déplacements ne sont que ceux que permet la circulation du liquide périlymphique ; mais on voit qu'une plaque est mal faite pour s'incliner beaucoup sous des ébranlement obliques. Si cette plaque est surmontée d'une tige simple ou double, formant avec elle un système de levier coudé rappelant la plaque cuticulaire de la cellule surmontée de son bâtonnet rigide, l'ébranlement sera toujours intégralement transmis, mais plus il s'adressera à un point élevé au-dessus de cette base, plus il déterminera des oscillations sensibles dans le sens de sa direction (Fig. 33).



FIG. 33.

C'est donc à la tête de l'étrier que s'adressent maintenant les directions. Cette tête est liée par une double articulation, au moyen du petit os lenticulaire, à l'extrémité de l'enclume, dont la tête est unie à celle du marteau.

Tout ce système est suspendu en l'air par des tiges osseuses, mobiles, des ligaments et des muscles. Il peut être soumis, vu la complexité de cet appareil de maintien, à deux modes de déplacements :

1° D'abord les longues branches de l'enclume et du marteau, déterminent en se coupant un plan dans lequel le levier coudé qu'ils forment peut accomplir ce qu'on appelle des mouvements de sonnette, transmettant au moins intégralement les déplacements de l'extrémité libre du marteau à la tête et à la base de l'étrier.

« Le problème mécanique résolu par les appareils des cavités tympaniques consiste, dit HELMHOLTZ, à transformer un mouvement d'une grande amplitude et d'une petite force, celui de la membrane du tympan, en un autre mouvement d'une plus faible amplitude et d'une

plus grande force, qu'il s'agit de communiquer au liquide du labyrinthe. » Cette fonction n'est plus à démontrer.

2° Le plan dans lequel oscille la masse des osselets est déterminé par trois points : la pointe du manche malléaire ou sommet du cône tympanique, l'articulation de la tête du marteau et de l'enclume, et l'extrémité de la longue branche de l'enclume. Or, ces trois points sont mobiles, non seulement dans le plan d'oscillation déjà vu mais encore plus ou moins dans tous les sens, car les extrémités des branches sont presque libres, et quant à la grosse articulation, la délicatesse de son appareil de suspension justifie également notre dire. D'où il résulte que le plan d'oscillation peut varier dans son inclinaison, et que dans ce plan, tout l'appareil oscillant lui-même peut se déplacer.

Dans tout ce système suspendu, tous les mouvements passifs sont liés aux oscillations et aux déplacements latéraux d'un seul point : le sommet du cône tympanique.

C'est donc là maintenant qu'il faut nous adresser pour trouver des déplacements liés à la direction de l'ébranlement.

Le problème devient simple à résoudre en quelques mots. Si nous coupons le cône tympanique par un plan qui passe par sa hauteur, chaque génératrice du cône est fixée par une de ses extrémités, c'est donc le sommet qui se déplacera (Fig. 34), et son déplacement aura pour limite l'extensibilité des deux génératrices opposées si l'ébranlement se présente dans le sens de la hauteur ; mais s'il tombe



FIG. 34.

dans une autre direction oblique, il s'adressera à une des deux génératrices plus directement qu'à l'autre. C'est la génératrice qui se rapproche le plus de la perpendiculaire à la direction de l'ébranlement qui en supportera le poids, et retenue par son insertion au cadre de la membrane formera pour cet ébranlement un levier de troisième genre, dont l'effet sera de déplacer le sommet de sa position d'équilibre (Fig. 35) et avec lui la pointe malléaire et tout le système oscillant.

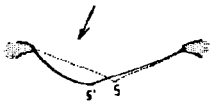


FIG. 35.

La structure de la membrane se prête parfaitement à ce rôle, au moins autant qu'à tous ceux qu'on lui a fait jouer.

Quel que soit le déplacement du sommet du cône tympanique, ce point sera toujours le plus mobile de la membrane, et les oscillations ne seront en rien troublées, mais elles auront lieu dans des plans qui varieront avec ces déplacements.

Plus l'angle de la membrane conique sera ouvert, plus les oscillations seront intégralement transmises, mais moins les directions différentes détermineront de déplacement du sommet. Il faut donc un certain angle qui concilie les exigences de l'acuité et de l'orientation auditives, déterminant un accommodement naturel.

D'ailleurs, plus le tympan sera profondément situé dans le conduit auditif externe, plus les incidences qui pourront l'atteindre devront se rapprocher de la hauteur du cône et faire avec elle des angles plus aigus. Mais ici interviennent les courbures de la paroi du conduit auditif externe, multipliant les surfaces de réflexion, depuis la conque jusqu'au tympan : et un grand nombre d'incidences peuvent ainsi parvenir au cône membraneux ; et pour en accueillir d'avantage et les percevoir mieux, nous voyons les parois du cône concave devenir convexes, d'après le principe utilisé déjà par l'utricule (Fig. 36).

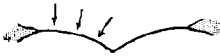


FIG. 36.

Si l'on accorde aux mammifères, outre un conduit auditif très riche en surfaces de réflexions orientées en tous sens, un cornet externe, mobile et très grand chez les animaux qui doivent être prévenus de loin du danger, parce que souvent la fuite est leur seule voie de salut, et qui palpent constamment l'espace sonore dans toutes les directions, et si nous voyons cette oreille externe se ratatiner et se réduire chez les animaux à station verticale et à tête très mobile et mieux armés que les quadrupèdes coureurs, nous arriverons à l'oreille externe de l'homme, de moins en moins utile dans la sélection naturelle et souvent d'un faible appoint esthétique dans la sélection sexuelle.

Nous verrons que la chaîne des osselets joue ainsi un double rôle : un rôle de transmission, de là l'ébranlement pour lequel la délicatesse de ses articulations n'est pas un avantage, car l'ankylose n'exclut pas l'audition ; en plus, un rôle d'orientation et c'est dans ce cas que l'ankylose ne doit plus être indifférente, selon notre théorie. Mais n'oublions pas que la mobilité de la tête visant tous les points du

champ auditif, supplée à la faiblesse de l'orientation et peut la dissimuler ; n'oublions pas, d'autre part, que l'audition bi-auriculaire contribue beaucoup à l'orientation et supplée conséquemment aux déficiences de l'appareil articulé.

IV. AUDITION TONALE.

Quand un ébranlement, venant d'un point de l'espace, s'est communiqué au liquide endolymphique, par lui aux otolithes, à la cupule et finalement aux prolongements tactiles que les cellules sous-ectodermiques envoient vers le contact, nous savons que la direction de son incidence agit après que cette incidence se sera réfléchi sur des surfaces appropriées, sur la convexo-concavité de la membrane tympanique, et refoule son sommet en le déplaçant en outre latéralement. Le sommet en se déplaçant latéralement modifie l'inclinaison du plan d'oscillation du levier coudé, constitué par le marteau et l'enclume. La partie la plus reculée du système oscillant, déplacée avec le plan de l'appareil coudé, transmet son déplacement à la tête de l'étrier qui s'incline et la base de l'étrier se présente sous une certaine inclinaison au liquide périlymphique ébranlé, déprimant le sommet correspondant de la convexité utriculaire, et rompant l'équilibre du liquide endolymphique d'une quantité et dans un sens déterminés. Ce liquide, selon le sens du déplacement, cherche et trouve un dégagement dans les canaux semi-circulaires plus particulièrement dans un ou deux d'entre eux et y détermine des courants qui révèlent à l'appareil nerveux des crêtes ampullaires, dont les impressions sont combinées et synthétisées par la chaîne ganglionnaire qui constitue le nerf de l'espace, la direction primitive de l'ébranlement extérieur.

Voici donc l'orientation réalisée pour l'ébranlement, quelque soit son système et quelle que soit son intensité, à la condition qu'il se trouve dans le champ de la conque externe.

Sacculle. — Mais cette décomposition des forces transmises par la paroi utriculaire en courants adressés aux nerfs des ampoules, absorbe

une certaine quantité de ces forces et les enlève à l'appréciation de l'intensité. En outre, l'ébranlement qui a traversé la fenêtre ovale ne rencontre pas que la paroi utriculaire : il se répand dans la périlymphe. C'est ici que nous rencontrons la nécessité d'un autre appareil complet, rond et tendu, c'est le *sacculé*.

Le sacculé sous sa forme la plus élémentaire apparaît chez les Pétromyzontes ; le limaçon s'esquisse à ses côtés ; chez les Téléostéens le sacculé très développé refoule le limaçon ; chez le lézard, il devient la partie la plus considérable de tout l'appareil et se montre presque rempli par une grosse masse otolithique ; tandis que les ampoules des canaux semi-circulaires sont barrées par une crête saillante, la macule du sacculé forme, dit MEYER, une sorte de plateau excavé.

Chez la tortue et le crocodile il est très réduit et presque absent chez l'oiseau.

Nous ne le décrirons pas. Sa paroi, tendue entre deux liquides, est très apte à colliger tous les ébranlements et à les diriger concentriquement vers la tache auditive du nerf sacculaire. Mais la tension de cette membrane convexe a des limites et si l'intensité des ébranlements y est toujours perçue, dès qu'ils se répètent à intervalles un peu rapprochés, les impressions se confondent en une tension continue, où l'analyse est impossible.

Limaçon. — C'est alors que part du sacculé un diverticule membraneux, et de la loge sacculaire un canal osseux, d'abord ouvert comme les sillons qui ont donné naissance aux canaux semi-circulaires, puis fermé et couvert comme eux. Mais tandis que dans les premiers le canal revenait s'ouvrir par le sacculé, l'extrémité terminale du canal limacéen est formée par un membrane qui en sépare le liquide de la masse gazeuse de la caisse. On conçoit par suite que la membrane de la fenêtre ovale, ou la plaque de l'étrier, ne pourront refouler le liquide incompressible, que quand la membrane de la fenêtre ronde pourra céder à la pression ; il y a donc dans toute la masse du liquide périlymphique un déplacement total à chaque oscillation de l'étrier.

Cette masse liquide, suspendue en quelque sorte entre deux membranes oscillantes, comme la masse solide des osselets entre le tympan et la fenêtre ovale, oscille en totalité dans une cavité qui

présente une forme et des dimensions trop régulières pour n'avoir pas une signification physiologique en rapport avec sa constance morphologique.

Laissons de côté la cavité vestibulaire, et ne considérons que la partie de la masse comprise dans le cône limacéen.

Nous pouvons en effet, après tant d'autres, l'assimiler théoriquement à un cône ; mais à un cône double, divisé sur presque toute sa hauteur par le limaçon membraneux qui y délimite deux rampes, analogues aux vacuoles qui isolent les canaux semi-circulaires membraneux. C'est la rampe vestibulaire qui sert de porte d'entrée à l'onde condensante, et celle-ci, arrivée presque instantanément au sommet du cône, revient, mais surtout par la rampe tympanique qui lui offre une paroi flexible, refoulable (fenêtre ronde).

Il y a donc en réalité deux cônes opposés par le sommet ; cependant, la propagation de l'onde condensante emplit rapidement les deux rampes également, elle s'installe dans la totalité du cône osseux, mais l'onde de retour ne trouve d'issue rapide que par la fenêtre ronde. Que ce soit directement ou indirectement que l'onde déplace le liquide, il se produit dans le cône osseux un mouvement de va et vient de la masse liquide, à chaque passage de l'onde condensante. Le liquide, par son incompressibilité même, analogue physiologiquement à la masse compacte et rigide des osselets, ne dépend, comme elle, pour l'amplitude et la rapidité de ses oscillations, que de celles des membranes entre lesquelles il se déplace. Ainsi nous admettons que chaque ébranlement, après avoir déplacé intégralement la chaîne des osselets, déplace également la masse incompressible du liquide suspendu entre les deux fenêtres, comme si c'était une masse rigide.

Nous verrons tout à l'heure quel correctif nous devons ajouter à cette assertion. Les membranes vibrant à peu près également pour tous les rythmes, il en sera de même de la chaîne des osselets et de la masse liquide qui la continue.

Il s'agit maintenant de trouver dans ce milieu vibrant des parties telles que pour un rythme donné animant le liquide, elles puissent vibrer comme elles vibreraient d'elles-mêmes si on les abandonnait à la recherche libre de leur équilibre.

Historique. — Laisant de côté les théories très anciennes (DUVERNAY, LECAT, CARUS), qui peut-être s'approchent plus de ce que nous croyons la réalité que les théories encore en crédit, nous ferons rapidement l'analyse critique des théories qui se sont succédées. Nous renverrons, pour le détail de cet exposé historique, au livre de PAUL MEYER.

Nous laissons complètement de côté l'hypothèse d'HELMHOLTZ sur la vibration des piliers de CORTI. Elle avait à peu près pour elle tout ce que la physique peut donner à une interprétation, quand la physiologie et l'anatomie comparée n'y interviennent pas ; mais elle tomba devant une simple remarque de HASSE : les piliers manquent chez les oiseaux, et d'ailleurs les terminaisons nerveuses n'entrent pas directement en rapport avec eux.

Survint alors la théorie encore régnante aujourd'hui et qui est pourtant passible d'objections aussi importantes.

HENSEN et HELMHOLTZ virent dans la disposition radiale des fibres de la membrane basilaire, et dans ses dimensions qui la font douze fois plus large au sommet du cône qu'à la base, une assimilation possible avec un appareil de cordes tendues et accordées pour tel ou tel son. Cette théorie séduisante fut admise presque aussitôt par tous les auteurs. HASSE, qui avait attribué, on ne voit guère pourquoi, à la membrane de CORTI un rôle analogue, repoussa l'hypothèse de HENSEN, défendue brillamment par HELMHOLTZ ; puis renonçant à son idée, il octroya la fonction de vibrer par influence aux cils terminaux ; enfin il adopta ensuite pleinement la théorie de HENSEN.

WALDEYER s'attacha, avec ses élèves, à la seconde hypothèse de HASSE, et la fit sienne.

BAER repousse absolument l'hypothèse HENSEN-HELMHOLTZ : la membrane basilaire est loin d'être bien connue dans sa structure chez les animaux, et ensuite d'être si assimilable qu'on l'a cru à une série de cordes radiales tendues.

Chez les mammifères, l'homme compris, la partie striée n'occupe qu'une partie de l'épaisseur totale : « Elle constitue une sorte de revêtement plus ou moins superficiel d'une couche amorphe beaucoup plus considérable qui, elle-même tapissée sur la face tympanique de fibres spirales connectives, forme la masse principale de la membrane basilaire (P. MEYER). »

En somme, une membrane fort peu élastique, d'une épaisseur très

appréciable, superficiellement striée, composée de diverses couches, dont, disons-le en passant, l'épaisseur relative varie avec l'âge, tel est, en dernière analyse, l'appareil auquel on voudrait rapporter nos plus fines sensations auditives.

HENSEN lui-même dit que chaque pilier repose sur quatre de ces cordes basilaires ; certains animaux ont un pilier posé sur onze cordes. Et n'est-il pas curieux et instructif de voir cet appareil si délicat des piliers de CORTI et des cellules cylindriques réduit au simple rôle de masse indifférente servant d'étouffoir pour les vibrations exagérées, par HELMHOLTZ qui avait si rigoureusement démontré combien il y avait de raisons d'y voir l'appareil vibrant par excellence ?

La membrane basilaire apparaît dès que la fenêtre ronde commence à recevoir les ondes de retour revenant par la rampe tympanique ; chez les oiseaux, cette membrane est aussi peu importante que possible. Mais même en acceptant tout ce que HENSEN et HELMHOLTZ croyaient capable de justifier leur théorie, une corde vibre surtout dans le plan de son déplacement. L'onde venant longitudinalement selon la hauteur du cône, déplaçant les cordes radiales dans le sens de la membrane basilaire, et non dans un sens transversal à cette membrane, on les faisait vibrer dans le plan où elles étaient le moins libres de le faire, maintenues en place par les fibres voisines. Nous verrons, sans insister davantage, qu'elles ne jouent là qu'un rôle secondaire de paroi membraneuse du limaçon.

Pour WALDEYER et PAUL MEYER, la fonction auditive appartiendrait essentiellement aux crins des cellules auditives. « Les cils seraient, d'après ce dernier, raides, vitreux, cassants, semblables en quelque sorte à des verges de fer ou d'acier. » Nous devons remarquer que ces cils sont les plus petits éléments figurés du limaçon ; il faut beaucoup de complaisance pour permettre que leur faible consistance puisse les faire assimiler, même de très loin, et avec un fort grossissement, à des verges de fer. D'autre part, si la perception se faisait grâce à la différence de hauteur des cils, et que ce fût là le dernier mot physiologique de toute cette merveilleuse disposition anatomique, si régulière, si visiblement appropriée à quelque chose de plus que de permettre à de petits cils surmontant un plateau cuticulaire de vibrer spontanément sous un ébranlement qui passe, il n'était vraiment pas besoin de tout ce dispositif, ces

mêmes cellules eussent pu se trouver sur une macule très ordinaire, et non précisément dans l'axe du cône osseux vestibulo-tympanique.

« Ne constituent-ils pas, dit P. MEYER, un appareil de résonnance presque mathématique, une sorte de diapason, infiniment supérieur dans tous les cas, à ces cordes basilaires auxquelles la théorie de HENSEN voulait faire jouer le même rôle? » Nous avons rejeté l'hypothèse de HENSEN, mais nous ne trouvons pas celle-ci infiniment supérieure; elle nous montre qu'on a cette fois épuisé tout ce qu'on pouvait attendre de la vibration par influence des éléments suspendus dans le liquide endo-pérylymphique.

Nous devons, à propos de cette dernière hypothèse, entrer dans une courte discussion à propos de certaines expériences qui nous semblent avoir complètement égaré, et pendant longtemps, les recherches entreprises sur la physiologie de l'audition. De ce que certains cils vibrent ou se cassent quand certains sons ébranlent l'eau (et l'on connaît l'expérience de HENSEN faisant jouer du cornet à piston devant un réservoir où étaient des Mysis, qui ne s'étaient jamais trouvées à pareille fête), on ne peut conclure que ces cils jouent un rôle direct ou indirect dans l'audition. L'expérience eût donné des résultats semblables si l'on avait joué devant un fauteuil de velours dont on eût examiné les crins. Tous n'eussent pas vibré, ni vibré de même.

Il se passe des phénomènes purement physiques qui peuvent ne pas entrer dans la physiologie des êtres qui y prennent part. D'autre part, les chromatoblastes si sensibles de certains animaux mimétisants ne constituent pas un appareil de vision, et nous voyons chez certains individus, des conduits auditifs externes littéralement feutrés de poils raides, qui ne jouent aucun rôle dans la perception des sons, et qui cependant sont aptes à vibrer par influence. Qu'un son communiqué à un milieu y réalise une trépidation, la trépidation sera appréciée peut-être très nettement par des organismes qui ne soupçonnent pas l'audition des sons.

Quand HENSEN plaçait dans un aquarium des Palæmons, et agitait le vase, les animaux ne remuaient pas; puis, qu'un bruit ou un son un peu fort se produisissent, l'observateur les voyait bondir et s'agiter; mais la situation de ces Palæmons, enfermés dans une armure rigide et articulée, n'était-elle pas intolérable quand une

trépidation, comme celle communiquée au vase, les secouait l'un contre l'autre et faisait vibrer les articles de leur revêtement? Il n'y a encore rien là d'esthétique, c'est simplement une exaspérante trépidation. Si l'araignée possède des otocystes (HALLER et DÖEHL) sur le bord postérieur de la dernière articulation de la première paire de ses pattes, n'est-il pas évident que l'animal ne pouvait mieux mettre sa sensibilité au contact des fils vibrants de sa toile et mieux analyser la propagation et la nature de la trépidation qui ébranle toute sa toile et lui indique immédiatement à quelle proie ou à quel danger elle a affaire. Mais la vie de l'araignée n'est-elle pas liée à l'intégrité de ce sens de la trépidation, et ne doit-il pas être extrêmement développé chez elle? S'étonnera-t-on de la voir se diriger vers les points d'où un ébranlement sonore fera entrer en trépidation le sol sur lequel elle marche, ou le vase dans lequel on l'a placée; bien des légendes attendrissantes sur l'esthétique musicale des animaux n'ont aucunement la portée qu'on leur donne gratuitement. L'araignée a ses organes percepteurs de l'ébranlement dans ses pattes antérieures, car c'est par elles qu'elle palpe sa toile vibrante; de même, l'écrevisse percevra par ses antennes, les Mysis par la partie caudale, les mollusques rampants par leur pied (1), en contact avec le terrain rigide sur lequel ils rampent et les mollusques fixés n'auront pas d'otolithes. Leurs autres sens, quand ils existent, sont très bornés. D'autre part, les insectes ont, soit sur le métathorax, soit dans les pattes, des organes qu'on a nommés auditifs. FOREL s'élève contre la facilité avec laquelle on accordait l'audition aux araignées: LUBBOCK l'a cherchée vainement chez les insectes, fourmis et guêpes. Ils chantent, donc ils entendent: mais qu'une abeille bourdonne, elle produit, pour nous un son, une vibration seulement pour l'insecte qui le perçoit; que le grillon, ébranle l'air et le sol où il repose, par son frottement strident, et ainsi pour d'autres espèces, s'ensuit-il que d'autres insectes, mâles ou femelles, y perçoivent autre chose que la propagation de la trépidation, du frémissement propre au grillon? Les insectes sont en contact avec le sol par leurs pattes faites d'ar-

(1) Les otocystes sont néanmoins innervés par les ganglions cérébraux :

Voir KOREN et DANIELSSON, 1856; OWSJANNIKOW et KOWALEWSKY, 1867; DE LACAZE-DUTHIERS, 1868.

Voir aussi les expériences de H.-V. JHERING.

ticles rigides, ils connaissent très bien ce qui se passe de vibrant dans le sol, mais il ne s'ensuit pas qu'ils y perçoivent un son, c'est-à-dire une sensation *continue dont on peut déterminer la place dans une série de sensations continues de même nature*. L'appréciation d'une trépidation sous la forme d'une sensation continue, pleine, constitue seule l'audition tonale, autrement il n'existe que trépidation analysée, ébranlement caractérisé par sa forme, son rythme. Il y a entre ces sensations tout l'intervalle qui sépare la notion du rythme, de vitesse dans la succession des chocs, de la notion unie de hauteur. Pour celle-ci, il faut l'apparition du limaçon et la production, non de pressions isolées et répétées, toujours distinctes, mais d'une pression unique, persistante et localisée à une région, toujours la même, de l'échelle tactile. Les cils terminaux des cellules ectodermiques, qui contribuent à former la papille acoustique, ne peuvent certainement pas remplir la fonction qu'on leur attribue, plusieurs cils d'une même plaque cuticulaire étant de longueur différente pour une même terminaison nerveuse. Ce sont des adaptations de l'appareil tactile, et rien de plus. Nous allons voir bientôt quel rôle ils jouent dans notre hypothèse.

Réduisons par la pensée le limaçon au cône théorique des auteurs. Nous avons admis que le liquide se déplace en totalité par un rapide mouvement de va-et-vient à chaque passage de l'onde condensante. Mais un déplacement en totalité, dans un tuyau conique, n'implique pas nécessairement que toutes les molécules du liquide sont animées d'un mouvement homogène. Ainsi, les parties qui sont voisines de la paroi, toujours de plus en plus rétrécie, sont soumises au frottement, et les plus rapprochées de la paroi se déplacent moins que les parties du cône liquide qui se trouvent dans l'axe du tuyau conique.

Un cône peut offrir une infinité de sections droites. Examinons l'une d'elles. Sa partie centrale située dans l'axe et dans le lieu des points où les oscillations, où le déplacement, le va-et-vient sont les plus accusés; sa périphérie est le lieu des points où les oscillations sont nulles ou presque nulles. Une telle section ne peut-elle s'assimiler à une membrane liquide tendue à cette hauteur du cône; et le cône liquide ne peut-il être comparé à une superposition de mem-

branes liquides, toutes de même substance, toutes de même tension (la substance et la tension du liquide périlymphique) et ne différant entre elles que par le diamètre ?

Le liquide, se déplaçant en totalité, est soumis à des oscillations plus amples dans l'axe que sur ses parois, et l'on peut admettre que le cône liquide est fait d'une infinité de membranes liquides superposées, oscillant toutes dans le même temps, d'une façon passive.

Isolons par la pensée une de ces membranes liquides déterminée par une section droite à une hauteur donnée du cône ; supposons qu'aussitôt déplacée d'une certaine quantité de sa position d'équilibre, elle devient libre, elle se mettra à osciller suivant la formule du pendule :

$$t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

dans laquelle π et g nous sont indifférents ; l sera le rayon de la membrane liquide, et la durée de l'oscillation sera donc en raison directe de la racine carrée du rayon de la membrane, c'est-à-dire que cette durée d'oscillation (en chute libre) diminuera quand nous aurons des sections plus rapprochées du sommet du cône. Cette formule n'est pas absolument appropriée en ce sens que le rayon d'une membrane varie de longueur en raison de l'extensibilité nécessaire à l'oscillation.

La chute serait libre s'il n'y avait pas une onde de retour (passant, il est vrai, surtout par la rampe tympanique) mais rétablissant l'équilibre du liquide plus rapidement que ne le faisait l'élasticité propre de la membrane de la fenêtre ronde.

Mais aussitôt que l'équilibre est momentanément rétabli une nouvelle onde condensante arrive plus ou moins immédiatement, suivant la hauteur du son et le rythme oscillatoire. Toute la masse du liquide est donc reprise du même déplacement un grand nombre de fois et très rapidement, et cela quelle que soit la rapidité des alternatives, car si l'on admet qu'une membrane peut vibrer pour tous les sons, une chaîne rigide comme celle des osselets, suspendue entre deux membranes, fera de même, et si cette chaîne rigide osseuse est continuée immédiatement par une chaîne liquide incompressible également suspendue entre deux membranes,

nous admettrons que l'ensemble forme un système continu, en deux parties, la première rigide, la seconde incompressible, le tout oscillant entre deux membranes, le tympan externe et le tympan interne ou membrane de la fenêtre ronde.

Ce qui revient à dire que dans tout le cône liquide, animé d'une oscillation en masse, chaque membrane liquide oscillera passivement à chaque passage d'une onde condensante.

Le temps qui sépare deux oscillations successives sera supérieur, égal ou inférieur à t , temps d'une oscillation pendulaire pour une membrane donnée laissée libre; et nous savons que quand un corps est animé passivement d'un mouvement oscillatoire de rythme identique à celui qui l'animerait s'il était abandonné à sa propre élasticité, à la recherche spontanée de son équilibre, ce corps vibre par influence et d'une façon durable.

Cette durée d'oscillation propre à la vibration par influence, on l'avait attribuée aux piliers de Corti, aux cordes radiales de la membrane basilaire, aux crins des cellules; nous croyons au moins aussi légitime de l'attribuer à telle ou telle des membranes liquides dont nous avons parlé, déterminées par une série de sections droites. Il suffit qu'à un rythme oscillatoire donné corresponde une section dont le rayon donne à la formule d'oscillation libre de la membrane une valeur égale pour la durée de l'oscillation, ou pour le rythme, si l'on veut. C'est-à-dire que si l'on pouvait connaître la valeur de g pour la membrane liquide, et la durée de l'oscillation communiquée, on pourrait évaluer à quelle section du cône sera située la membrane liquide de rayon tel qu'elle vibre sous les oscillations de la masse liquide comme elle vibrerait librement. C'est le seul point du limaçon où s'établissent des oscillations pendulaires pour une hauteur donnée; c'est aussi celui où le rythme de l'oscillation totale prendra un caractère de constance et de régularité appréciables.

Il devrait nous suffire de supposer dans les différentes sections du cône liquide, des localisations constantes pour chaque rythme vibratoire; mais nous devons poursuivre un peu plus. Il nous faut d'abord rectifier l'assimilation trop théorique de limaçon osseux à un cône. C'est bien un cône, mais sa section n'est pas circulaire, sa hauteur décrit plusieurs tours de spire; il ne peut être question de sections droites parallèles, mais de sections formant éventail, et ayant toutes une partie confondue, du côté de la lame spirale.

Nous n'oserions point, pour des raisons faciles à concevoir, pousser trop loin l'assimilation d'une section dans un cône liquide à une membrane liquide ; il nous semble pourtant admissible que pour des ébranlements d'un certain rythme, une section de liquide soit plus spécialement intéressée, et que le liquide y soit dans un état de tension permanente, ou d'oscillation autonome (1) capable de déterminer des modifications appréciables dans la disposition respective des éléments anatomiques qui occupent le centre de la section.

Quelle que soit cette modification, et c'est ici que nous nous arrêtons dans notre hypothèse, on peut, du dispositif anatomique, préjuger du mécanisme physiologique, induire de l'organe à la fonction.

Des schémas rendront notre interprétation du mécanisme tactile dans le centre de la section d'impression (Fig. 37).

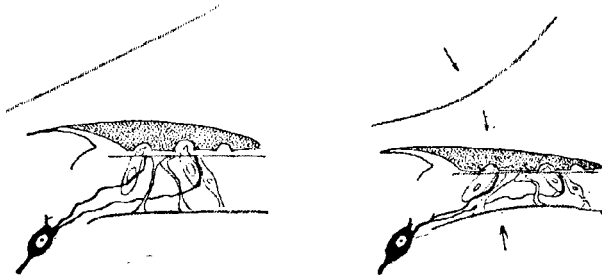


Fig. 37.

Le temps t de l'oscillation libre, celle qui produit des chocs réguliers, variant avec la racine carrée du rayon de la membrane liquide, les sons aigus seront perçus au sommet, les graves vers la base, contrairement encore à l'hypothèse de HENSEN ; et nous ne nous étonnerons pas de voir les dimensions du canal membranueux augmenter à mesure que le cône osseux se rétrécit, les pressions ayant leur plus grande force vers le sommet, et la petitesse croissante des sections forçant la masse liquide à y circuler plus vite.

(1) Nous sommes loin d'attacher une importance exagérée à la forme de notre hypothèse, et nous y reconnaissons, à côté d'éléments rationnels, certaines impossibilités. Il nous a suffi de transporter le problème du fonctionnement auditif du terrain de l'acoustique dans celui de l'hydrodynamique, qui nous semble avoir un certain avenir, et de supposer qu'à différents systèmes oscillatoires correspondent des zones de tension disposées en différentes hauteurs dans le cône liquide.

Muscles de la caisse. — Il nous reste à dire quelques mots de la physiologie des muscles de la caisse : quand il agit seul, le muscle du marteau attire la membrane et la chaîne des osselets en dedans, et l'étrier pénètre dans la masse liquide du labyrinthe périlymphique ; quand le muscle de l'étrier agit seul, l'effet est contraire : ils sont antagonistes.

Supposons que la pression extérieure change, le tympan se déplace, en dedans si elle augmente, et c'est alors le muscle de l'étrier qui, fléchissant les articulations de la chaîne osseuse, protège le liquide contre une compression ; si la pression diminue au dehors, c'est le muscle tenseur qui rétablit la membrane en sa place, s'opposant à une traction sur l'étrier.

Mais nous avons vu aussi que la caisse était un diverticule de l'arbre aérien, dans lequel nous réglons la pression soit d'une manière réflexe, dans la déglutition par exemple, soit volontairement en ouvrant puis en fermant la trompe d'Eustache pendant que la pression aérienne est plus ou moins grande.

Ces muscles appartiennent à l'innervation réflexe et à la volontaire ; ce sont des muscles de la face (facial externe et facial interne) et ce sont aussi des muscles de la déglutition. A chaque mouvement de déglutition, nous entendons ce même petit cliquetis que nous produisons volontairement soit dans les deux oreilles, soit dans l'une ou l'autre.

Dans ce cas, c'est au système réflexe de la déglutition qu'il faut rapporter leur mouvement ; si la pression diminue subitement dans la caisse, les membranes y bombent immédiatement, mais ne dépassent pas la limite fixée par la rigidité relative de la chaîne des osselets. Quand elle augmente aussitôt après, les membranes sont refoulées de chaque côté de la caisse ; c'est vraisemblablement en ce moment que les deux muscles agissent. L'innervation spéciale des muscles de la caisse et de la trompe sont loin de faire repousser l'idée d'une synergie qui les rattacherait au réflexe compliqué de la déglutition.

L'idée de l'accommodation aux sons aigus ou graves, tombe devant ce fait, que nous ne pouvons analyser un timbre sans percevoir à la fois des harmoniques aiguës et graves, d'intensités variables, et il est impossible d'accommoder avec le même muscle pour deux tensions inverses.

L'accommodation d'intensité semble plus réelle, bien que nous ne puissions prévoir quelle intensité va nous parvenir. Ce serait, dans ce cas, non le muscle du marteau, mais celui de l'étrier qui nous préserverait des compressions exagérées, à la condition toutefois qu'il soit prévenu.

CONCLUSIONS.

Nous résumerons en quelques mots, les points saillants de notre hypothèse.

Dans une première partie, nous avons cherché à suivre les transformations élémentaires du sens tactile depuis la masse protoplasmique simple jusqu'à l'appareil sensoriel terminal du tact auriculaire. Nous avons dû considérer comme épithéliales des cellules que l'on regarde comme nerveuses, et passer souvent à des genres très éloignés pour ressaisir notre filon morphologique. Il nous a fallu refuser le sens auditif à une foule d'animaux à qui le besoin d'entendre à toute l'animalité, à défaut d'un autre anthropomorphisme, nos besoins et nos facultés, avait fait décerner des appareils auditifs, poils ou otocystes. Ces êtres, très élevés parfois dans la série, ne jouissent, en réalité, que du sens de l'espace révélé par contact, puis par ébranlements communiqués au milieu : ébranlements réguliers ou irréguliers, lents ou rapides, provoquant l'impression d'une trépidation plus ou moins délicate et rythmée, mais jamais celle d'un son tonal, d'une hauteur caractérisée. Ce n'est que plus tard, chez les animaux aériens surtout, que l'adaptation à l'analyse des ébranlements délicats et ténus, et surtout l'apparition du limaçon, ont permis l'acquisition de cette notion nouvelle.

Nous avons vu la fonction du prolongement, cil rigide ou flagellum mou; la formation des récepteurs concaves, des palpes convexes, du tentacule, de la massue oscillante, sa transformation en appareil otolithique ouvert, puis clos; le rôle du grelot otolithique, sa rétrocession devant un nouvel agent, le courant, le tourbillon endolympgique et tout l'appareil compliqué auquel la nécessité d'une appréciation de courant liquide donne lieu : canaux

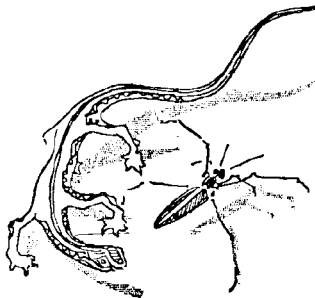
semi-circulaires, ampoules, crêtes; le jeu de la masse utriculaire, de l'étrier, les inclinaisons du plan d'oscillation de la chaîne des osselets, et la relation directe entre l'incidence des ébranlements extérieurs et les appréciations des nerfs ampullaires.

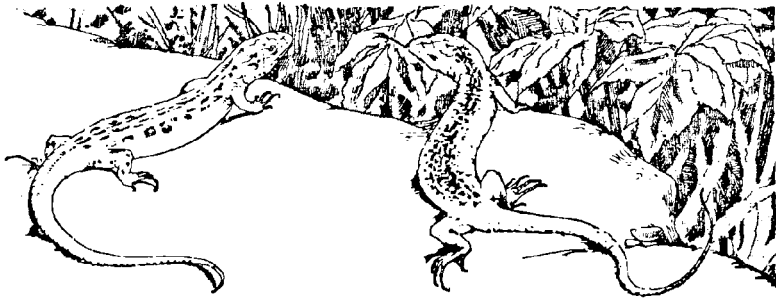
Enfin, notre dernière hypothèse s'adressait au mécanisme de la plus récente des acquisitions du sens auriculaire, celle du son, et nous avons cherché dans une route absolument différente des routes frayées avant nous.

Tout ce qui n'est pas l'organe périphérique a été laissé de côté, comme n'appartenant plus strictement au sens auriculaire, mais à des opérations d'une nature déjà très complexe. D'ailleurs la prudence la plus élémentaire nous interdisait ce terrain, où l'hypothèse elle-même ne peut se définir, faute d'un substratum anatomique suffisant.

Nous avons en outre fait de l'appareil musculaire de la caisse et de la trompe d'Eustache, une annexe des muscles de la déglutition, dont la synergie préserve l'appareil membraneux et l'oreille interne des inconvénients du changement brusque de la pression aérienne.

Paris, le 1^{er} Mai 1890.





ÉTUDES D'EMBRYOLOGIE SUR LES VERTÉBRÉS,

PAR

FRÉDÉRIC HOUSSAY,

Maître de Conférences à l'École normale supérieure.

IV.

LES FENTES BRANCHIALES AUDITIVE, HYO-MANDIBULAIRE, SPIRACULAIRE ET LES SOMITES MÉSOBLASTIQUES QUI LEUR CORRESPONDENT CHEZ L'AXOLOTL (1).

Planches I-III.

Tous les embryologistes admettent actuellement que les fentes branchiales des Vertébrés naissent d'avant en arrière, autrement dit que la plus antérieure, l'hyoïde, est la plus âgée, que la seconde en âge est la première branchie vraie, et ainsi de suite.

En sorte que, si l'on considère, avec GEGENBAUR, la tête préorale

(1) Voir *Archives de Zool. exp. et gén.*, 2^e série, t. VIII, 1890, p. 143, Pl. x-xiv.

comme non segmentée, on peut supposer qu'elle constitue une sorte de *prostomium*, comparable à celui des Annélides. En arrière de ce prostomium existe une région bien définie (la limite postérieure de la région branchiale) qui donne des métamères nouveaux. Ils sont accusés au dehors par leur fente branchiale, et le dernier formé est toujours le plus voisin de la région productrice.

Ce fait semblant très net pour cette partie du corps, il pouvait paraître légitime de l'étendre au tronc, où les phénomènes sont moins apparents, et d'admettre que là aussi existaient en petit nombre des places où étaient produits les métamères nouveaux. Le corps du Vertébré était ainsi comme une chaîne de zoonites, produits par l'activité de quelques zoonites bourgeonnant.

De telle sorte que, non seulement, un segment de Vertébré était comparable à un segment d'Annélide, mais encore, le Vertébré somme de segments, devenait comparable à l'Annélide somme de segments, parce que dans les deux cas la même mécanique avait présidé à la formation des parties constituantes de l'individu.

« Le corps (des Vertébrés) se décompose en trois régions, la tête, » le tronc et la queue, qui se comportent toutes trois au point de » vue de l'accroissement, comme autant d'individus distincts, et » pendant la période embryonnaire, peuvent former de nouveaux » segments vertébraux à leur extrémité postérieure (1). »

ED. PERRIER, qui résume ainsi sa manière de concevoir le Vertébré, s'exprime là d'une façon trop absolue et trop simple. Les faits que nous allons rapporter vont nous montrer que les centres de production des métamères sont en réalité beaucoup plus nombreux. Néanmoins, la conception précédemment énoncée peut, avec quelques changements, être fort utile pour interpréter les phénomènes compliqués de la formation de la tête.

Dans tout ce qui va suivre, nous réservons complètement la question de savoir si les métamères représentent des individus associés pour former une individualité d'un ordre supérieur, ou s'ils ne sont pas purement et simplement un mode de complication d'un organisme qui s'allonge, aussi bien chez le Vertébré que chez l'Annélide. Pour l'instant les faits nous paraissent tout aussi compréhensibles

(1) EDMOND PERRIER, Les Colonies animales. Paris, 1881.

dans l'une et dans l'autre hypothèse. Nous n'avons donc pas à opter.

Cette réserve faite, j'espère montrer que dans la tête il faut distinguer au moins deux zones formatrices de métamères. L'une déjà connue, en arrière de la région branchiale ; l'autre qui se trouve au niveau de la bouche. Et dans ce dernier point les métamères se forment aussi bien vers l'avant que vers l'arrière.

La propriété d'une région de donner des métamères nouveaux dans deux directions opposées est d'autant moins extraordinaire chez les Vertébrés qu'elle se rencontre aussi chez les Annélides, par exemple chez le *Dero obtusa*, pour ne citer qu'un seul cas (1).

*
* *

ORDRE D'APPARITION DES FENTES BRANCHIALES.

Dans une étude antérieure (2) j'ai indiqué dans quel ordre se formaient les métamères de la tête, en accord avec l'apparition des neurotomes cérébraux et la segmentation des cordons ganglionnaires latéraux, dont les épaissements séparés doivent devenir les ganglions crâniens. J'avais trouvé que les métamères ne se produisent pas suivant une loi aussi simple qu'on l'admettait généralement ; je conclusais même au manque de loi simple.

Si l'on persiste, en effet, à vouloir retrouver *un seul* lieu de production pour les segments céphaliques, les faits que j'apportais alors sont incompréhensibles. En d'autres termes, si l'on fait une *seule série longitudinale* de tous les métamères céphaliques et que l'on compare entre eux les temps d'apparition, on n'aperçoit aucune loi simple. Représentons chaque métamère par le rang de son apparition dans le temps, qui ressort des faits décrits plus loin. Nous avons la première colonne de chiffres du tableau suivant ; elle paraît incohérente.

(1) E. PERRIER. *Loc. cit.*, pages 434 et suivantes.

(2) *Arch. de Zool. exp. et génér.*, 2^e série, t. VIII, p. 190.

Nez	1	1	
Hypophyse	2	2	
Bouche	11	3'	
Event (1).....	10	2'	
Hyo-mandibulaire	6	1'	
Hyoïde	3	1''	
Oreille	4	2''	
1 ^{er} branchial.....	5	3''	
2 ^e branchial	7	4''	
3 ^e branchial	8	5''	
4 ^e branchial	9	6''	

Si, au contraire, nous faisons de cette colonne trois séries séparées par deux traits, l'un en face de la bouche, l'autre en face de l'hyoïde, nous voyons que dans chaque série les nombres croissent régulièrement soit dans un sens, soit dans l'autre, mais le même dans chaque série. Adoptons trois notations pour les trois séries; nous avons la deuxième colonne du tableau. Elle est beaucoup plus facile à interpréter et nous montre trois files de segments formés respectivement dans le sens des flèches.

Il y a deux zones productrices, l'une à la fin de la région branchiale. Elle donne les métamères que nous pourrions appeler *péricardiques* ou posthyoïdiens. La deuxième zone donne, en deux sections, les métamères préhyoïdiens.

Il est fort intéressant de remarquer que les métamères céphaliques se trouvent classés d'après ce caractère en deux groupes exactement concordants avec ceux de RABL (2). Mais RABL éloigne

(1) On remarquera que dans ce tableau j'admets une branchie de plus que dans mes précédentes études. C'est l'évent, que j'ai pu retrouver depuis leur publication.

(2) C. RABL, *Théorie des Mesoderms. Morph. Jahrb.*, 1889. T. 15, p. 228.

ces deux catégories, au point de considérer la postérieure seule comme formée de parties homodynames aux myotomes du tronc, tandis que la première ne l'est pas. Je ne vois au contraire qu'une différence fort légère entre tous ces métamères, et je leur attribue à tous la même valeur morphologique. Ils sont constitués identiquement sur le même type, et ne se distinguent que par l'ordre dans lequel ils ont été produits.

Il s'agit maintenant d'exposer les faits observés, pour montrer que ces interprétations ne sont pas uniquement des combinaisons de symboles.

N'ayant rien appris de plus sur la tête préorale, je la considère ainsi que précédemment comme formée d'au moins deux segments. L'un, situé entre le nez et l'œil, est limité à sa partie postérieure par la fente branchiale que j'ai appelée *crystallo-hypophysaire*. Celle-ci a possédé une évagination entodermique, la première formée, qui a disparu sans entrer en rapport avec l'épaississement épiblastique correspondant ; et ce dernier s'est différencié plus tard à sa partie supérieure en *cristallin*, à sa partie inférieure en *hypophyse*.

Le second segment est situé entre la branchie *crystallo-hypophysaire* et la bouche. Il sera peut-être possible d'en trouver d'autres encore ; pour l'instant tenons-nous-en au minimum assuré.

Portons maintenant notre attention sur les segments postoraux. L'embryon le plus jeune que j'ai examiné pour cette étude est représenté Pl. 1, fig. 1. Il possède deux gouttières entodermiques branchiales, et compte 11 myotomes au tronc. Un embryon de *Sélacien* avec deux gouttières entodermiques branchiales posséderait au contraire, d'après *RABL* (1), 23-24 myotomes, c'est-à-dire beaucoup plus. Ceci nous fait comprendre que la marche de la métamérie est moins rapide chez l'*Axolotl* que chez les *Sélaciens*. On pouvait prévoir cela à la longueur du temps employé par le premier de ces types pour parcourir son évolution. Comme résultat pratique, on doit admettre que la lenteur du phénomène est une bonne condition pour en permettre l'étude.

Le système nerveux périphérique est divisé en quatre paquets de racines et de ganglions :

(1) *C. RABL., loc. cit., p. 216.*

1° Olfactif et ciliaire (1), qui commencent à se séparer l'un de l'autre ;

2° Trijumeau ;

3° Facial-acoustique ; glosso-pharyngien (accolé ou très voisin) ;

4° Le vague.

En exceptant la masse antérieure que RABL laisse de côté, mon embryon est, au point de vue du système nerveux périphérique, au même stade que le plus jeune dont il fasse mention. Mais j'ai déjà indiqué plusieurs stades antérieurs à celui-là et montré qu'il n'était pas initial (2).

C'est assez dire que je ne puis en aucune façon adopter l'interprétation de RABL (3). Les deux premiers nerfs, dit-il, trijumeau et acustico-facialis sont en opposition avec les autres, parce qu'ils ne naissent pas d'une crête neurale (*Nervenleiste*), mais sortent isolés du bord supérieur du cerveau. Au contraire, le glosso-pharyngien et le vague se placent sur une même ligne avec les nerfs spinaux purs.

Chez l'Axolotl, j'ai vu que tous les nerfs naissaient de la même manière, en accord au reste avec ce que BEARD (4) avait décrit chez les Élasmobranches et les Oiseaux. Je crois donc que RABL commet l'erreur de prendre pour primitif un état trop avancé déjà.

Quoi qu'il en soit, il y a deux gouttières endodermiques branchiales disposées. Dans l'état actuel de nos connaissances tous les embryologistes les nommeraient respectivement chez l'Axolotl « Hyoïde et 1^{re} branchiale ».

La plus postérieure est certainement la 1^{re} branchiale vraie (Pl. I, fig. 1, 1 B) parce que derrière elle on voit descendre un prolongement cellulaire, qui sera son rameau postbranchial et qui est manifes-

(1) Je donne le nom de ciliaire à la seconde section du cordon ganglionnaire latéral. L'identification est-elle absolument prouvée ? Ultérieurement, cette masse se fond avec le trijumeau. Toutefois, je ne puis pas dire expressément qu'elle représente un seul nerf, plutôt que tous les nerfs du complexe antérieur au trijumeau. Je laisse pour l'instant ce point indéterminé (Voir DOHRN, XV^e étude. *Mitheil. aus. d. Zool. Station zu Neapel*, 9^e vol., 1890, pages 342 et suivantes).

(2) *Arch. Zool. exp. et génér.*, 2^e série, t. VIII, 1890, p. 178 et suivantes.

(3) RABL, *Loc. cit.*, p. 222-223.

(4) BEARD, The Development of the peripheral Nervous System of Vertebrates. *Elasmobranchii et Aves. Q. J. of Micr. Sc.*, t. 29, 1888.

tement issu du glosso-pharyngien. Quant à la gouttière antérieure, il faut également rechercher si elle répond bien à l'hyoïde. Derrière elle s'allonge une masse cellulaire qui deviendra un rameau postbranchial. Il paraît prolonger la partie moyenne de l'épaississement ganglionnaire, celle où se creusera l'oreille, bien plutôt que la partie antérieure qui deviendra le ganglion facial.

Toutefois, l'affirmation est impossible : les deux parties de l'épaississement ganglionnaire sont encore si peu différenciées qu'il est fort difficile de tracer entre les deux une limite, même approximative. Mais du moins, si l'on ne peut pas dire avec certitude : ce rameau postbranchial prolonge l'oreille, il y a encore moins de raisons de croire qu'il vienne du facial. On ne peut donc pas être assuré que cette gouttière endodermique marque la place de l'Hyôïde.

Sur ce même embryon (Pl. 1, fig. 1) une autre circonstance éloigne encore cette détermination. Le fragment de mésoblaste qui précède la gouttière antérieure se réunit par sa partie ventrale à la partie ventrale du somite postérieur. Donc, il prend part à la constitution du mésoblaste ventral dans lequel se creusera le péricarde. Or, quand la fente hyoïde apparaît sans ambiguïté, le somite qui la précède n'est jamais intéressé dans la formation du péricarde.

Il résulte de là que la gouttière considérée (A, Pl. 1, fig. 1) est en arrière de l'hyoïde, en même temps que devant la première branchie vraie. Nous devons donc conclure qu'elle appartient à la région de l'oreille.

Au reste, prenons l'étude de ce premier embryon comme une simple indication ; admettons que rien n'est encore prouvé ; la conviction va se faire par l'étude des stades un peu plus avancés.

L'embryon immédiatement suivant (Pl. 1, fig. 2) a trois gouttières branchiales disposées. Cet état correspond à 12 myotomes dans le tronc. Un Sélacien au même stade branchial aurait (d'après RABL) entre 31 et 36 myotomes.

A cet âge, l'Axolotl présente une disposition très remarquable et très inattendue. Je ne me suis pas contenté de la rencontrer une seule fois ; j'ai étudié cinq embryons à ce degré de développement et j'ai toujours obtenu des résultats identiques, aussi bien par des coupes transversales que sagittales ou longitudinales.

Le système nerveux périphérique a subi quelques modifications. Le ganglion ciliaire s'est nettement séparé de l'olfactif. Le ganglion

cilaire envoie un rameau (postbranchial ?) qui, vu la courbure de la tête et le refoulement par la vésicule optique, est dirigé vers le ganglion trijumeau.

La masse faciale-acoustique est tout à fait séparée en deux, et juste derrière, tout au contact, se trouve le ganglion glosso-pharyngien. Le vague est encore indivis.

Dans la région qui nous intéresse plus spécialement, nous voyons la partie antérieure de l'épaississement épiblastique (*gv.* Pl. 1, fig. 2) qui donnera les différents ganglions du vague, proliférer et envoyer derrière la troisième gouttière endodermique (2 B, Pl. 1, fig. 2) un prolongement ou rameau postbranchial. Cette gouttière est donc le début de la seconde fente branchiale vraie.

Les deux évaginations antérieures sont les mêmes qu'au stade précédent. La seconde est immédiatement suivie par un prolongement du glosso-pharyngien. La première au contraire (A, Pl. 1, fig. 2) a pour postbranchial un rameau qui descend de l'épaississement (*au*) où l'oreille commence à se différencier, et le ganglion facial *gf* envoie un rameau qui passe *au devant* de cette première fente.

De plus, le somite qui la précède prend part à la formation du péricarde, qui se manifeste déjà par l'écartement entre la somatopleure et la splanchnopleure. *Toutes ces circonstances concordantes nous montrent sans ambiguïté que: lorsque trois gouttières endodermiques sont disposées, la plus antérieure n'est pas l'hyoïde mais bien une branchie auriculaire.* Elle est située au-dessous de l'oreille, et ce dernier organe n'est autre chose que la transformation de l'organe sensitif branchial de cette fente, ainsi que l'avait déjà dit BEARD (1), bien qu'il n'ait pas eu connaissance de l'existence réelle de la fente, et qu'il supposât seulement sa présence virtuelle.

C'est un peu plus tard seulement que va se former la gouttière endodermique de l'hyoïde, au stade représenté (Pl. 1, fig. 3). Cet embryon possède 13 ou 14 myotomes au tronc, tandis qu'un Sélacien avec 4 gouttières branchiales aurait de 38 à 48 segments (2) suivant l'état de développement de cette 4^e fente.

(1) BEARD, The System of branchial Sense Organs and their associated Ganglia in Icthyopsida. *Q. J. of Micr. Sc.*, XXVI. 1885.

(2) RABL, *Loc. cit.*, p. 216.

Le système nerveux périphérique n'a presque point subi de modification. C'est vers ce moment qu'apparaît l'épaississement épiblastique, le long duquel aurait dû prendre contact la 1^{re} évagination branchiale apparue. C'est la partie épidermique de la branchie *Cristallo-hypophysaire* (Fig. 3. Pl. I, CHy). Les deux coins de la bouche sont également prolongés par deux épaississements épiblastiques semblables (même figure B).

La fente antérieure II est bien, dans ce cas, l'hyoïde. Le post-branchial issu du facial (*gf* Pl. I, fig. 3) passe bien derrière elle. Le somite mésoblastique situé en avant n'est pas uni au péricarde.

Cette gouttière antérieure est la plus rudimentaire des quatre, ce qui serait tout à fait incompréhensible si on la supposait la première formée, et ce qui est au contraire tout naturel dans notre interprétation. Elle est un peu plus jeune que la seconde branchie vraie, et lui est à peu près comparable comme état de développement.

Je sais que ceci est tout à fait en contradiction avec les faits tels qu'ils semblent se présenter chez les Elasmobranches, en particulier tels que RABL les énonce dans son récent travail. Je le cite parce qu'il suit d'assez près la genèse des gouttières branchiales ; comme les auteurs antérieurs, il nomme évent la 1^{re} branchie qui se montre, hyoïde la 2^e, etc. Au reste, l'attention n'ayant pas encore été appelée sur ce point, personne ne met en doute la simplicité de l'ordre d'apparition, et ne songe à déterminer rigoureusement, pour chaque stade, l'identité de chaque fente, ce qui exige des vérifications difficiles et ingrates.

Je les crois pourtant nécessaires ; autrement la détermination ne se fait que d'après le rang occupé par les fentes ; c'est-à-dire qu'on admet à priori le point que précisément je conteste. Je veux appuyer mon doute relatif aux Elasmobranches sur les données de RABL (1) lui-même. Je reproduis le tableau qu'il donne de l'ordre d'apparition des branchies.

a. — Bei Embryonen mit 18 Urwirbeln erscheint die erste innere Kiemenfurche.

b. — Bei Embryonen mit 23-24 Urwirbeln ist die erste innere

(1) *Morph. Jahrb.*, 1889, p. 216.

Kiemenfurche scharf begrenzt und *die zweite in Bildung* (1) begriffen.

c. — Bei Embryonen mit 26-27 Urwirbeln ist die zweite innere Kiemenfurche gut ausgebildet und scharf begrenzt.

d. — Bei Embryonen mit 31-32 Urwirbeln ist *die dritte Kiemenfurche angedeutet* erreicht aber das Ektoderm noch nicht.

e. — Bei Embryonen mit 34-36 Urwirbeln ist die dritte Kiemenfurche gut entwickelt.

f. — Bei Embryonen mit 38-40 Urwirbeln sind drei scharf begrenzte innere Kiemenfurchen vorhanden, und *die vierte in Bildung*.

g. — Bei Embryonen mit 45-46 Urwirbeln ist die vierte innere Kiemenfurche scharf begrenzt; die zweite in Durchbruch begriffen.

n. — Bei Embryonen mit 54-56 Urwirbeln ist *die fünfte Kiemenfurche angedeutet*;.....

i. — Bei Embryonen mit 66-68 Urwirbeln sind fünf scharf begrenzte Kiemenfurchen vorhanden, *die sechste in Bildung*.....

Il est évident que l'embryon reste avec deux branchies depuis l'apparition de la deuxième jusqu'à l'apparition de la troisième ; avec trois branchies depuis l'apparition de la troisième jusqu'à l'apparition de la 4^e et ainsi de suite. Ceci remarqué, le tableau précédent nous enseigne que l'embryon reste

avec 1 branchie pendant que se forment dans le tronc 5 myotomes.

» 2	»	»	»	8	»
» 3	»	»	»	7	»
» 4	»	»	»	16	»
» 5	»	»	»	12	»

Donc l'embryon reste avec 4 gouttières branchiales pendant un temps relativement très long. Or, c'est justement pendant le stade où l'embryon paraît ainsi avoir 4 gouttières branchiales que se passent les phénomènes que je vais rapporter maintenant. C'est la raison pour laquelle je suppose que la loi d'apparition des gouttières

(1) Les italiques ne sont pas dans le texte allemand ; elles indiquent les stades que je retiens pour composer le tableau suivant.

branchiales n'est peut-être pas plus simple chez les Élasmobranches que chez l'Axolotl.

Chez l'Embryon dont je parlais précédemment, la gouttière branchiale auriculaire, après avoir pris contact avec l'épiderme, présente des caractères très spéciaux, que je décrirai d'une façon détaillée un peu plus loin, et qui semblent indiquer une régression en train de s'accomplir. La fente auriculaire derrière laquelle passe encore un petit prolongement de l'oreille est sur le point de disparaître.

Un peu plus tard, sur un échantillon qui possède un myotome de plus, c'est-à-dire 15, cette disparition est effectuée. Il reste pourtant une petite trace encore de la présence d'une gouttière endodermique dans cette région. Entre la fente hyoïde et la 1^{re} branchie vraie, dans l'intervalle occupé autrefois par deux somites mésoblastiques, il n'y en a plus qu'un à l'heure actuelle. Mais on reconnaît aisément que ce somite unique est relié à l'entoderme dans sa partie supérieure et médiane. Ce fait est tout à fait extraordinaire, et ne peut, à cette période du développement, être aperçu qu'en ce point (Pl. I, fig. 4 A.). Je vois dans cette liaison, et j'espère justifier cette interprétation, le reste de l'évagination entodermique, maintenant évanouie, et qui au stade précédent séparait en deux ce morceau de mésoblaste.

Si l'on s'était borné à compter purement et simplement les gouttières endodermiques on n'aurait pas été averti de la suppression de l'une d'elles, parce que, en même temps, une nouvelle se formait à la partie postérieure de la région branchiale (Pl. I, fig. 4, 3 B.).

Ces 2 embryons à 4 gouttières branchiales ne sont pas au même stade.

Le 1^{er} possède : Hyoïde, Auriculaire, 1^{re} et 2^e branchiales vraies.

Le 2^e possède : Hyoïde, ..O.. 1. 2. 3. »

Parmi les faits qui accusent cette différence, on peut citer l'état de division du ganglion vague, unique dans le 1^{er} cas (*gv* fig. 3, Pl. I) et déjà divisé en deux dans le second (*gv*₁. *gv*₂. fig. 4, Pl. I).

Cette soudure du 1^{er} somite posthyoïdien avec l'endoderme ne tarde pas à disparaître, et l'on n'en trouve plus de traces dans un embryon à 17 myotomes (Pl. I, fig. 5). Celui-ci est à peu près dans le même état que le précédent sauf cette liaison ; le ganglion ciliaire (*gc*) s'est notablement rapproché du trijumeau (*gt*). Il se fond

complètement avec lui au stade suivant (Pl. I, fig. 6) chez un embryon à 21 myotomes.

Dans ce dernier, deux nouvelles gouttières branchiales ont apparu. L'une, très nette à l'arrière de la région branchiale, a déterminé une nouvelle section dans la masse du vague (*gv*₃, Pl. I, fig. 6), de laquelle part maintenant en arrière le nerf latéral *nl*. La seconde gouttière branchiale s'est formée en avant de l'hyoïde; elle est moins accusée en tant que saillie endodermique mais tout aussi nettement indiquée par les circonstances connexes (Pl. I, fig. 6): apparition d'un nouveau somite mésoblastique et division en deux du ganglion facial (*gf*₁ *gf*₂) jusque-là indivis.

Enfin un peu plus tard, dans un embryon à 23 myotomes, une nouvelle saillie de l'endoderme est visible en arrière de la bouche (Pl. II fig. 13 *sp*); elle représente l'évent, et un nouveau somite mésoblastique lui correspond (Pl. II, fig. 12, fig. 13, III).

Après avoir ainsi indiqué l'apparition successive des différents métamères, nous avons justifié notre tableau de la page 58, qui met en pleine évidence l'irrégularité dans le temps, c'est à dire l'*hétérochronie* dans la formation des métamères.

Nous avons dit déjà que cette hétérochronie apportait dans la conception métamérique de la tête un désordre plus apparent que réel. Il était néanmoins très important de le faire ressortir, puisqu'il nous a conduit à retrouver d'une façon précise deux centres de production des métamères.

D'autre part, cette hétérochronie est d'autant moins surprenante chez les Vertébrés, que l'on trouve chez beaucoup d'Annélides des régions où plusieurs centres producteurs fonctionnent ainsi sans alternance régulière entre eux, et produisent des segments tantôt dans un sens tantôt dans l'autre.

Il nous reste à préciser un peu plus quelques-uns des faits nouveaux sur lesquels s'appuie l'exposé précédent.

*
* *

EXISTENCE ET DISPARITION DE LA GOUTTIÈRE BRANCHIALE
AURICULAIRE.

D'après les indications sommaires que je viens de donner, il est facile de se rendre compte que le stade où trois gouttières branchiales sont disposées est de beaucoup le plus important pour appuyer mon interprétation. Les autres faits se comprennent à cause de celui-là, s'y relient très bien ; mais sans lui ils sembleraient n'avoir point de conséquence et passeraient inaperçus. Aussi, comme je l'ai déjà dit, est-ce sur des embryons de ce stade, que j'ai porté mon attention surtout. Je n'ai accepté les faits que si différentes séries me les montraient identiques; je me suis efforcé, en un mot, d'écarter dans la limite du possible les erreurs d'observation.

J'ai représenté quelques figures prises dans deux séries de coupes, afin de montrer dans quelle mesure les faits sont apparents et qu'il est difficile d'en contester la netteté.

Les figures 1, 2, 3 de la planche II, reproduisent trois coupes longitudinales, allant de la périphérie vers le plan médian. Dans la figure 1, on aperçoit le ganglion facial *gf*, le ganglion auditif *ga* et le glossopharyngien *gpp*. Les deux premiers sont intimement accolés et ne se laissent distinguer que par la direction de leur mitose ; le troisième est très peu en arrière ; mais cependant distinct.

Le ganglion facial envoie un rameau *pbf* qui passe en avant du somite *S*, le plus antérieur de ceux qui prennent part à la formation du péricarde. Il n'existe aucune gouttière endodermique qui soit plus en avant que ce rameau postbranchial. Donc *l'hyoïde n'existe pas encore*, et pourtant trois gouttières sont disposées en arrière de cette région : la fente hyoïde n'est pas la 1^{re} disposée.

On peut voir (fig. 2, fig. 3, Pl. II) le rameau *pbf*, toujours antérieur au somite *S*, qui lui-même précède (fig. 3) la première des gouttières branchiales *A*. Cette gouttière *A* n'est pas l'hyoïde, d'après ce que nous avons dit ; ce n'est pas non plus la 1^{re} branchie vraie, déterminée *1 B* (Pl. II, fig. 1) par le postbranchial du glossopharyngien qui passe en arrière d'elle.

A est bien la fente qui répond à l'oreille. Un fait direct appuie cette déduction. On voit (fig. 2 et fig. 3) un petit rameau *pba*, qui

descend comme un postbranchial auditif pour innerver le somite placé derrière cette fente *A*.

Les figures 4-11 de la planche II, sont faites d'après une série de coupes transversales. L'orientation n'est pas rigoureusement transversale ; le plan de section s'incline un peu vers le plan sagittal, et grâce à cette disposition plusieurs gouttières sont intéressées par une même coupe. Cette orientation n'a d'ailleurs aucune influence sur la netteté des résultats à apercevoir.

La 1^{re} coupe représentée passe par le ganglion *gf* et son postbranchial *pbf* ; aucune gouttière endodermique n'a encore fait son apparition dans les coupes ; donc ce postbranchial est en avant de toutes celles qui sont actuellement disposées. Fait de tous points concordant avec celui que montrait la série longitudinale que nous venons de décrire. Il conduit à la même conclusion, il n'y a point encore de branchie hyoïde.

Dans une coupe suivante (Pl. II, fig. 5) le postbranchial facial est dépassé, le ganglion existe encore *gf*, déjà distinct du ganglion auditif *ga* où l'oreille commence à se différencier. *A* est la partie distale de la première évagination endodermique. Au-dessus d'elle dans la coupe (c'est-à-dire en arrière d'elle dans l'embryon vu l'orientation de la coupe) se trouve un prolongement du ganglion auditif, nettement distinct du facial, et qui s'en montrera de plus en plus indépendant à mesure que le ganglion facial disparaîtra.

Dans la fig. 6 (Pl. II) *A* est relié à l'endoderme, le ganglion facial diminue de plus en plus *gf*, en même temps que l'on voit mieux encore le ganglion auditif *ga* envoyer son postbranchial *pba* au-dessus (c'est-à-dire en arrière) de la première gouttière branchiale disposée, qui est ainsi la fente auriculaire.

Dans les quatre figures suivantes on voit peu à peu se réduire le ganglion *ga* et apparaître le glossopharyngien *ggp*, dont le postbranchial *pbgp* passe derrière la deuxième gouttière branchiale *1 B*, qui fait son apparition dans la coupe fig. 7 pour devenir plus évidente encore fig. 8.

Ces faits sont donc rigoureusement concordants et nous pouvons, avec toute la certitude que permet la difficulté de ces déterminations, arriver aux conclusions suivantes :

I° La fente hyoïde n'est pas la première formée.

II° Il existe à un certain stade une gouttière branchiale située entre

l'hyoïde et la 1^{re} branchie vraie. Elle est innervée par un rameau postbranchial descendant de l'oreille.

Nous avons dit que cette fente disparaissait ; nous pouvons de plus fixer deux étapes de sa dégénérescence. Dès que la fente hyoïde a fait son apparition (Pl. I, fig. 2) la fente auriculaire entre en régression. La planche III reproduit les plus importantes coupes d'une série transversale suffisamment bien orientée.

La figure 1 montre la gouttière hyoïde *H* arrivée au contact de l'épiblaste, *gf* est la partie antérieure du ganglion facial. Les fig. 2, 3, 4, 5, représentent des coupes à travers le 1^{er} somite mésoblastique postérieur à l'hyoïde. On voit comment il forme le péricarde. On voit aussi le postbranchial du facial *pbf* bien apparent juste quand on a dépassé l'hyoïde ; puis il disparaît un peu plus loin. La masse du ganglion persiste encore pendant quelques coupes. Les figures 6, 7, 8, 9 nous montrent une fente branchiale plus en arrière. Il est facile de voir quels caractères particuliers elle présente en la comparant aux deux entre lesquelles elle se trouve *H* (fig. 1. Pl. III) et 1 *B* (fig. 14 et 15 Pl. III).

Ces deux-ci largement ouvertes dans le tube digestif prennent un large contact avec l'endoderme. L'autre au contraire, *A*, (fig. 6-9) n'a pas de lumen ; loin de s'ouvrir largement dans le tube digestif elle n'est rattachée à sa paroi que par un mince pédoncule, *comme si, ce pédoncule venant à se rompre, elle devait former un massif de cellules isolées, destinées à se fondre avec celles des deux somites mésoblastiques qu'elle a pour un temps séparés.*

Au reste, dès maintenant, il est déjà difficile de tracer une limite nette entre son contour et celui des deux somites voisins, tandis que pour les autres gouttières branchiales, la limite est très tranchée et qu'il y a même toujours un petit intervalle entre les deux catégories d'éléments.

Cette gouttière branchiale, avec ces caractères si spéciaux, est bien celle que dans le stade précédent nous avons déterminée auriculaire. On peut, en effet, voir dans les figures 6, 7, 8, 9 apparaître le ganglion auditif *ga* à mesure que s'efface le facial *gf*. En même temps le ganglion auditif envoie un prolongement *pba*, assez bien marqué aussitôt que la gouttière cesse de se montrer (fig. 10). Et il n'y a point à craindre de confusion avec le glosso-pharyngien, car celui-ci est visible un peu plus loin *gpp* (fig. 12-16, pl. III) et il

possède un postbranchial net *pbgp* (fig. 16) associé à la gouttière branchiale 1 B.

La fente auriculaire, quoique bien déterminée encore, est donc en dégénérescence. Il est difficile de nier absolument que cette disparition puisse avoir lieu par retrait pur et simple de l'évagination dans les parois du tube digestif, dont elle est sortie. Pourtant l'apparence pédonculée que j'ai décrite plus haut, fait naître une autre hypothèse, celle que j'exprimais tout à l'heure. Il n'est point impossible, en effet, que les éléments endodermiques séparés de la paroi intestinale dont ils sont issus, soient absorbés et digérés par les éléments mésoblastiques qui les environnent. Il est possible que, par ce processus, se trouve ainsi formé aux dépens de deux somites et d'une masse endodermique régressée, le fragment de mésoblaste situé au-dessous de l'oreille entre l'hyoïde et la première branchie. Celui-ci, pendant quelque temps encore, est beaucoup plus gros que chacun des autres somites branchiaux.

Je serais porté vers cette dernière hypothèse par le fait que, après la disparition de l'évagination entodermique auriculaire, une liaison, comme je l'ai dit, persiste quelque temps encore, entre l'endoderme et le somite posthyoïdien maintenant unique. Elle paraît indiquer que des éléments endodermiques sont contenus encore, quoique méconnaissables, dans l'intérieur du massif mésodermique. Ce mode de disparition d'un groupe de cellules qui n'ont point d'avenir et qui sont absorbées par leurs voisins est d'autant plus compréhensible qu'il ne choque en rien les idées modernes d'histolyse et de phagocytose. Dans un organisme aussi peu différencié encore que cet embryon, tout groupe de cellules n'est-il pas apte à remplir une fonction, qui plus tard sera réservée aux seuls leucocytes.

Quoi qu'il en soit, la fente auriculaire a disparu, ainsi qu'un segment de mésoderme, et le ganglion auditif où se différencie l'oreille reste seul pour témoigner de l'existence fugitive d'un métamère de plus.

Pour terminer cette question de la branchie auriculaire, il me reste à retirer une critique que j'adressais à BEARD dans mon dernier travail et à montrer au contraire à quel point mes données sont

d'accord avec les siennes et les confirment en les complétant. Je m'exprimais de la façon suivante (1).

BEARD (2) est conduit par la genèse du nerf auditif et de son ganglion, pareille à celle des autres nerfs segmentaires, à reconnaître dans ce nerf l'indice d'un segment de plus. Seulement l'oreille comme le nez, dit-il, ne sont pas des restes de branchies; ce sont les organes branchiaux correspondants. Si je saisis bien l'idée de BEARD qui n'a jamais été sur ce point extrêmement explicite, cela veut dire que, en ces deux endroits, des branchies ont existé autrefois puisqu'il y a des organes sensoriels branchiaux; mais qu'elles ont si bien disparu qu'il est inutile d'en chercher aucune trace, et que les invaginations épiblastiques de la fossette olfactive et de l'oreille ne sont pas comparables aux invaginations épiblastiques des fentes branchiales, mais sont uniquement des productions nouvelles, survenues pour faire un organe des sens plus complet avec l'ancien organe branchial. Je ne vois pas d'autres façons de comprendre: ou bien cela, ou bien l'hypothèse de la branchie transformée; mais BEARD repoussant cette seconde manière de voir, c'est donc la première qu'il adopte. Or, elle me paraît tout à fait hypothétique et ne peut avoir qu'un unique appui, à savoir: que le ganglion épiblastique de ces deux branchies ne s'enfonce pas dans l'intérieur et demeure épiblastique, et je ne vois pas du tout en quoi cela empêche les deux invaginations désignées d'être des restes de branchies. Au reste, l'observation directe va trancher le doute théorique et va nous montrer que si le ganglion auditif est bien homodynamique à un ganglion crânien, il n'en est pas moins vrai que la branchie qu'il innervait primitivement persiste en partie, *et s'associe à lui pour changer avec lui de fonction et devenir un organe auditif.*

Je reproduis ce passage pour bien montrer le point où je pensais être en désaccord avec l'embryologiste anglais. Or, ce désaccord aujourd'hui n'existe plus. C'est à tort que je croyais la fente branchiale auditive en *rapport de continuité* avec le ganglion.

Cette fente auriculaire existe très réellement, j'espère l'avoir montré dans les pages qui précèdent; mais elle est située ventralement par rapport au ganglion auditif et n'a avec lui d'autres liens

(1) *Arch. de Zool. exp. et génér.*, 2^e série, t. VIII, p. 234.

(2) BEARD, *The System of branchial Sense Organs. etc...* *Q. J. of Micr. Sc.*, 1885.

que l'innervation par son postbranchial. La branchie étant disparue, le ganglion auditif persiste et se transforme en oreille. C'est un des « branchial sense organs » de BEARD. Je tiens à préciser cette homodynamie d'autant mieux que j'en ai contesté le détail.

DOHRN également se rattacherait plus volontiers aujourd'hui à cette manière de voir : « Auch die grosse Ausdehnung der Ohrblase, » als des zu diesem Kiemencomplex gehörenden Seitenorgans, » wird deutlicher, und die hypothese BEARD's, das Gehörorgan nur » als ein stark vergrössertes Seiten — oder Kiemensinnesorgan in » Anspruch zu nehmen, liesse sich vertheidigen » (1).

L'accord paraît donc près de se faire sur ce point de l'histoire du développement.

*
* *

GOUTTIÈRE ENDODERMIQUE HYO-MANDIBULAIRE.

Je veux au sujet de ce métamère, que DOHRN a déjà mis en évidence chez les Sélaciens, ajouter quelques mots sur la présence d'une gouttière endodermique représentant sa branchie.

Elle apparaît non pas d'une façon précoce, mais assez tardivement ; je l'ai reconnue pour la première fois sur un embryon qui possédait 21 myotomes au tronc (Pl. I, fig. 6). Jusqu'à ce moment le ganglion facial était encore simple, et il n'y avait qu'un seul somite mésoblastique entre la bouche et la fente hyoïde. J'ai assez insisté sur cette hétérochronie dans l'apparition des segments, pour qu'on soit convaincu qu'elle n'a point d'importance relativement à la valeur morphologique.

Le métamère hyo-mandibulaire, bien que tardivement formé, est homodynamique à l'un quelconque des métamères céphaliques, au même titre, par exemple, que le dernier de la région branchiale. Je prends à dessein celui-ci parce qu'il se forme à peu près aussi tardivement que l'hyomandibulaire.

(1) DOHRN, Neue Grundlage zur Beurtheilung der Metamerie des Kopfes (*Mitth. a. d. Zool. St. zu Neapel*, 9^e vol., 1890).

L'évagination endodermique de ce segment est parfaitement nette (Pl. II, fig. 13 HM). Elle s'insinue entre les deux somites IV et V. Elle est moins développée dans le sens dorso-ventral que la branchie postérieure H, qui est l'hyoïde. Celle-ci d'ailleurs l'est moins que la suivante 1 B, et cette réduction, continue vers l'avant, peut bien tenir à la fois à la courbure de la tête et au développement du cerveau, qui comprime les autres éléments constituant de cette région.

Les gouttières endodermiques hyomandibulaires s'écartent peu du plan médian et sont, par conséquent, très loin d'atteindre l'épiblaste. J'avais cru autrefois voir un épaississement épiblastique faisant face à ses saillies ; mais je ne l'ai aperçu qu'une fois, en sorte que je doute si sa présence est bien typique.

Quoi qu'il en soit, la partie la plus importante de la fente branchiale est présente : à savoir la saillie endodermique. Le ganglion facial g_1 (Pl. I, fig. 6) appartient à ce métamère, ainsi que je l'ai indiqué déjà.

*
* *

GOUTTIÈRE ENDODERMIQUE ET MÉTAMÈRE SPIRACULAIRE.

Très peu de temps après que le somite situé entre la bouche et l'hyoïde s'est divisé en deux, on le trouve divisé en trois, par l'apparition d'une nouvelle paire d'évaginations endodermiques latérales.

Entre la bouche et l'hyoïde, nous avons donc à ce stade trois somites séparés par deux ébauches de fentes branchiales. Sur une coupe longitudinale (Pl. II, fig. 13) on aperçoit nettement ces trois somites III, IV et V. A leur partie supérieure, les somites III et IV ainsi que le somite II situé entre la bouche et l'hypophyse sont amincis, comme étirés en biseau de façon à tenir la moindre place. Malgré cette compression, il n'est pas malaisé de voir qu'ils demeurent distincts. Cette apparence particulière est due, à n'en pas douter, au développement de la vésicule optique, qui les refoule en arrière et les presse les uns contre les autres. A leur partie ventrale ils sont en quelque sorte plus à l'aise.

La paire d'évaginations endodermiques nouvelle présente à peu près l'aspect de celles que nous avons décrites précédemment. Comme elles, elle est peu écartée du plan médian et est encore un peu plus réduite dans le sens dorso-ventral. Malgré cela, on voit sans ambiguïté (*sp*, fig. 13, Pl. II) qu'elle se glisse entre les somites III et IV.

La fente branchiale dont elle est le représentant et l'ébauche correspond à la fente spiraculaire ou évent des Sélaciens, par sa position entre la bouche et la fente hyo-mandibulaire.

Je n'ai point su découvrir quel nerf ni quel ganglion lui étaient associés. Je préfère, pour l'instant, constater purement et simplement cette lacune, et ne point émettre quelque supposition pour la dissimuler sans la combler. Sur une coupe sagittale (Pl. II, fig. 12), les différents somites de cette région sont on ne peut plus évidents :

I, situé entre le nez et l'épaississement épiblastique qui prolonge le cristallin (*c*).

II, entre cette même saillie et celle qui prolonge la bouche.

III, IV, V, situés entre la bouche et l'hyoïde et séparés l'un de l'autre, à un plan plus ventral que celui de la coupe, par les saillies endodermiques spiraculaire et hyo-mandibulaire.

Puis viennent les somites péricardiques, d'abord VI et VII soudés ensemble comme il résulte de cette étude, et les suivants IX, X, XI, qui sont très nets.

Comme on le voit, ces deux paires d'évaginations branchiales, les dernières nées, subissent une évolution beaucoup moins complète que la fente auriculaire, la première née et la première disparue. C'est proprement un de ces faits d'accélération embryogénique, qui se rencontrent si fréquemment. Un organe qui doit disparaître accomplit d'autant plus rapidement son évolution particulière qu'il est plus tardif par rapport à l'évolution générale de l'être auquel il appartient. En sorte que, si dans le type ancestral vertébré, il devait y avoir encore d'autres branchies plus tardives que celles-là, il est possible qu'elles n'apparaissent plus du tout dans l'ontogénie.

Cette notion de l'hétérochronie, jointe à celle de l'accélération embryogénique peut nous conduire aux conséquences suivantes :

Une branchie typiquement précoce se développe complètement et régresse.

Une branchie typiquement plus tardive va moins avant dans son développement.

Une branchie qui devrait apparaître plus tard encore puis disparaître ne se forme plus du tout, et sa présence peut n'être plus révélée que par des circonstances connexes.

Dans l'état actuel de ces études, il nous faut reconnaître dans la tête des Batraciens onze métamères au moins, qui, tous, concordent avec ceux que l'on connaît actuellement chez les Sélaciens. Ce nombre 11 est naturellement un minimum. Sera-t-il possible d'en découvrir davantage ? Je ne le nie en aucune façon.

Ces métamères sont tous équivalents entre eux, tous homotypes : ils ne diffèrent que par le temps, l'ordre et le lieu de leur production. Il nous est impossible de reconnaître, parmi tous ces segments, devenus plus ou moins coalescents pour constituer la tête, un segment particulier comparable à celui qui termine en avant un corps d'Annélide.

Au reste, les nombreux travaux, poursuivis dans ces dernières années sur les Vertébrés, montrent bien que si la comparaison entre ceux-ci et les Annélides demeure très indiquée dans les grandes lignes, elle devient de plus en plus obscure si l'on pénètre dans le détail.

C'est ainsi que l'on a dû renoncer à retrouver la trace de l'ancien tube digestif dans l'épiphyse et l'hypophyse, par suite, renoncer à voir des ganglions cérébroïdes dans le cerveau antérieur.

De même aussi, il faut aujourd'hui reconnaître à la tête préorale, et jusque dans sa partie la plus antérieure, la même constitution segmentaire qu'à la tête postorale. Et l'idée d'un prostomium comparable à celui des Annélides s'évanouit par là même.

En voyant ainsi croître les difficultés lorsqu'on veut préciser les rapports que le premier examen fait supposer entre les deux types, on est conduit à se demander si l'on ne fait pas fausse route dans la recherche de cette précision. Les échecs répétés dans l'identification ne doivent-ils pas faire songer que l'on a tort peut-être de s'obstiner à mettre en parallèle morphologique les deux parties céphalées ?

Tête et queue sont des spécialisations physiologiques ou méca-

niques résultant des habitudes de progression d'un être, tout comme le ventre et le dos.

Ce n'est pas ventre à ventre, mais bien ventre à dos que l'on compare le Vertébré à l'Annélide ; et l'on a raison.— On a bien pu tenter de les comparer, tête à tête, le rapport était possible, mais il n'est pas nécessaire ; et devant les difficultés chaque jour croissantes, il faut peut-être y renoncer et essayer si la comparaison tête à queue serait plus facile. Elle a pour elle, *à priori*, autant de chances de réalité que la première ; n'en aurait-elle pas davantage en étudiant les choses de plus près ?

On peut, dans la tête du Vertébré, renoncer assez facilement à retrouver les ganglions cérébroïdes ; car chez les Annélides, ils se développent, comme on sait, indépendamment de la chaîne nerveuse ; leur présence paraît relativement accessoire par rapport à cette longue chaîne métamérique ; ils ont, par suite, fort bien pu disparaître chez les Vertébrés, sans laisser de traces, et cela n'a point de conséquence grave.

Mais dans le premier segment des Annélides, si les ganglions cérébroïdes sont indépendants de la chaîne ventrale, il n'en est pas ainsi du collier œsophagien, c'est-à-dire des connectifs qui entourent le tube digestif. Ils sont produits par le premier ganglion métamérique, et ont une importance morphologique plus considérable que les ganglions cérébroïdes auxquels ils se rendent.

Je sais bien encore que si l'on n'en retrouvait pas de traces, leur disparition pourrait se concevoir comme corollaire de celle des ganglions cérébroïdes ; mais leur perte serait un fait plus considérable que la perte de ceux-ci. BEARD (1) a très bien senti cette différence, aussi, prenant son parti de la suppression des ganglions cérébroïdes, il a néanmoins cherché à retrouver le collier nerveux. Je dois dire que je ne suis guère convaincu par son ingénieuse hypothèse. Il voudrait voir dans la partie ventrale de l'hypophyse le reste de l'ancienne bouche, et dans la partie nerveuse de l'organe le reste de l'ancien collier œsophagien.

En vérité, je ne vois qu'un seul point dans tout le corps du Vertébré où le système nerveux entoure le tube digestif. C'est le *blastopore*, et là il l'entoure bien nettement pour constituer un *canal*

(1) BEARD, The old mouth and the new. *Anat. Anzeiger*, 1888.

neurentérique. C'est le contour nerveux du canal neurentérique qui me paraît le reste du collier œsophagien.

Je voudrais donc comparer le Vertébré et l'Annélide région blastoporique à région blastoporique, c'est-à-dire tête à anus. Je n'émetts ici qu'une hypothèse. Elle me paraît la plus probable de celles qu'on peut donner actuellement et vaudra, en tous cas, d'être précisée et soutenue par des faits.

Que l'on remarque la précocité de ce canal neurentérique, sa généralité dans le groupe des Vertébrés, et, par suite, son importance, qu'au reste j'ai méconnue moi-même (1), et l'on pensera peut-être que ce n'est point un phénomène négligeable pour la recherche de l'archétype Vertébré.

Pour pénétrer les rapports entre les deux groupes, il y a dans la comparaison différents degrés.

Le premier terme, et le plus important, est la comparaison d'un segment de l'un à un segment de l'autre.

Puis il faut voir si les métamères se produisent dans les deux types d'après les mêmes lois. Nous avons vu que dans la tête des Vertébrés, ils se formaient en deux points différents. Quelques faits observés m'autorisent à dire qu'il existe aussi dans le tronc un certain nombre de régions bourgeonnant (?) soit dans un sens, soit dans l'autre.

La différence la plus considérable entre les deux types est que, chez les Annélides, tous les centres producteurs des métamères sont d'un même côté de la trochosphère primitive, tandis que chez les Vertébrés il y aura des centres producteurs des deux côtés de la Gastrula, les uns donnant le tronc et la tête, les autres, la queue.

La différence n'est pas sans signification phylogénique, nous nous proposons d'en étudier et d'en développer les conséquences.

La première, que nous signalons aujourd'hui, est que les têtes dans les deux cas seraient seulement analogues et non point homologues.

Paris, 25 Juillet 1890.

(1) *Arch. Zool. exp. et génér.*, t. VIII, 2^e série, p. 177.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Lettres communes à toutes les figures :

Ganglions nerveux :

<i>go</i> ,	Ganglion olfactif.
<i>gc</i> ,	— ciliaire
<i>gt</i> ,	— trijumeau.
<i>gf</i> ,	— facial.
<i>ga</i> ,	— auditif.
<i>ggp</i> ,	— glossopharyngien.
<i>gv</i> ,	— vague.

Fentes branchiales :

<i>CHy</i> ,	Fente cristallo-hypophysaire,
<i>B</i> ,	— bouche.
<i>H</i> ,	— hyoïde.
<i>A</i> ,	— auditive,
<i>1B, 2B, 3B</i> ,	— 1 ^{re} , 2 ^{me} , 3 ^{me} branchiales vraies.

PLANCHE I.

Fig. 1. — Embryon à 11 myotomes reconstitué d'après des coupes sagittales.

nt, racine du trijumeau ; *nf α* , racine du facial acoustique ;
nv, racine du vague ; *O*, vésicule optique ; *p*, péricarde.

Fig. 2. — Embryon à 12 myotomes reconstitué d'après des coupes transversales.

p, péricarde ; *O*, vésicule optique.

Fig. 3. — Embryon à 13-14 myotomes (d'après des coupes transversales).

(Lettres comme précédemment).

Fig. 4. — Embryon à 15 myotomes (d'après des coupes sagittales).

gv₁, *gv₂*, les deux premières sections du vague.

Fig. 5. — Embryon à 17 myotomes (d'après des coupes transversales).

Fig. 6. — Embryon à 21 myotomes (d'après des coupes longitudinales et sagittales).

O, œil ; *C*, cristallin ; *Hy*, hypophyse.

*gv*₁, *gv*₂, *gv*₃, les trois sections du vague ; *nl*, nerf latéral ; *gf*₁, *gf*₂, les deux sections du ganglion facial (hyomandibulaire et hyoïde).

PLANCHE II.

Fig. 1-2-3. — Trois coupes longitudinales dans un embryon à trois gouttières branchiales.

gt, ganglion trijumeau ; *gf*, ganglion facial ; *ga*, ganglion auditif ; *gpp*, ganglion glossopharyngien ; *pbf*, postbranchial facial ; *pba*, postbranchial auditif ; *pbt*, postbranchial trijumeau ; *S*, premier somite péricardique.

Fig. 4-11. — Coupes transverso-sagittales d'un embryon à trois gouttières branchiales.

(Lettres comme précédemment).

Fig. 12. — Coupe sagittale d'un embryon à 23 myotomes.

C, épaissement épiblastique qui prolonge ventralement le cristallin ; *B*, prolongement épiblastique de la bouche ; I-XI, les somites mésoblastiques.

Fig. 13. — Coupe longitudinale d'un embryon à 23 myotomes.

Sp, évagination entodermique spiraculaire ; *HM*, évagination entodermique hyomandibulaire.

PLANCHE III.

(Voir les lettres communes à toutes les figures).

Fig. 1-16. — Diverses coupes transversales dans un embryon à 13 myotomes, prises entre la fente hyoïde et la 1^{re} branchie vraie, pour montrer la régression de la gouttière auriculaire.





SUR DEUX TYPES NOUVEAUX D'ASCOTHORACIDA.

I.

SUR *PETRARCA BATHYACTIDIS*,

PAR

G.-H. FOWLER (1).

Dans un exemplaire décalcifié de *Bathyactis symmetrica*, dragué dans l'expédition du *Challenger* par un fond de 2,300 brasses [Lat. 33° 41' N. — Long. 157° 42' E, station 241], j'eus le bonheur de trouver le remarquable parasite pour lequel je propose le nom de *Petrarca bathyactidis*, gen. et sp. nov. Son intérêt morphologique, et le peu de chances qui existent d'obtenir de longtemps d'autres matériaux, justifient suffisamment la publication d'un mémoire, nécessairement incomplet, étant donnée la petite taille de l'animal, dont je n'ai eu que trois exemplaires à ma disposition.

Petrarca est un membre de la curieuse famille de crustacés dont *Laura gerardiae* de LACAZE-DUTHIERS [Mém. de l'Acad. des Sciences, XLII, 1883], et *Synagoga mira* de NORMAN [Rep. Brit.

(1) Traduit par L. BERTRAND du *Quarterly Journal of Microscopical Science*, n° 118, vol. XXX, 2^e partie, juillet 1889 : Sur un remarquable crustacé parasite et sur ses rapports avec la phylogénie des Entomostracés par G.-HERBERT FOWLER, B. A., Ph. D., Assistant to the Jodrell Professor of Zoology, University college, London.

Assoc., 1887, p. 86], sont les seuls autres exemples, famille de parasites ou semi-parasites sur les Anthozoaires, généralement considérée comme faisant partie de la classe des Cirrhipèdes. Pour fixer sa position zoologique, je vais faire une description de tout ce qu'il m'a été possible de voir de son anatomie.

Les trois exemplaires furent trouvés dans la chambre mésentérique d'un seul *Bathyactis*; leur présence avait produit une certaine déformation du corail, visible à l'extérieur, et consistant surtout en un développement exagéré des cloisons en ce point. Dans aucun autre individu de *Bathyactis*, tant de la même localité que d'autres, je ne pus trouver trace de nouveaux spécimens de ce crustacé. D'après le contenu et l'apparence du canal digestif de *Petrarca*, il paraît probable que sa relation avec son hôte n'est pas un cas de parasitisme véritable, mais qu'il aspire le fluide nourricier produit par la digestion et la macération des aliments de *Bathyactis*, et ne fait pas dériver directement sa nourriture des tissus du polype. C'est en fait un cas de commensalisme, dans le sens défini par DE BARY [*Tagebl. Vers. Deutscher Naturforsch. und. Aertze*, 1878, p. 121, (voir note)].

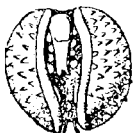


FIG. 1. — *Petrarca bathyactidis* FOWLER; l'animal (1) vu par la face ventrale, renfermé dans la carapace bivalve. De la région céphalique partent (en bas dans la figure) les deux antennes en arrière desquelles se trouve le cône buccal creusé d'un sillon. Deux minces filaments, placés en arrière de ce dernier, représentent la première paire d'appendices thoraciques; entre les quatre paires suivantes d'appendices, qui sont flabelliformes, se projette en avant le pénis terminal bilobé, à la base duquel on voit deux petits lobes représentant l'abdomen réduit.

A l'extérieur (fig. 1), l'animal paraît à peu près sphérique et présente 1,5 à 1,8^{mm} de diamètre. Les rapports généraux du corps, membres et carapace, sont ceux d'un *Lepas* sans pédoncule, avec le pénis terminal dirigé en avant sous le thorax, les membres plus réduits et le manteau, non revêtu de plaques calcaires, mais fortement gonflé par l'extension des organes internes dans son intérieur.

(1) L'animal, dans les fig. 1, 2 et 3, est représenté dans la position des Cirrhipèdes, c'est-à-dire avec la surface dorsale en bas.

La *carapace* ainsi formée est une excroissance dorsale et latérale de la partie antérieure du thorax (et non simplement du col comme dans *Lepas*), laissant libres l'extrémité de la tête et la partie postérieure du corps. Entre les deux valves de la carapace se voient ventralement, à l'extérieur, la tête, quelques-uns des appendices et le pénis. La partie ventrale de la carapace est épineuse, la partie dorsale lisse.

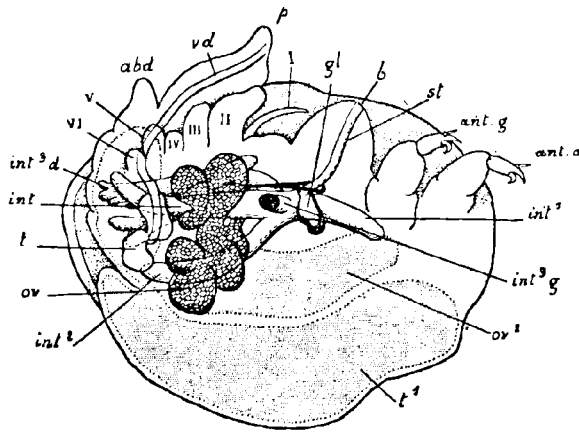


FIG. 2. — *Petrarca bathyactidis* FOWLER; l'animal vu du côté gauche montrant le système digestif, le système nerveux, les organes reproducteurs et les appendices; la moitié gauche de la carapace avec son contenu (ovaire, testicule et diverticule hépatopancréatique) ayant été enlevée; les deux antennes, droite et gauche, sont représentées, tandis que les appendices suivants sont seulement ceux du côté gauche. Le système nerveux est figuré en noir.

ant. g, *ant. d*, les deux antennes, droite et gauche. — *b*, cône buccal. — *st*, stomodæum. — *int*, intestin. — *int¹*, cœcum céphalique médian. — *int²*, cœcum dorsal (médian). — *int^{3 d}*, cœcum hépatopancréatique droit. — *int^{3 g}*, cœcum hépatopancréatique gauche coupé près de son origine. — *ov*, ovaire. — *ov¹*, espace occupé par l'ovaire au maximum de développement. — *t*, testicule. — *t¹*, espace occupé par le testicule au maximum de développement. — *vd*, vas deferens. — *p*, pénis. — *abd*, abdomen. — *I* à *VI*, les six appendices thoraciques. — *gl*, glande de fonction inconnue.

En enlevant la carapace d'un côté, les appendices deviennent visibles (fig. 2). Une paire d'appendices préoraux ou *antennes* (*ant. g.*, *ant. d.*) s'étendent en avant dans la fig. 1; tous les deux sont visibles dans l'exemplaire dessiné dans la fig. 2 (les autres

appendices existant dans cette figure sont seulement ceux du côté gauche). Ils sont terminés par deux forts crochets dirigés dorsalement, l'un d'eux (le plus fort) étant articulé avec le membre. Entre eux se projette du côté ventral une épine délicatement articulée. Outre ces articulations terminales, l'appendice est divisé en trois articles qui se replient en forme de Z, le dernier étant dirigé dorsalement. En arrière des antennes est situé le *cône buccal* (*cb*) sur lequel s'ouvre la bouche, et dans lequel se trouvent une paire de faibles *mandibules* broyantes, qui sont très reconnaissables en section transversale, mais dont je ne puis affirmer la forme exacte. Le cône buccal est profondément creusé d'un sillon médian, de façon à faire penser qu'il résulte de la fusion de deux pièces latérales. En arrière du cône buccal se trouvent six paires d'*appendices thoraciques* (*I-VI*), ceux de la première paire étant longs, grêles et uniramés, et ceux des cinq paires postérieures réduits à de simples mamelons en forme de feuilles; ils sont complètement dépourvus de poils ou d'épines. Le corps se prolonge ensuite en un *pénis* (*p*) en forme de trompette, légèrement bifide à son extrémité libre, et dirigé en avant le long de la surface ventrale entre les deux rangées d'appendices. A sa base se trouve un mamelon bilobé dirigé en arrière, qui représente probablement l'*abdomen* (*abd*); en ce point commence la courbure dorsale, où se reconnaît une légère segmentation avant qu'on n'ait atteint la jonction postérieure de la carapace avec le thorax.

L'*épiderme*, formé d'une seule couche de cellules aplaties, est recouvert sur toute la surface du corps, de la carapace et des appendices par une mince cuticule chitineuse; s'il y avait eu une couche calcaire, elle aurait été enlevée par l'action du liquide décalcifiant dans lequel avait été placé le *Bathyactis*, mais il n'y a aucune apparence histologique d'un semblable dépôt. Les épines de la carapace sont de simples excroissances de la cuticule et de l'épiderme, ne montrant aucune trace d'une fonction nerveuse ou nutritive.

L'*espace périviscéral*, situé au-dessous de la paroi extérieure du corps, ne paraît pas s'étendre beaucoup au-dessus des surfaces pariétales. Il est traversé par des muscles striés, des fibres musculaires isolées et des plaques de tissu connectif; en quelques points, les surfaces pariétales paraissent être doublées d'une façon discontinue

par de larges cellules arrondies, avec un contenu teinté d'un jaune particulier et très granuleux ; il est possible que la discontinuité de cette couche soit due simplement au mode de conservation. Les surfaces splanchniques sont revêtues de petites cellules aplaties ; aucune couche épithéliale semblable n'entoure les muscles ou les organes génitaux. Dans l'exemplaire représenté dans les fig. 2 et 3, l'espace périviscéral est très large, mais quand les organes génitaux ont leur développement maximum, il s'oblitére presque complètement.

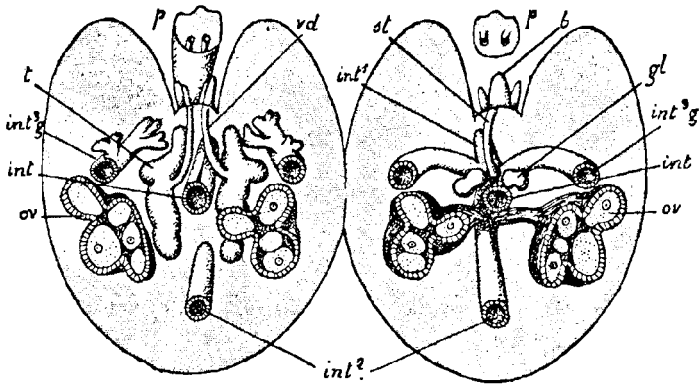


FIG. 3. — *Petrarca bathyactidis* FOWLER ; l'animal est supposé avoir été coupé transversalement et les deux moitiés écartées. La moitié antérieure est celle qui est à droite sur la figure. (Les lettres ont la même signification que dans la fig. 2).

Le canal digestif (fig. 2-3) commence par un long stomodæum (*st*) qui se dirige en haut et en arrière jusque vers le centre du corps, où il rencontre la partie hypoblastique du tube digestif, dans lequel il projette comme une papille sans continuité directe avec les couches embryonnaires. De ce point part le représentant probable de l'intestin véritable, qui se termine en cul-de-sac à la base du pénis (*int*) ; il se continue aussi en avant dans la région de la tête (*int.¹*) et envoie un troisième bourgeon en haut et en arrière sous la paroi dorsale de la carapace (*int.²*) ; ces trois cœcums sont situés dans le plan médian du corps. Juste en arrière du point de pénétration du stomodæum dans l'intestin se terminent, à angle droit, les

diverticules hépatopancréatiques (*int.* ³), se dirigeant en dehors et en arrière dans la carapace et s'y divisant en lobes cœcaux plus petits (la glande du côté gauche (*int.* ³ *g*) a naturellement été enlevée avec cette moitié de la carapace dans la fig. 2). La membrane qui revêt l'hépatopancréas et le tube digestif est partout formée de cellules cubiques bien accentuées, ne présentant de spécialisation dans aucune région particulière.

Le *système nerveux* (en noir dans les fig. 2-3) est formé d'une petite masse sus-œsophagienne, constituée par des fibres nerveuses transversales et dépourvue de cellules nerveuses (c'est un curieux résultat de la dégradation due au mode de vie), de deux commissures circumœsophagiennes avec des cellules nerveuses, et d'un cordon ventral relativement épais, bien pourvu de cellules. Ce dernier n'est pas différencié en ganglions d'une façon apparente, mais envoie dorsalement des nerfs aux tissus qui l'entourent. Les appendices ne reçoivent aucune branche d'importance; on ne reconnaît ni les yeux, ni d'autres organes des sens.

Cet animal est hermaphrodite. Les *testicules* (*t*) sont paires et consistent en un ou plusieurs lobes de chaque côté, situés postérieurement dans la carapace, au milieu des cœcums hépatiques. La figure schématique 2 est faite d'après un exemplaire dans lequel les organes génitaux n'avaient pas atteint leur maximum de développement, bien que les canaux déférents (*vd*) fussent remplis de spermatozoïdes paraissant mûrs; dans un autre exemplaire, les testicules remplissaient complètement l'aire ponctuée marquée *t*¹, oblitérant la partie dorsale et postérieure de l'espace périviscéral. Chaque lobe de ces testicules est divisé en lobules, et tout le contenu de chaque lobule est au même état de développement spermatogénétique. L'organe tout entier, ainsi que chaque lobule séparément, est entouré d'une mince capsule anhiste de tissu conjonctif et non revêtue d'un épithélium périviscéral à l'extérieur. On voit généralement un épithélium testiculaire, formé de cellules cubiques avec de gros noyaux arrondis, sur la face interne et dans la partie proximale de l'organe; c'est de lui que dérivent probablement les amas de cellules spermatiques; il n'est pas visible à l'intérieur ni dans le voisinage des lobules. Dans l'organe lui-même, la position des lobules n'a aucun rapport avec l'état de développement de son contenu, et le nombre des cellules spermatiques qu'il renferme

paraît aussi très variable. Dans le premier stade, un certain nombre de cellules germinatives sont déjà encapsulées; dans le stade suivant, elles ont proliféré; les cellules paraissent ensuite s'agrandir, et les granules du noyau, qui représentent probablement les nœuds du reticulum nucléaire, se colorent plus vivement. Le noyau rond est remplacé ensuite par des anses chromatiques, et leur division paraît finalement donner naissance à des cellules pourvues de petites anses nucléaires fortement chromatiques. En ce point se trouve dans la série, une vaste lacune dont je suis malheureusement incapable de relier les deux extrémités, le stade qui suit représentant déjà des spermatozoïdes formant un réseau lâche de minces filaments. Le réseau devient plus serré, les spermatozoïdes grossissent et se colorent plus vivement, et ils se placent ensuite de façon à avoir leurs axes plus ou moins parallèles. Dans le canal déférent, ils ressemblent au dernier stade indiqué, et on les trouve avec leurs axes parallèles entre eux et à l'axe du canal. Les canaux déférents de chaque côté se rendent directement à l'extrémité du pénis (*p*), où ils s'ouvrent séparément.

Les *ovaires* (*ov*) forment une masse lobée de chaque côté de l'intestin, s'étendant beaucoup dans la carapace, dans une position antérieure et ventrale à celle des testicules. Les deux moitiés sont réunies par un cordon qui passe sur la face dorsale de l'intestin, juste en arrière du point où se termine le cœcum dorsal. Dans cette région ont été trouvés les œufs les plus jeunes, qui passent à droite et à gauche dans les parties périphériques de l'organe, pour y mûrir. Ils paraissent provenir du bourgeonnement de l'épithélium folliculaire qui revêt l'organe entier. Quand ils ont atteint leur maximum de développement, les ovaires s'étendent en avant, en remplissant l'espace périviscéral, et occupent l'espace ponctué marqué *ov*¹ dans la fig. 2. Quant à l'oviducte, il ne m'a pas été possible d'en constater l'existence avec certitude, mais j'ai vu un tissu, qui paraît être de sa nature, partant du bord proximal de l'ovaire au voisinage du cordon médian, et se dirigeant ventralement vers la région du premier appendice thoracique. L'oviducte n'est probablement visible d'une façon certaine que pendant le passage d'un œuf; d'ailleurs, les vaisseaux déférents auraient été de même invisibles s'ils n'avaient été remplis de spermatozoïdes dans presque toute leur longueur.

Quant aux autres parties du corps, on trouve une grosse masse de cellules (*gl* dans la fig. 3) de chaque côté de l'intestin, entre le point d'union du stomodæum et celui des diverticules hépatiques avec l'intestin. Cette *glande* (on peut la nommer ainsi) n'est pas enveloppée par une capsule de tissu conjonctif ou par une couche d'épithélium périviscéral; elle est formée de cellules avec un gros noyau arrondi, et ressemblant beaucoup par leur apparence histologique à des cellules germinatives. Mais il y a, contre la vraisemblance de cette hypothèse, le fait que ces corps ne sont en contact avec l'ovaire par aucun point, et que les œufs les plus jeunes ont été trouvés dans le cordon médian réunissant les deux moitiés de l'ovaire. Il ne paraît y avoir aucun canal en connexion avec ces « glandes », et elles ne sont pas en continuité l'une avec l'autre par dessous l'intestin. Une masse glandulaire occupant à peu près la même position, a été indiquée par LACAZE-DUTHIERS chez *Laura* (1).

On trouve aussi, naissant dans le cône buccal, apparemment dans un réseau lâche de tissu conjonctif, un canal avec une lumière très nette, qui va en arrière s'ouvrir à la base du second (ou du premier) appendice. Je n'ai pu jusqu'à présent faire aucune hypothèse sur les fonctions ou l'homologation de ce canal.

Un large *muscle adducteur* digastrique se trouve à la face ventrale du stomodæum, près de son point d'entrée dans l'intestin et juste en avant de la glande (?) mentionnée plus haut. [Il a été omis dans les diagrammes pour ne pas nuire à leur clarté].

RAPPORTS DE *PETRARCA* AVEC *LAURA* ET *SYNAGOGA* :
LES ASCOTHORACIDES.

Pour *Synagoga*, nous avons seulement la courte description préliminaire de NORMAN (Rep. Brit. Assoc., 1887, p. 86 (2)), qui ne renferme que les caractères extérieurs, desquels il résulte qu'elle ressemble

(1) Ces glandes sont probablement les homologues des glandes collatérales de *Sacculina* (Note de A. GIARD).

(2) Voir ci-dessous page 95 la traduction de cette note.

fortement à *Laura*, mais avec une dégradation moins considérable des appendices.

Laura Gerardiae (1) (Mém. Ac. Sci. Instit. France XLII, 160 pages, avec 8 pl.) est parasite sur les polypes de *Gerardia*, un Antipathaire de la côte africaine de la Méditerranée, et en même temps recouverte par eux. Elle adhère au tronc de son hôte par un développement remarquable d'appendices sur sa carapace, qui pénètrent au milieu des tissus de *Gerardia*, et ont probablement un rôle dans la nutrition.

La carapace est un sac allongé, à l'intérieur duquel est situé l'animal (pl. I, fig. 12), et ainsi formé : une étroite excroissance cylindrique de la tête (2) devient presque tout à coup une énorme expansion flabelliforme (pl. II, fig. 15; pl. III, fig. 25), mesurant jusqu'à 4 cm. de long, et les deux expansions se soudent le long des bords dorsal et ventral, excepté suivant une petite ouverture. Le corps de l'animal, généralement long de moins d'un centimètre, se trouve près de cette ouverture, vers laquelle sont dirigées les deux régions céphalique et anale; il se divise en plusieurs régions qui sont les suivantes :

1° Une grosse saillie en forme de dôme, que LACAZE-DUTHIERS considère comme la tête [*mais qui est probablement un cône buccal exagéré*]; elle est creusée d'un sillon ventral et antérieur, et, au sommet du sillon, se trouve l'armature buccale, formée d'un ensemble de pièces styliformes [*? = mandibules + 1^{res} maxilles*] de quelque complexité ;

2° Un segment complet annulaire [*la tête véritable*], sur lequel s'insèrent les antennes, et duquel proviennent les pédoncules qui s'étendent pour former la carapace. [*La position des antennes et du ganglion sus-œsophagien (pl. IV, fig. 44) semble laisser hors de doute que cette partie correspond à la tête véritable*]. A sa face ventrale, cet anneau [*la tête*] porte une paire de mamelons [*en*

(1) Les matières additionnelles à la description originale de LACAZE-DUTHIERS sont entre crochets carrés et en italiques.

(2) De chaque côté ? Ni d'après les figures, ni d'après la description, il ne m'a été possible de savoir avec certitude si la carapace doit son origine à une excroissance médiane dorsale ou à deux excroissances dorsolatérales.

forme de suçoirs] sur la nature desquels le professeur français exprime lui-même des doutes ; dans un endroit (p. 70), il dit que ceux-ci, « morphologiquement peut-être, représentent quelques paires, ou « pièces buccales, ou appendices supérieurs » ; dans un autre endroit (p. 149), il les appelle « antennules ou tubercules sous-céphaliques ». [*Placés en arrière de la bouche et ventralement, ils peuvent difficilement passer pour des antennules, et doivent probablement correspondre à la 2^e paire de maxilles*] ;

3^o La région suivante est formée de six segments complets [*thoraciques*], chacun portant une paire d'appendices uniramés. A la base de ceux de la première paire, s'ouvrent les oviductes ; à la base des quatre paires suivantes se trouvent les testicules, qui débouchent à l'extérieur sur l'article basal par de nombreux petits tubes ; les appendices de la sixième paire n'ont pas de connexion avec les organes génitaux ;

4^o En arrière de cette région [*thoracique*], viennent trois segments apodes [*abdominaux*], et une paire de fortes épines caudales s'articulant avec le dernier.

Dans la carapace se trouve un fort muscle adducteur, ainsi que les cœcums hépatopancréatiques et ovariens, ceux-ci s'ouvrant, comme il a été vu plus haut, à la base des premiers appendices [*thoraciques*], et réunis l'un à l'autre par un cordon passant au-dessus de l'intestin [*comme dans Petrarca*]. L'œsophage [*stomodæum*] s'ouvre sur une papille en saillie dans l'intestin (pl. iv, fig. 44) ; celui-ci, après avoir émis de chaque côté un cœcum hépatopancréatique pénétrant à l'intérieur de la carapace, se rend dans la région caudale, où LACAZE-DUTHIERS n'a pu démontrer la présence d'un anus. [*Le système nerveux est formé des mêmes parties que celui de Petrarca décrit plus haut*]. On rencontre dans le développement un *nauplius* et probablement aussi une larve *cypris* (p. 137, pl. viii, fig. 102).

En comparant *Petrarca* à cette description, il est tout de suite évident que le nouveau type a subi une dégradation plus considé-

rable. Il n'y a aucune région céphalique qui apparaisse nettement comme telle; une paire seulement d'appendices buccaux est reconnaissable, les appendices thoraciques sont réduits à un caractère beaucoup plus simple, la région abdominale a presque disparu, et la segmentation ne se rencontre que dans la région postérieure du corps.

D'un autre côté, il y a entre les deux formes des ressemblances si marquées, qu'il est impossible de douter d'une étroite relation génétique. L'habitat semblable sur des Anthozoaires, la présence d'une grande carapace latérale dans laquelle pénètrent les organes digestifs et reproducteurs, la construction semblable des antennes avec flexion dorsale, la présence de six paires d'appendices thoraciques et d'un abdomen plus ou moins réduit, l'hermaphrodisme (un fait rare chez les Crustacés), sont des caractères ordinaux de ces deux types, ainsi que de *Synagoga*, et ne se rencontrent dans aucun autre groupe. Nous pouvons les réunir sous le nom d'*Ascothoracida*, inventé par LACAZE-DUTHIERS et accepté par NORMAN dans sa description de *Synagoga*.

Les principales différences entre *Laura* et *Petrarca*, à ajouter à celles mentionnées plus haut comme indiquant une plus grande dégradation, sont : 1^o l'extension de la carapace sur un grand nombre de segments chez *Petrarca*; 2^o le développement chez celle-ci de deux cœcums médians additionnels de l'intestin; 3^o la position des testicules. En ce qui concerne ce dernier point, il est intéressant de noter que, tandis que chez *Petrarca* les testicules sont dans le thorax, et chez *Laura* à la base de certains de ses pieds, ils se rencontrent chez les Cirrhipèdes adultes dans l'une et l'autre régions, situés au-dessus de la chaîne nerveuse et remplissant aussi le protopodite des cinq premières, et quelquefois aussi de la sixième paire de pattes (1).

(1) LACAZE-DUTHIERS a rencontré une fois sur *Laura* et il a décrit et figuré (Pl. VIII, fig. 10-105), sous le nom d'*animal indéterminé*, en ajoutant : « Est-ce la forme « cypridienne ? » un animal curieux, dont la comparaison avec *Petrarca* est très instructive. Les appendices que LACAZE-DUTHIERS a appelés *pattes ravisseuses* sont des antennes et ces antennes diffèrent à peine de celles décrites et figurées par FOWLER chez *Petrarca*. Cet animal pourrait bien être un mâle complémentaire ou un embryon progénétique mâle. [Note de A. GIARD.]

RAPPORTS DES ASCOTHORACIDES AVEC LES CIRRHIPÈDES
ET LES OSTRACODES.

Il était admis au début que les caractères des Ascothoracides ne se rencontrent dans aucun autre groupe, mais ils sont aussi partagés entre les Cirrhipèdes et les Ostracodes d'une façon assez marquée pour suggérer l'idée d'une parenté génétique entre ces deux groupes. Quoiqu'il soit d'usage d'admettre que la dégradation est une conséquence nécessaire du parasitisme, il peut se rencontrer peu de conditions plus favorables à la conservation des caractères ancestraux, que celles d'un animal qui a adopté, à une époque précoce de la série phylogénétique, un habitat semi-parasite (commensalisme) sur un hôte qui n'est soumis à aucun danger spécial (1), et ne doit, par suite, être soumis à aucune lutte violente pour l'existence, pourvu qu'il conserve, pendant au moins toute la durée de la vie larvaire, des moyens pour atteindre son hôte. De telles conditions sont réalisées par les Ascothoracides. Une existence larvaire libre (en se basant sur le développement de *Laura*) les amène à un Antipathaire ou à un *Bathyactis*, tous deux bien protégés par leur squelette et leurs nématocystes, et par suite, dans un milieu où la concurrence ne paraît pas être considérable.

La ressemblance des Ascothoracides avec les Lépadidés (les moins modifiés des Cirrhipèdes) est très fortement marquée. Tandis qu'il est impossible de donner du premier groupe une définition qui renferme tous ses caractères, on doit toutefois admettre que la présence d'une seule paire d'antennes chez l'adulte, d'un thorax médiocrement segmenté, portant six paires d'appendices (biramés dans *Synagoga*), d'un abdomen rudimentaire, à la face ventrale duquel naît un énorme pénis, d'un oviducte s'ouvrant à la base du premier membre thoracique (Hœк, Cirrhipèdes, partie anatomique. — *Chall. Rep. Zool.*, vol. X), et la position des testicules à la base des appendices thoraciques, sont tous des faits de première impor-

(1) Si l'hôte est modifié par suite de conditions variables ou défavorables, il doit y avoir aussi probablement des modifications corrélatives dans le parasite.

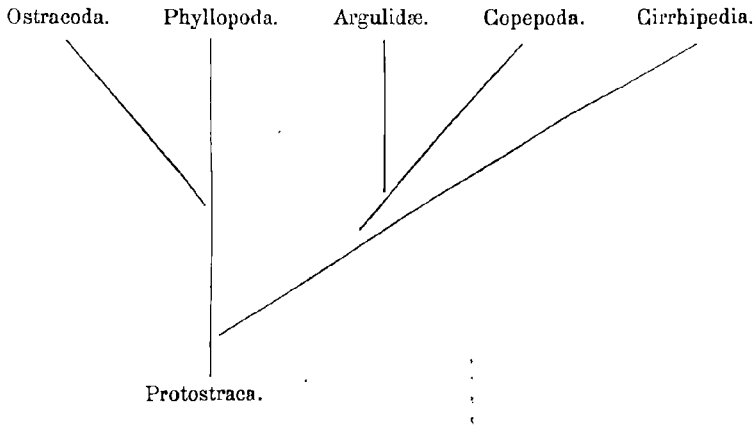
tance au point de vue morphologique caractérisant les Lépadidés et partagés par les Ascothoracides. La présence de pièces dures dans le manteau des premiers, ainsi que la réduction des parties buccales et la simplification des appendices chez les autres, sont des caractères de valeur secondaire dépendant de leurs modes de vie différents.

Si les points de ressemblance des Ascothoracides avec les Cirrhipèdes sont si nombreux, d'un autre côté la présence d'une carapace bivalve, qui n'est pas une simple lame composée principalement de tissu épidermique, mais une excroissance latérale et spacieuse du corps lui-même, dans laquelle se continuent les organes reproducteurs et digestifs, est un fait limité chez les Crustacés aux Ascothoracides et aux Ostracodes. C'est une délimitation des plus remarquables, depuis que, dans presque chaque groupe des Malacostracés et des Entomostracés, se présentent des exemples de développement d'une carapace protectrice.

En accordant à ce fait la valeur que je veux lui assigner, les Cirrhipèdes et les Ostracodes sont ramenés à des relations plus intimes que celles admises jusqu'ici.

Comme la signification phylogénique de la larve *nauplius*, et plus spécialement la valeur de ses caractères accessoires, sont encore en discussion, il suffira de dire ici qu'il n'y a pas de bien grande différence entre le *nauplius* primitif de la Balane (le plus typique parmi les Cirrhipèdes) et celui de *Laura*; seulement, les Ascothoracides, par leur développement, ont nécessité une séparation entre les deux groupes. Le *nauplius* des Ostracodes présente une apparence très différente de celle des deux qui viennent d'être mentionnés; il est déjà, à l'état libre, enfermé dans une carapace bivalve, et présente l'aplatissement latéral caractéristique de l'adulte. D'un autre côté, le prétendu stade *cypris* des Cirrhipèdes indiquerait une grande proximité entre les deux groupes; quant à sa valeur phylogénique, « il est clair que le stade *cypris* représente » plus ou moins exactement une forme ancestrale des Cirrhipèdes, » et que la large coquille bivalve et les grands yeux composés sont des caractères ancestraux. Ces caractères semblent » exclure la parenté avec les Copépodes, mais point la dérivation » indépendante des Cirrhipèdes de quelque forme ancestrale bivalve » de Phyllopode ». (BALFOUR, Comp. Embryol. I, p. 424). La men-

tion faite par BALFOUR des Copépodes se rattache aux vues de CLAUS sur la matière, qui sont plus simplement exprimées par la reproduction de son tableau de descendance des Entomostracés (1). [Les *Protostraca* sont les *Urphyllopoda* de ses anciens écrits] :

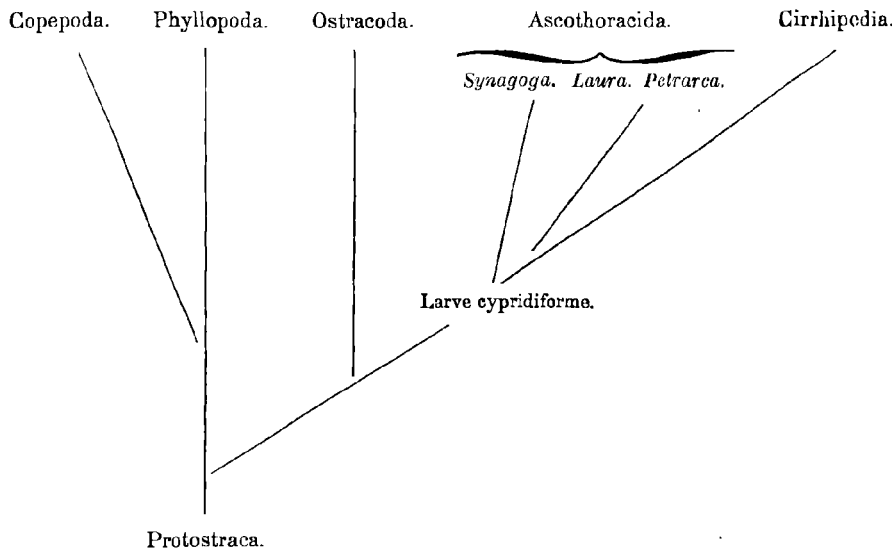


A l'égard de la parenté intime entre les Cirrhipèdes et les Copépodes, si clairement indiquée par CLAUS dans ce tableau, je cite encore un passage de BALFOUR qui, je crois, exprime les idées de beaucoup de zoologistes sur la question : « Les Cirrhipèdes sont » considérés par CLAUS comme appartenant au même phylum que » les Copépodes. Cette opinion ne paraît pas complètement ressortir » de leur histoire larvaire. Le *nauplius* diffère d'une façon très » marquée de celui des Copépodes, et ceci est encore plus vrai » pour le stade *cypris*. Les appendices de ce stade, analogues à » ceux des Copépodes, sont le principal argument en faveur de » cette opinion, mais cette forme d'appendices était probablement » primitive et générale, et leur nombre ne correspond pas à celui » qui existe chez les Copépodes. D'un autre côté, les yeux pairs et » la coquille bivalve sont de grandes difficultés pour admettre les » vues de CLAUS. » (Comp. Embryol. I, p. 423). Les appendices sur

(1) Cette phylogénie est indiquée dans les « Untersuchungen zur Erforschung der genealogischen Grundlage des Crustaceen-systems » (Wien, 1876, 410), et le tableau pris dans les « Neue Beiträge zur Morphologie der Crustaceen » (Arb. Zool. Institut. Wien, VI, p. 105).

lesquels se base CLAUS consistent en propodite, exopodite et endopodite, et sont du type primitif et très répandu, sur lequel MILNE-EDWARDS et HUXLEY insistèrent d'abord, et que RAY-LANKESTEK a montré avoir dérivé à une certaine époque du membre encore plus primitif des Protothyllopoies (Protostraca).

Tandis que CLAUS et BALFOUR regardent tous deux les Ostracodes comme ayant une origine indépendante de celle des autres phylums dérivés de la souche des Protostraca, je pense que la remarquable organisation des Ascothoracides et l'existence de la larve *Cypris*, inexplicable autrement, indiquent plutôt une filiation qui peut être exprimée ainsi :



Le point de divergence entre le phylum des Ostracodes et celui des Cirrhipèdes peut être caractérisé par un organisme bivalve avec six paires d'appendices thoraciques et quelques segments abdominaux (*Laura*), la réduction de ceux-ci ayant encore fait plus de progrès dans les Ostracodes que dans les autres groupes (BALFOUR, Comp. Embryol. I, p. 425). La larve cypridiforme actuellement existante doit approximativement représenter le type ancestral (hermaphrodite ?) des Cirrhipèdes et des Ascothoracides, tandis que

Petrarca peut être considérée comme ayant divergé de la souche principale à une époque plus tardive que ses deux congénères, lorsque le développement d'un pénis terminal avait été déjà acquis comme caractère secondaire.

Je tiens à exprimer au chanoine A.-M. NORMAN et au Prof. E. RAY-LANKESTER, ma reconnaissance pour leurs précieux renseignements.

Nota. — Le rapport de *Petrarca* avec son hôte est un cas qui peut être nommé à la fois commensalisme ou parasitisme. D'un côté, un *Tænia*, qui est assurément parasite, ne tire pas directement sa nourriture de la substance de son hôte; d'autre part, beaucoup d'Amphipodes, ne présentant aucune trace de dégradation, vivent dans les Anthozoaires et sont généralement considérés comme commensaux.

II.

SUR *SYNAGOGA MIRA*,

PAR

LE RÉV. A.-M. NORMAN (1).

Le parasite napolitain pour lequel je propose le nom de *Synagoga mira* est comme *Laura gerardiae*, parasite d'un Antipathaire, *Antipathes larix* ELLIS. Mais tandis que *Laura* est enfoncé dans les tissus de son hôte, de telle façon qu'il est complètement couvert, excepté en un petit point, par le sarcosome de *Gerardia*, *Synagoga* est, au contraire, un parasite externe fixé à la surface de l'*Antipathes*. A première vue, *Synagoga* semble très différent de *Laura*, et à l'œil nu on pourrait facilement le prendre pour une

(1) Traduit par A. GIARD de *Rep. Brit. Assoc.*, 1887 (*Rep. on the zoological station at Naples*, p. 86).

Cypridinide, parce que le corps de l'animal est couvert par deux valves à peu près circulaires. Ces valves (carapace de LACAZE-DUTHIERS), sont chez *Laura* de taille énorme et trois fois aussi longues que le corps; elles sont bien plus courtes chez *Synagoga* et n'atteignent pas la longueur du corps. Chez *Laura*, les antennes sont des organes faibles et sans vigueur; chez *Synagoga*, elles sont fortement développées en crochets adhésifs. Chez l'un et l'autre parasite, les organes buccaux sont conformés pour percer et sucer, et construits sur le même type. Dans les deux genres aussi, le muscle adducteur qui passe du corps dans les valves présente le même aspect. Comme chez les Ostracodes, les organes reproducteurs s'étendent de part et d'autre dans et sous les valves. Les deux genres présentent six paires de membres situés derrière les pièces buccales et une fourche caudale. Mais tandis que chez *Laura*, les membres paraissent simples, inarticulés et en quelque sorte rudimentaires, chez *Synagoga* ils sont biramés, articulés et garnis de soies. De plus, les lames de la fourche caudale sont beaucoup plus longues, épineuses sur leurs bords et munies de longues soies. Il ressort de tout cela que *Synagoga* est évidemment un type beaucoup moins dégradé que *Laura*. Quant à ses affinités, je me bornerai à dire pour le moment que si, d'une part, l'organisation de *Synagoga* nous rappelle le stade *cypris* des larves de Cirrhipèdes, elle présente aussi des particularités qui font songer à *Nebalia*, cette forme qui a donné lieu à tant de discussions.

III.

OBSERVATIONS SUR LES NOTES PRÉCÉDENTES,

PAR

A. GIARD.

Dans les notes dont nous venons de donner la traduction, H. FOWLER et NORMAN ont surtout cherché à mettre en évidence les

caractères qui rattachent les Ascothoracides aux Ostracodes et aux autres Crustacés inférieurs. FOWLER a, de plus, insisté avec raison sur la parenté étroite qui unit ces animaux aux Cirrhipèdes. Au point de vue de cette dernière parenté, il me paraît utile de rappeler ici un travail fort intéressant de SLUTER sur un type excessivement curieux de Rhizocéphales (1). Ce travail n'a pas attiré, comme il l'aurait dû, l'attention des zoologistes.

Le *Sphærothylacus polycarpæ* étudié par SLUTER est un Rhizocéphale aberrant qui vit à l'état grégaire fixé sur la branchie d'une Cynthiadée (*Polycarpa* sp.) de l'île Billiton. C'est un animal de très petite taille, si on le compare aux autres *Suctorina*. Il est sphérique et le diamètre ne dépasse pas 2,5^{mm}. Il fait saillie dans le sac péribranchial de l'Ascidie, et adhère au tissu branchial par un pédoncule analogue à celui des *Sacculina*, *Peltogaster*, etc.

Le *Sphærothylacus* est bien moins dégradé que les autres Rhizo-

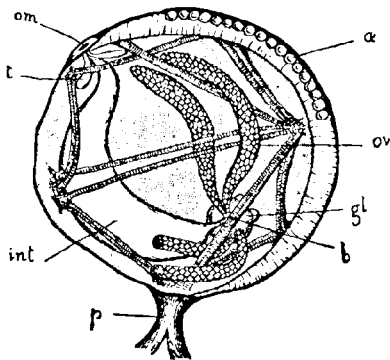


FIG. 4.—*Sphærothylacus polycarpæ*
SLUTER. Animal ouvert.

b, bouche et cône buccal. — *ov*, ovaire. — *t*, testicule. — *int*, intestin. — *om*, ouverture du manteau. — *p*, pédoncule. — *gl*, glande. — *α*, œufs dans la cavité incubatrice.

La figure originale de SLUTER a été renversée et orientée un peu différemment pour la rendre comparable à la fig. 2 de *Petrarca* (page 82).

céphales : s'il est dépourvu de membres et d'organes des sens, il a conservé un tube digestif complet. Il y a deux ovaires bilobés et deux testicules. Si on compare la figure de *Sphærothylacus* à celle de *Petrarca*, après l'avoir orientée de façon à rendre cette comparaison plus facile (fig. 4), on est immédiatement frappé des homo-

(1) SLUTER. Ueber einen in Ascidien schmarotzenden Wurzelkrebs, *Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch Indie*, Band. XLIII. 1884.

logies qui s'établissent entre ces deux types. Le glande *gl* est évidemment une glande colléterique homologue de celle de *Petrarca* et de celle de *Sacculina*.

Le *nauplius* de *Sphærothylacus* n'est pas moins intéressant que l'animal adulte. Son abdomen est segmenté et rappelle celui des embryons de Phyllopoïdes. (Ce qui rattache phylogénétiquement les *Suctorïa* aux *Urphyllopoïda* ou *Protostraca*). Les cornes frontales si caractéristiques du *nauplius* des Cirrhipèdes et des Rhizocephales, font complètement défaut; mais elles paraissent manquer également chez le *nauplius* de *Laura*, d'après LACAZE-DUTHIERS. A ce point de vue encore, *Sphærothylacus* établirait le passage entre les *Ascothoracida* et les *Rhizocephala* (1). L'existence d'un tube digestif avec bouche et anus parle également dans le même sens. On sait que le tube digestif est complètement atrophié chez les embryons naupliens de tous les Rhizocephales antérieurement connus.

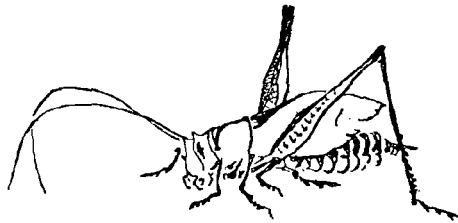
Sans doute, les divers types d'*Ascothoracida* et *Sphærothylacus* sont encore trop imparfaitement connus pour que nous puissions tirer des conclusions définitives de la comparaison de ces animaux. Il me paraît toutefois qu'on s'est peut-être un peu trop hâté de considérer les Rhizocephales comme des *Lepadida* dégradés par le parasitisme. Il est très possible et même probable que les ancêtres des Rhizocephales n'ont jamais atteint un degré d'organisation aussi élevé que les Lépadidés. Ils ont dû plutôt constituer des types voisins des *Ascothoracidés* et s'adapter à la vie parasitaire sans avoir jamais pris la forme du Cirrhipède typique. Pour résumer notre pensée, le rameau *Rhizocephala* aurait émergé de la souche commune à une époque aussi précoce que les phylums des *Lepadida* et des *Balanida*.

Ce n'est pas le lieu d'insister ici sur l'importance de *Sphærothylacus* au point de vue de la théorie fantaisiste de la migration des embryons de Rhizocephales; la seule connaissance de ce type intéressant suffit à démolir le roman échafaudé par DELAGE avec une

(1) Il est possible aussi que ces cornes frontales aient échappé à SLUITER et à DE LACAZE-DUTHIERS. Il faut souvent une certaine attention pour les découvrir sur le premier *nauplius* de certains Rhizocephales (*Pellogaster* par exemple).

mise en scène qui a pu en imposer à beaucoup de zoologistes. Nous aurons occasion de revenir prochainement sur cette gigantesque mystification.

Paris, 1^{er} Décembre 1890.





MÉTHODES
EN USAGE A LA STATION ZOOLOGIQUE DE NAPLES
POUR LA CONSERVATION DES ANIMAUX MARINS (1),

PAR
SALVATORE LO BIANCO.

Remarques préliminaires.

La publication des méthodes de conservation qui ont été employées depuis des années à la station zoologique de Naples sera accueillie avec plaisir par de nombreux travailleurs. Avec la nécessité toujours croissante où l'on se trouve de faire rentrer les faunes océaniques dans le domaine des recherches zoologiques, le besoin se fait sentir chaque jour davantage de rapporter chez soi en bon état de conservation les nombreuses formes nouvelles. Mais, la grande extension qu'a prise la faune du golfe de Naples ainsi conservée a montré à beaucoup de savants le contraste qui existait entre nos méthodes actuelles et celles qui ont été employées jusqu'à ce jour ; il en est résulté que partout le désir a dû se produire de voir ces mêmes méthodes tomber dans le domaine de tous.

On en croira sûrement sur parole l'auteur de ces lignes : il s'intéresse au progrès de la science autant que tout autre et il lui a été permis de rendre des services à la biologie plus importants que la

(1) *Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel*, IX Band, III Heft, s. 435, 1890.

publication des nouvelles méthodes de conservation ; si donc il s'est abstenu en dépit des demandes et des sommations réitérées qui lui ont été adressées, de publier ces méthodes, c'est qu'il avait pour cela de sérieuses raisons ; il était en droit d'attendre qu'on eût assez confiance en lui, même sans connaître ces raisons, pour croire qu'il agissait non par capricce, mais guidé par des théories bien déterminées.

Il avait, depuis des années, attendu, pour le moment de cette publication, une autre circonstance : mais celle-ci se fit attendre et a ainsi retardé la publication des méthodes.

Enfin en janvier 1889, j'ai acquis l'assurance dont j'avais besoin, et j'ai aussitôt confié à M. LO BIANCO le soin d'exposer les méthodes sous la forme où elles vont maintenant paraître.

Puissent-elles rendre maintenant tous les services que l'on en attend.

ANTON DOHRN.

Naples, 11 Avril 1890.

*
* *

Préface.

Occupé depuis plusieurs années à la conservation des animaux marins à la station zoologique de Naples, j'ai cherché continuellement à améliorer la technique dans le but d'obtenir les formes animales autant que possible dans leurs dimensions et dans l'aspect qu'elles ont à l'état vivant, de manière qu'elles puissent se conserver dans l'alcool pendant un temps relativement long.

J'ai été amené à cela en voyant l'état misérable, et bien différent de l'état naturel, où sont généralement les animaux marins des collections conservées pour l'étude et aussi ceux qui se trouvent dans les musées.

Les premiers résultats heureux obtenus, la grande quantité des matériaux et les facilités qui m'ont été offertes continuellement par la Station, m'ont amené à perfectionner et à étendre de plus en plus les méthodes que l'expérience m'a démontrées être le plus convenables.

Comme il a été dit plus haut par le professeur DOHRN, j'ai dû pendant longtemps garder une certaine réserve au sujet des résultats auxquels j'arrivais progressivement. Cependant depuis quelques années je les communique à divers officiers de marine, pour qu'ils puissent en profiter et faire, au cours de leurs voyages, des collections zoologiques dans les meilleures conditions pour l'étude.

Il a été déjà parlé dans plusieurs publications des méthodes usitées à la Station zoologique ; cela a été fait sans aucune autorisation et à notre insu, et je n'assume aucune responsabilité de ce qui a été imprimé. Les méthodes que je publie maintenant sont destinées principalement à conserver l'aspect général des animaux qui doivent figurer dans les musées, ou servir à des démonstrations dans les cours ; par suite elles ne sont pas faites pour les études histologiques, mais dans beaucoup de cas la conservation des éléments se trouve réalisée en même temps que celle de la forme du corps.

Quoique je n'aie fait d'expériences que sur les animaux de notre golfe, je déclare que ces méthodes peuvent s'appliquer avec des résultats également satisfaisants aux formes voisines des autres mers, et la preuve en est du reste dans la variété des collections faites par les officiers de marine.

J'espère donc que ces notes pourront être utiles à ceux qui s'occupent de la conservation des animaux marins, mais je n'ai en aucune façon la prétention d'avoir réalisé la perfection et d'avoir épuisé un aussi vaste sujet ; ce que je puis dire seulement, c'est que les méthodes exposées ici sont celles qui, dans une longue pratique, m'ont donné les meilleurs résultats et dans beaucoup de cas ont des avantages indiscutables sur celles qui ont été en usage jusqu'ici.

Naples, Mars 1890.

*
* *

USTENSILES ET RÉACTIFS.

Verrerie.

Les animaux préparés, après avoir subi un traitement préventif avec des réactifs quelconques, sont conservés définitivement dans

l'alcool dans des vases de verre fermés avec un bouchon à l'émeri ou un bouchon de liège. La forme la plus convenable et sans doute la plus élégante est celle des vases cylindriques avec une petite base et à bouchon à l'émeri plan à sa partie supérieure. Ils servent, dans les dimensions voulues, mieux que tout autre récipient, pour conserver les animaux de toute forme avec une grande économie de liquide.

Si cependant ces vases de verre coûtent un peu cher pour les usages communs et pour les manipulations, on peut encore se servir des bocaux ordinaires à col bas et un peu resserré.

Les petits bocaux plutôt bas, à couvercle excavé à l'intérieur, avec un col très peu resserré, se recommandent pour les petits animaux à forme globuleuse ou très aplatie.

Les tubes à fond arrondi, à bord tourné au feu, à parois peu épaisses sont d'une grande utilité. Ceux d'un calibre supérieur à 30^{mm}, doivent avoir leurs bords légèrement recourbés en dehors pour qu'on puisse y attacher facilement un morceau de peau. Tous indistinctement se ferment avec un bouchon de liège ; celui-ci doit être plutôt bas, cylindrique, de manière à s'adapter parfaitement à la paroi du tube, et la face interne doit être aplanie avec un tranchant bien net pour qu'il ne puisse arriver qu'il se détache de petits fragments de liège qui viendraient troubler le liquide. On doit avoir bien soin de choisir des bouchons bien compacts sans crevasse ni trou. Pour conserver de petits animaux, des œufs, des larves, etc., il est utile de mettre les petits tubes qui les contiennent, bouchés avec du coton, dans un vase bien clos, avec de l'alcool de sorte que l'alcool des petits tubes ne s'évapore pas et reste liquide : les bouchons de liège coloreraient à la longue les préparations en brun, par l'acide tannique qui se dégagerait.

Pour les animaux larges et plats comme les Astéries, les Pleuronectes et d'autres analogues, on se sert de récipients à faces rectangulaires, étroits, plutôt élevés, qui se ferment par une lame de verre au moyen d'un mastic quelconque : ces récipients ont l'avantage de mieux laisser observer la préparation.

Pour les formes déliées, allongées et rigides, comme par exemple *Funiculina*, je coupe, suivant la longueur nécessaire, des tubes de verre de pipette, en fermant une extrémité à la flamme et l'autre avec un bouchon de liège.

Dans les manipulations préalables, on se sert souvent de cristal-

lisoirs qui, ayant un fond plat et des parois basses, peuvent contenir dans une petite quantité de liquide, un grand nombre d'exemplaires sans qu'ils se touchent ou se compriment. Ils permettent aussi de placer les animaux vivants dans l'eau de mer, pour les laisser reposer et s'étaler, après quoi l'on peut les tuer par les méthodes rapides ou lentes, et les pénétrer par différents liquides, jusqu'à ce qu'on les transporte dans les récipients définitifs. Ces cristallisoirs ont les bords rodés à l'émeri, de manière à pouvoir se couvrir avec des disques de verre.

Pour contenir les Vers ou d'autres animaux allongés, nous avons de petits vases rectangulaires couverts d'une lame de verre.

Il va sans dire qu'il est nécessaire d'avoir une quantité de verres communs sans pied, de dimensions variées, qui puissent servir pour conserver les animaux vivants ; puis des tubes de verre pour recueillir de petits animaux, des pipettes compte-gouttes, des baguettes de verre, des flacons à col étroit pour les réactifs, des entonnoirs de verre de diverses grandeurs, des vases cylindriques gradués, etc.

Ustensiles divers.

Pour conserver des animaux, et spécialement des poissons, d'une grandeur supérieure aux récipients de verre ci-dessus mentionnés, nous avons fait construire des caisses de zinc rectangulaires avec une petite gouttière au bord. Le couvercle est aussi de zinc, avec les bords repliés qui s'adaptent à la gouttière. On empêche l'évaporation en remplissant la gouttière avec de l'eau et une couche d'huile. Le couvercle a un trou au milieu, pour servir au passage de l'air comprimé par la clôture et qu'on ferme ensuite avec un bouchon. Cependant ces caisses ont l'inconvénient que le zinc se corrode au bout d'un certain temps (probablement par l'action des substances acides que l'alcool dissout des tissus animaux). La caisse métallique est revêtue d'une doublure extérieure de bois pour la garantir des chocs.

Outre les petits vases rectangulaires de verre pour durcir les animaux de forme allongée, nous avons des petites caisses rectangulaires de zinc avec une couche de cire sur le fond pour

fixer les épingles destinées à maintenir distendues les préparations. Quand on se sert de liquides qui attaquent les épingles de métal (acides, sublimé, etc.) il sera utile d'employer des aiguilles de hérisson ou de cactus.

Pour porter les objets d'un récipient à l'autre ou changer le liquide, on se sert de spatules de diverses grandeurs, préférablement de corne, qui ne sont pas attaquées par les liquides.

Une grande pince de fer ou de laiton est très commode pour prendre les animaux dans les récipients profonds. On aura encore de petites pinces, des ciseaux, des couteaux de diverses grandeurs et des seringues.

Pour enfumer les Actinies, je me sers de l'appareil suivant : à l'extrémité d'un petit soufflet on adapte la bouche d'une pipe métallique remplie de tabac coupé dont le tube, recourbé en S, s'introduit là où se trouve l'animal que l'on veut anesthésier par le tabac.

Réactifs.

L'alcool est sans aucun doute le liquide le plus indispensable. L'alcool rectifié, limpide, pouvant être mêlé à l'eau distillée sans donner aucun précipité doit être préféré pour la préparation et la conservation des animaux délicats et transparents, tandis que pour les espèces volumineuses on peut se servir d'alcool ordinaire, et même de celui qui provient de la redistillation de l'alcool ayant déjà servi, pourvu qu'il soit neutralisé par l'addition de chaux s'il est acide, ou d'acide chlorhydrique alcalin. Nous avons toujours sous la main une quantité d'alcool à 70 % qui est employé d'ordinaire pour la conservation des animaux, seulement dans quelques cas spéciaux on prend l'alcool à 90 %. Avant de se servir d'alcool faible fait au moment en additionnant d'eau, il faut le laisser bien reposer pour éviter que l'air contenu dans l'eau et mis en liberté en petites bulles ne s'attache à la préparation et, en la soulevant, ne l'applique contre la surface du liquide.

Les animaux fixés avec un liquide quelconque se conservent ensuite dans l'alcool ; pour ceux qui sont mous et gélatineux on commence par les laisser 2 à 6 heures dans l'alcool à 35 ou à 50 %

suivant la plus ou moins grande consistance, puis on les transporte dans l'alcool à 60 % ou directement dans celui à 70°.

Quand les manipulations précédentes peuvent endommager les préparations, on change l'alcool en enlevant une portion du plus faible où elles se trouvent et en ajoutant du plus fort jusqu'au degré voulu ; et pour éviter toute secousse, on peut faire ce changement au moyen de siphon.

Pour que les animaux puissent se conserver définitivement il est nécessaire que l'alcool à 70° soit changé une fois après 12-24 heures, et, si le fragment est un peu épais, une autre fois après deux autres jours.

Les formes d'une certaine consistance sont plongées directement dans l'alcool à 70°, que l'on change comme nous l'avons dit. Il arrive parfois, quoique rarement, que même après ces changements nécessaires, l'alcool se colore encore au bout de quelque temps ; dès lors il devient nécessaire de le changer de nouveau.

Quand on met dans un récipient des animaux qui ne sont pas encore pénétrés par l'alcool, il est nécessaire de l'agiter pour éviter qu'il ne se forme dans le voisinage du fond une couche d'alcool très faible où l'animal pourrait venir à macérer.

J'ai essayé un grand nombre de liquides pouvant être substitués à l'alcool, mais j'ai toujours eu de mauvais résultats. Les uns, comme le liquide de GOADBY, et celui d'OWEN employés par le passé pour la conservation des formes gélatineuses, réduisent leur taille à la longue et les déforment complètement. Le liquide de WICKERSHEIMER, tant préconisé dans son temps et usité pour les animaux marins, les déforme et les macère. L'alcool à 70° est préférable pour conserver définitivement les animaux, pourvu que ceux-ci en soient suffisamment pénétrés par des changements réitérés. L'alcool plus fort, non seulement n'est pas nécessaire dans la grande majorité des cas pour la bonne conservation, mais finit aussi par devenir nuisible, car un long séjour dans ce liquide rend le fragment fragile.

L'alcool est utile aussi pour anesthésier et tuer lentement ou rapidement.

Acide chromique. — Après l'alcool, cet acide en dissolution aqueuse est un réactif des plus utiles et sert principalement pour tuer et durcir les animaux gélatineux et mous. Mais ceux-ci doivent res-

ter juste le temps nécessaire, autrement ils se colorent trop et deviennent fragiles. Il faut ensuite, comme on le sait, laver les fragments à l'eau douce pour éviter que, placés dans l'alcool ils ne produisent un précipité et acquièrent, avec le temps, une teinte trop verdâtre. L'acide chromique s'emploie en mélange avec l'acide osmique, acétique, picrique, avec le sublimé, et rarement avec l'alcool. Les solutions peuvent se faire dans l'eau ordinaire et exceptionnellement aussi dans l'eau de mer ; il est bon de les tenir dans des endroits frais. Celles qui ont servi une fois peuvent être employées encore, si elles n'ont pas été trop diluées dans l'eau que contenaient les animaux et s'il ne s'est pas passé un temps trop long ; du reste il est facile de s'apercevoir si le liquide est altéré, par le changement de couleur qui tourne au vert.

Acide acétique. — C'est un réactif qui a le pouvoir de pénétrer instantanément dans les tissus et de les fixer, et c'est le moyen le plus efficace pour tuer rapidement les animaux contractiles, mais il a l'inconvénient de les ramollir s'ils y restent trop longtemps. Ils restent relativement transparents. Dans certains cas il est nécessaire de se servir de l'acide en solution concentrée, et souvent on le mêle à l'acide chromique pour tuer et durcir les animaux transparents non contractiles.

Acide osmique. — En général on ne l'emploie pas autant que par le passé, parce qu'il présente divers inconvénients. Je me suis appliqué à lui substituer divers réactifs et, dans beaucoup de cas, j'y ai réussi parfaitement. Il durcit bien les formes gélatineuses et en conserve suffisamment longtemps la transparence, mais si son action dure trop longtemps, il noircit beaucoup les préparations et les rend fragiles, par suite celles-ci doivent rester seulement jusqu'à ce qu'elles aient acquis une légère teinte brune (1). Avant de les passer dans l'alcool on lave pendant quelques minutes dans l'eau douce ou distillée et il est de même pour celles qu'on a traitées avec un mélange osmique quelconque.

(1) La méthode de PAUL MAYER pour décolorer les fragments trop noircis (Voir *Mitt. Z. Stat. Neapel*, 2 Bd., 1880, p. 8), ne peut être adoptée pour les animaux mous qui seraient trop amollis.

Le liquide de Kleinenberg (1) a été l'un des premiers employés à la station pour la conservation des formes marines. L'inconvénient qu'il présente de jaunir l'alcool même après des lavages réitérés, et de ne pas durcir suffisamment, l'a fait peu à peu abandonner, si bien qu'aujourd'hui on ne s'en sert que rarement, et presque uniquement dans un but histologique.

Acide lactique. — En solution à 1 ‰ dans l'eau de mer, il sert assez bien à fixer les larves et les petits organismes gélatineux.

Les acides chlorhydrique, nitrique, pyroligneux et sulfurique sont employés rarement.

Sublimé corrosif. — Recommandé par A. LANG, il s'emploie très souvent comme fixateur parce qu'il a la propriété de pénétrer vite et de durcir beaucoup. Il sert en solution concentrée soit dans l'eau douce, soit dans l'eau de mer, à chaud ou à froid. Dans les manipulations au sublimé, on ne doit pas se servir d'instruments en métal, car ils décomposent la solution et détériorent les préparations. Les solutions peuvent aussi se faire à chaud, par économie de temps, dans le récipient de verre ou de porcelaine. On doit avoir la précaution d'éviter l'ébullition dans des récipients ouverts, pour ne pas respirer les vapeurs, et de ne pas se salir les mains si elles ont quelque érochure.

Presque tous les animaux préparés par ce réactif peuvent servir encore à des recherches histologiques. Souvent on s'en sert aussi en mélange avec l'acide acétique, chromique, ou avec le sulfate de cuivre.

Les animaux fixés au sublimé, après le lavage à l'eau douce, doivent rester, suivant l'indication de P. MAYER, dans l'alcool iodé jusqu'à ce qu'ils cessent de le décolorer en y restant pendant quelque temps sans quoi la préparation devient fragile et il s'y forme un précipité noir contenant du mercure ; quelquefois elles noircissent même les parois internes du récipient.

(1) Le liquide de KLEINENBERG se prépare de la manière suivante : on mélange 100 cc. d'une solution aqueuse concentrée d'acide picrique avec 2 cc. d'acide sulfurique concentré ; on filtre et on ajoute 3 fois le même volume d'eau distillée.

Bichromate de potasse. — On s'en sert en solution à 5 % pour durcir lentement quelques animaux gélatineux sans les rendre trop fragiles, ce qu'on ne peut obtenir avec l'acide chromique. A cause de l'abondant précipité que donnent en passant par l'alcool les objets traités par le bichromate, l'usage de ce réactif n'est pas à recommander. Pour décolorer les préparations qui se trouvent déjà dans l'alcool j'ajoute à celui-ci quelques gouttes d'acide sulfurique concentré.

Sulfate de cuivre.—On emploie des solutions de 5 à 10 % faites à chaud dans l'eau douce ; il sert soit seul, soit mélangé au sublimé pour tuer les larves et les animaux délicats. Les objets traités avec ce réactif doivent ensuite être lavés plusieurs fois à l'eau jusqu'à ce que celle-ci demeure parfaitement limpide, autrement il se forme, dans les tissus, des cristaux qui les rendent opaques. On peut abrégé le lavage quand les fragments doivent être traités successivement avec un autre acide.

Hydrate de chloral. — En solutions très faibles à 1 ou 2 %, faites à froid dans l'eau de mer, il nous sert pour anesthésier divers animaux avant de les fixer(1). Cette méthode a l'avantage que, si l'animal après un certain temps ne reste pas dans les conditions voulues pour être préparé, on peut le remettre dans l'eau de mer, où il reprendra ses mouvements et continuera à vivre. On l'emploiera de plus pour faire mourir, afin de les préparer, les animaux qui vivent dans les pierres, dans les incrustations d'algues calcaires, dans les colonies de Serpules et de Madrépores ; nous les laissons dans la solution de 6 à 12 heures.

Outre les réactifs cités, nous nous servons en petites quantités de chloroforme, de l'éther et de la teinture alcoolique d'iode.

Mélanges principalement employés.

Alcool et acide chromique : $\left\{ \begin{array}{l} \text{Alcool à 70 \%} \\ \text{Acide chromique 1 \% ..} \end{array} \right\}$ parties égales.

(1) Il est inutile d'employer une qualité fine.

Alcool chlorhydrique.....	}	Alcool à 50 %.....	100 cc.
		Ac. chlorh. concentré.....	5 cc.
Alcool iodé.....	}	Alcool à 35° ou à 70°.....	100 cc.
		Teinture alcoolique d'iode ...	2,5 cc.
Eau de mer alcoolisée	}	Eau de mer.....	100 cc.
		Alcool absolu.....	5 cc.

Mélange chromo-acétique N° 1 :

	Acide chromique à 1 %.....	100 cc.
	» acétique concentré.....	5 cc.
»	chromo-acétique N° 2 :	
	Acide acétique concentré.....	100 cc.
	» chromique à 1 %.....	10 cc.
»	chromo-osmique :	
	Acide chromique 1 %.....	100 cc.
	» osmique 1 %.....	2 cc.
»	chromo-picrique :	
	Acide chromique à 1 %.....	} parties égales.
	Liquide de KLEINENBERG.....	
»	de cuivre et sublimé :	
	Sulfate de cuivre à 10 %.....	100 cc.
	Sublimé en solution saturée.....	10 cc.
»	de bichromate de potasse et d'acide osmique :	
	Bichromate de potasse à 5 %.....	100 cc.
	Acide osmique à 1 %.....	2 cc.
»	de sublimé et d'acide acétique :	
	Sublimé, solution concentrée.....	100 cc.
	Acide acétique concentré.....	50 cc.

Mélange de sublimé et d'acide chromique :

Sublimé, solution concentrée	100 ^{cc.}
Acide chromique à 1 %	50 ^{cc.}

*
* *

MÉTHODES DE PRÉPARATION ET DE CONSERVATION.

PROTOZOA.

Les Protozoaires étant des animaux très petits et pour la plupart invisibles à l'œil nu, leur préparation rentre dans le champ de la microscopie, et par suite je ne me suis occupé que des espèces les plus grandes. Quelques Grégarines qui habitent le nucleus intestinal de *Salpa maxima africana* ont été bien réussies par le liquide de KLEINENBERG, en y restant pendant une heure environ avant d'être transportées dans l'alcool faible.

Radiolaires.

La *Thalassicolla* se fixe bien par l'acide chromique à 1/2 % où on la laisse pendant une heure environ, après quoi, on la transporte dans l'alcool à 70°.

Les **Aulacanthidae** et les **Acanthometrae** sont mis directement dans l'alcool à 50°, et après quelques heures dans l'alcool à 70°. On a encore de bonnes préparations en ajoutant à l'eau de mer qui contient ces animaux quelques gouttes d'acide osmique à 1 %, puis en les lavant dans l'eau douce, avant de les porter dans l'alcool. Pour quelques espèces fixées ensemble à d'autres petits organismes pélagiques, on obtient de très bonnes préparations microscopiques dans une solution concentrée de sublimé dans l'eau de mer.

Sphærozoidae (1). — Les diverses espèces du genre *Sphærozoum* et *Collozoum* qui ont une forme sphérique ou cylindrique se fixent dans l'alcool à 35 % iodé, en les y laissant de 15 minutes à une heure environ et en ayant soin d'agiter le liquide, parce que, en restant trop longtemps sur le fond du récipient, les animaux s'aplatissent. Si l'on veut en préparer une grande quantité à la fois, il est nécessaire de mettre le liquide fixateur dans un large cristalliseur pour qu'ils ne se compriment pas réciproquement. Après le temps établi, ils passent dans l'alcool à 35°, où ils restent deux heures ; le changement peut se faire en portant avec une spatule les colonies dans un autre cristalliseur de la même grandeur ou aussi en enlevant lentement l'alcool iodé et en y substituant l'alcool à 35°, mais sans les laisser dépourvues de liquide. De la même manière on les fait passer dans l'alcool à 50° et 12 heures après dans l'alcool à 70° qui doit être renouvelé après 24 heures. De cette manière on obtient des préparations incolores qui peuvent servir aussi pour des recherches histologiques. Il n'y a pas lieu de recommander l'acide osmique qui noircit trop.

Dans les colonies de *Sphærozoum* avec des formations isosporiques, la forme n'est pas fixée avec l'alcool iodé, de sorte qu'il faut opérer avec le sublimé concentré. Les genres *Myosphæra*, *Acrosphæra* et *Collosphæra* sont tuées dans l'acide chromique à 1 %, en employant la même forme de récipient et en prenant les mêmes précautions que pour *Collozoum*. On les laisse d'une demi-heure à une heure, après quoi en versant tout de suite l'acide, on y substitue de l'eau douce pour laver les colonies, mais de manière qu'elles flottent dans le liquide, car autrement elles se rompraient. De la même manière elles passent graduellement dans l'alcool.

Acinetidae. — *Trichophrya salparum* a donné de belles préparations microscopiques avec le sublimé concentré dans l'eau de mer.

Inversement avec l'*Acineta foetida* qui vit communément sur les Hydroïdes, on a obtenu de meilleurs résultats avec l'acide osmique.

(1) Ces méthodes ont été décrites par K. BRANDT aux pages 7-11 de sa monographie : Die Kolonienbildenden Radiolarien (Sphærozoëen) des Golfes von Neapel : in *Fauna und Flora Golf. Neap.*, 13. Monogr. 1885.

Vorticellidae. — Les colonies de *Zoothamnium* sont tuées d'une manière satisfaisante par le sublimé concentré bouillant.

PORIFERA.

Pour les Éponges qui doivent faire partie de collection il suffit d'immerger directement dans l'alcool à 70° en le renouvelant comme il a été dit plus haut.

Pour éviter la contraction chez les *Halisarcidæ* je les fixe ou bien dans l'acide chromique à 1%, en les y laissant une 1/2 heure, ou bien dans le sublimé concentré pendant 15 minutes.

Les éponges qui devront servir à l'étude, si elles ne sont pas trop volumineuses, c'est-à-dire si elles n'ont pas une épaisseur supérieure à 10 cent., sont plongées dans l'alcool à 90° ou absolu, renouvelé une fois après 3 ou 4 heures et une seconde fois après 24 à 48 heures; si au contraire, elles sont plus grandes, on les coupe en petits morceaux avec un scalpel bien affilé et on les traite de la même manière.

Pour les faire sécher on les lave d'abord à l'eau douce pendant 2 heures, puis on les laissera une journée dans l'alcool ordinaire, puis à l'air ou au soleil; ainsi elles ne conservent aucune mauvaise odeur. Si on veut conserver pendant plusieurs jours la couleur rouge de quelques éponges (*Suberites*, *Axinella*) il suffit de les mettre dans l'alcool à 40° sans le changer.

ANTHOZOA.

La première chose à faire quand on a pêché un Anthozoaire, est de le mettre dans un récipient avec de l'eau de mer fraîche. Il arrive toujours que les animaux, troublés soit par la pêche soit par le transport, se contractent ou se retirent complètement. Pour les faire étendre, ou bien il suffit de les laisser dans un vase avec de l'eau de mer limpide, ou bien il est nécessaire de les maintenir pendant un temps plus ou moins long dans l'eau courante. J'ai souvent observé qu'ils ne s'ouvrent qu'après plusieurs jours de séjour dans la même eau, quand celle-ci commence déjà à se corrompre.

Les méthodes suivantes, spécialement celles du mélange chromo-acétique N° 2, servent à conserver les animaux pour les musées, et tout au plus pour les recherches de grosse anatomie.

Presque tous les Alcyonnaires, contenant de petits spicules calcaires qui servent de caractères spécifiques, doivent rester dans le mélange acide le moins longtemps possible pour que l'acide n'attaque pas les spicules.

Dans les cas où le mélange chromo-acétique N° 2 ne donne pas de bons résultats, on pourra essayer à la place le mélange de sublimé et d'acide acétique, mais seulement pour tuer les animaux, en les portant ensuite rapidement dans l'alcool faible.

Une méthode usitée par V. KOCH est l'immersion rapide des animaux distendus dans l'alcool à 90° ou absolu, en injectant ensuite dans l'intérieur même de la colonie.

Aussitôt que les colonies de *Cornularia*, *Clavularia*, *Rhizoxenia* et *Symphodium* sont étendues, on fait sortir avec un petit siphon toute l'eau de mer qui est dans le récipient, en en laissant seulement assez pour couvrir la colonie. Cette opération doit être faite avec beaucoup d'attention pour éviter toute secousse qui pourrait faire contracter les polypes : pour cela on met dans le verre le siphon d'eau en en tenant l'ouverture inférieure fermée avec un doigt, pour pouvoir régler l'écoulement. Puis on verse rapidement dans le récipient un volume du mélange chromo-acétique N° 2 double de celui de l'eau où sont les animaux, qui sont transportés dans l'alcool à 35° ou 50°, en imprimant à la préparation quelques légères secousses qui souvent ont pour effet de mieux faire sortir les tentacules. Une autre bonne méthode consiste à tuer avec le sublimé concentré chaud, employé dans les mêmes proportions que le mélange chromo-acétique, et en lavant les animaux aussitôt morts, dans l'eau douce.

Les grands *Alcyonium* peuvent aussi être tués d'une autre manière, qui consiste à les immerger rapidement dans l'acide chromo-acétique N° 2 et à les suspendre aussitôt morts, dans un vase contenant de l'alcool faible, de manière que les polypes ne touchent pas les parois ; et si les polypes sont restés bien étendus, le changement dans les divers alcools se fera tout à fait graduellement. Souvent il arrive que dans l'alcool faible il reste adhérent aux polypes des bulles d'air qui, par leur tendance à monter, les compriment au point

de les déformer, on peut éviter cela en donnant de petits coups au récipient.

Pennatula phosporea et *Kophobelemnon*. Ces animaux étendus sont saisis par la base nue et immergés très rapidement dans un cylindre profond contenant le mélange chromo-acétique N° 2 ; au bout de quelques secondes on les met dans un cristallisoir avec de l'alcool à 50°, où ils se disposent le dos étendu au fond. Alors avec une petite seringue à canule très fine on injecte de l'alcool à 70° par un petit trou qu'on pratique à l'extrémité de la base. De la sorte l'alcool entre dans les polypes, les gonfle et en distend les tentacules ; et pour éviter que l'alcool ne sorte, on fait une ligature. Après quelques heures on transporte *Kophobelemnon* dans l'alcool à 70° et dans les récipients définitifs en suspendant la tête en bas à un flotteur de verre.

Pennatula rubra, *Pteroides spinulosus*, *Veretillum*, *Funiculina* se tuent comme les Pennatules précédentes, mais ensuite on transporte dans l'alcool faible sans opérer l'injection. Les formes molles, comme *Veretillum*, devront être suspendues dans le récipient définitif.

Les petits exemplaires de Pennatulides peuvent être tués sans être enlevés du verre où ils sont distendus, en opérant comme pour les Cornulaires.

Les ramifications d'assez grande taille de *Gorgonia*, *Gorgonella*, *Primnoa*, *Muricea*, *Isis*, etc., doivent être tuées avec le mélange chromo-acétique N° 2 dans le même récipient où elles sont étendues, à cause de la grande sensibilité de leurs polypes. On recommande toujours de laisser les animaux au moment où l'on va les tuer, dans la plus petite quantité possible d'eau et d'y verser un volume du mélange double de celui de l'eau où elles sont. J'ai pu observer à diverses reprises que les Gorgones qui s'étendent dans l'eau de mer qui commence à se corrompre, sont celles qui se fixent le mieux.

Les petites colonies ou fragments de colonies restent avec les polypes étendus, si on les tue dans le sublimé bouillant.

Isis se conserve très bien aussi dans le mélange de sublimé et d'acide acétique.

Corallium rubrum. Il s'étend dans l'eau de mer courante, et est tué par le sublimé concentré bouillant (moitié du volume de l'eau de mer) et ensuite est transporté dans l'alcool faible. Avec cette

méthode la couleur se conserve parfaitement, tandis qu'avec le mélange chromo-acétique, elle s'efface beaucoup. L'alcool qui a servi pour la manipulation du corail ne doit pas être employé ensuite pour la préparation d'animaux délicats. (Une colonie d'*Antipathes* mise dans cet alcool était, au bout de 24 heures, toute colorée en rouge.)

Zoantharia. — Toutes les espèces d'*Antipathes*, se fixent avec le sublimé concentré, et, à cause de la faible contractilité des polypes, leur préparation réussit toujours. Le sublimé concentré employé froid doit représenter un volume égal à celui où sont contenus les polypes.

Actiniaria. — La préparation de ce groupe présente de grandes difficultés ; la grande contractilité et la résistance du système musculaire dans la grande majorité des espèces constituent souvent pour le préparateur un obstacle insurmontable. La plupart du temps, tandis que l'on croit que l'animal est déjà fixé et privé de toute sensibilité, l'immersion dans un réactif à action rapide suffit pour déterminer la contraction subite des tentacules, et tout le corps devient méconnaissable.

Chez quelques formes par exemple, en traitant divers exemplaires par la même méthode et dans les mêmes conditions, une portion reste distendue et le reste contracté; et la bonne réussite dépend dans certains cas de raisons tout à fait ignorées. Malgré tout, avec une grande attention on arrive, au moins pour beaucoup d'espèces, à une conservation parfaite.

Anemonia sulcata (*Anthea cereus*) est la plus facile à préparer. Bien distendue dans l'eau courante, elle est tuée par le mélange chromo-picrique (en volume égal à l'eau qui s'y trouve) en versant ce mélange rapidement dans le récipient qui contient l'actinie, après avoir enlevé autant d'eau qu'il est possible, sans que l'animal cesse d'être immergé. Au bout de 5 à 10 minutes, quand l'animal est mort, sa base se détache des parois où elle était fixée, et alors on la transporte dans un autre récipient avec de l'acide chromique à 1/2 % ou on la retourne en les suspendant par le bord de la base avec un ou plusieurs crochets, et en cherchant par de légères secousses à donner aux tentacules leur disposition naturelle. Au bout d'une demi-heure on met de l'alcool faible; il est bon que dans le récipient

définitif l'animal flotte retourné, ce qui est d'ailleurs inutile pour les petits exemplaires.

Je tue les Actinies suivantes avec le sublimé concentré bouillant : *Eliactis*, *Sagartia Dohrnii*, *Paranthus*, *Corynactis*, et de petits exemplaires d'*Aiptasia* ; avant de les transporter dans l'alcool, je les laisse durcir pendant quelques minutes dans l'acide chromique à 1/2 %.

Quand *Heliactis bellis*, *Bunodes gemmaceus* et *B. rigidus* sont bien étendus, on enlève du verre les 2/3 de l'eau de mer, et on y substitue de l'hydrate de chloral à 2⁰⁰/100. Au bout de 2 minutes on enlève de nouveau le liquide, en en laissant juste ce qu'il faut pour couvrir les animaux, et on les tue en y versant du sublimé concentré froid.

Adamsia Rondeletii se narcotise avec la fumée de tabac (1) de la manière suivante :

On chasse le Pagure de la coquille où sont fixées les Actinies, pour éviter de troubler celles-ci ; puis on suspend la coquille par un fil à une baguette de bois posée sur les bords d'un verre avec de l'eau de mer : on arrive ainsi à maintenir les Actinies en parfaite expansion, sans que leurs tentacules touchent les parois. On place ces verres, aussi nombreux qu'on le peut, dans un très large cristalliseur ou bien dans un grand plat à paroi basse, rempli à moitié d'eau, et on recouvre avec une cloche de verre qu'on fait tremper dans l'eau du cristalliseur. Avec l'appareil décrit plus haut, on commence à remplir de fumée d'un tabac, qui doit être de qualité très forte, l'espace compris dans la cloche, et on suspend l'opération seulement quand la cloche est pleine d'un nuage de fumée épaisse et opaque. Pour faire sortir de la cloche l'air introduit avec la fumée, avant de commencer la fumigation, on met un tube de verre recourbé en U avec une ouverture dans l'espace clos et l'autre au dehors.

Pour régler la durée de l'opération, il est nécessaire de faire la première fumigation vers les 2 heures du soir. Peu à peu l'on verra la fumée se dissiper, l'eau commencer à absorber les substances narcotiques, et les animaux distendre pour la plupart leur couronne de tentacules. Vers les 5 heures, on fait la seconde fumigation comme la première et on laisse ainsi durant toute la nuit. Le matin suivant on enlève avec précaution la cloche de verre et on touche

(1) Les frères HERTWIG qui ont publié cette méthode l'ont vue au laboratoire de la Station Zoologique, comme eux-mêmes le disent (voir *Jena. Zeit. f. Naturw.* 13, Bd. 1879, p. 467)

les tentacules avec une aiguille, pour savoir dans quel état de sensibilité ils se trouvent. S'ils ne se contractent pas, on place parmi les verres un petit tube ouvert, contenant quelques centimètres cubes de chloroforme et on replace la cloche pour laisser agir pendant 2 à 3 heures les vapeurs de chloroforme. Finalement, les animaux sont tués par le mélange chromo acétique N° 2, durcis par l'acide chromique à 1/2 % et ensuite par l'alcool où ils doivent demeurer suspendus. Si au contraire les tentacules donnent encore signe de sensibilité, on fera une troisième fumigation, et au bout de 2 heures les animaux seront traités de la même manière. C'est par ce seul procédé que j'ai pu obtenir de très beaux exemplaires, avec la colonne bien étendue, et le disque et les tentacules en pleine expansion.

Adamsia palliata peut être traitée par le même procédé sans suspension de la coquille; j'ai obtenu de bons résultats en anesthésiant lentement l'animal avec de l'eau de mer alcoolisée et puis en le tuant avec le mélange chromo acétique N° 2, ou le sublimé concentré chaud.

Cladactis, *Cereactis* et la petite *Bunodeopsis strumosa* sont tuées par le mélange chromo acétique N° 2 et aussitôt après durcies dans l'acide chromique au 1 %; on les suspend avec un crochet de verre introduit dans le bord de la base, et on les retourne dans le liquide durcissant et fixateur. Cela n'est pas nécessaire pour le *Bunodeopsis*. Pour les deux premières formes il est utile que les exemplaires soient complètement sains, c'est-à-dire ne présentent ni lésion, ni rupture, autrement, en transportant dans l'alcool, le liquide contenu dans le corps de l'animal sort et celui-ci reste râtatiné. Les grands *Cerianthus* se fixent avec l'acide acétique concentré; aussitôt après, en les liant avec un fil autour de la colonne près de la base, on les suspend dans l'alcool faible et par quelques légères secousses on cherche à bien disposer les tentacules. La suspension est inutile pour les petits.

Actinia equina et *A. Cari* se traitent par le mélange bouillant de sublimé et d'acide acétique, suivi d'acide chromique à 1/2 % pour le durcissement. J'ai pu souvent conserver la première espèce en la retirant doucement du verre où elle était étendue avec une spatule et en la plongeant dans une solution concentrée de sublimé.

Edwardsia s'anesthésie lentement en versant peu à peu de l'alcool à 70° dans l'eau de mer où elle se trouve, et on la tue ensuite

avec le sublimé concentré chaud. La bonne réussite dépend de la perte complète de sensibilité, que l'on peut vérifier en touchant les tentacules avec une aiguille.

La préparation des diverses espèces de *Polythoa* est très difficile; avec les réactifs à action rapide, on a au moins la colonne étendue et parfois une portion des tentacules hors du disque. Un *Polythoa* qui vit sur les éponges et sur les algues calcaires (probablement une variété de *P. axinellæ*) se prépare très bien par le sublimé concentré bouillant.

Les larves d'Actinies se tuent avec le sublimé concentré ou avec le mélange chromo-acétique N° 2.

Madreporaria. — *Astroïdes calycularis* doit être laissée toute une nuit dans des verres pleins d'eau de mer limpide. Ordinairement, le matin suivant, on trouve les polypes en pleine expansion; alors on enlève une portion de l'eau sans que pourtant les animaux restent découverts; on les tue par une solution bouillante de sublimé et d'acide acétique en volume égal à celui de l'eau de mer. Immédiatement après on transporte la colonie dans l'alcool à 35° dont on fera une injection dans la bouche des polypes pour les maintenir étendus; ensuite on augmente graduellement la force de l'alcool, et, en répétant les injections, on porte finalement dans l'alcool à 70°, ou on lave bien avec la teinture d'iode.

Caryophyllia, *Dendrophyllia* et *Cladocora* se fixent au sublimé concentré et bouillant, mais il est très difficile de les préparer avec les polypes en parfaite expansion, et cela tant à cause de leur grande contractilité, qu'à cause de la délicatesse extrême des parois du corps.

HYDROMEDUSAE.

Les Hydroméduses sont en général des formes très délicates qui meurent facilement et se décomposent; par suite, il est nécessaire de procéder à leur préparation le plus vite possible aussitôt après qu'elles ont été pêchées.

Spécialement quelques Campanularidæ, comme par exemple *Aglaophenia*, *Plumularia*, *Sertularia* et les formes semblables,

qui vivent dans l'eau profonde, arrivent au laboratoire presque toujours détériorées ou mortes, et, plus facilement que les autres formes, endommagées par la drague, par les filets de fond, ou les autres engins de pêche. Le meilleur parti qu'on puisse tirer de ces exemplaires consiste à les mettre directement dans l'alcool pour conserver au moins le perisarc.

D'autres formes qui vivent à une faible profondeur et qu'on peut pêcher en prenant toutes les précautions pour ne pas les maltraiter, nécessitent une manipulation rapide, sans quoi au bout de peu de temps, les polypes se rétractent et il n'est plus possible de les faire sortir des cellules. En général ces formes sont les plus contractiles des Tubularidæ.

Tous les Hydroïdes, c'est-à-dire les formes polypoïdes fixées, sauf de très rares exceptions, se tuent avec le sublimé concentré chaud, bien entendu quand les polypes sont en complète extension, ce qui s'obtient en les plaçant aussitôt reçus dans de l'eau de mer fraîche. Aussitôt après qu'on a versé le liquide fixateur sur les animaux, on reverse le tout dans un cristalliseur où il y a déjà de l'eau douce, pour refroidir les animaux qui sont ensuite transportés dans l'eau douce pure, pour être lavés, et au bout de 5 minutes dans l'alcool faible. Si l'on veut éviter l'échauffement, on peut employer le sublimé concentré froid, mais seulement pour les Tubularidæ.

Pour les grandes colonies de *Tubularia* et de *Pennaria*, on peut tuer avec le mélange de sublimé et d'acide chromique en volume égal à celui de l'eau qui contient les polypes. Au bout de quelques minutes on passe à l'alcool.

Méduses de Tubularidæ. — Les petites formes d'*Eleutheria* (*Clavatella*), *Cladonema*, *Podocoryne* et autres analogues sont tuées par le mélange de sublimé et d'acide acétique employé en grande quantité: *Eleutheria* est bien fixée aussi par le liquide de KLEINENBERG.

Lizzia Kcellikeri et *Oceania pileata*, aussitôt après qu'elles ont bien étendu leurs tentacules, sont tuées par l'acide acétique concentré, et aussitôt après on fait tomber dans un tube qui contient le mélange d'alcool et d'acide chromique; en agitant lentement le liquide, l'animal reprend sa forme; il reste dans le mélange une quinzaine de minutes, et ensuite on le met dans l'alcool à 35° qu'on

porte peu à peu à 70°. A la place du mélange d'alcool et d'acide chromique, on peut prendre comme liquide durcissant le mélange chromo-osmique, mais les animaux ne restent pas aussi transparents et les tentacules se contractent un peu.

Le durcissement se fera, surtout si les méduses à préparer sont nombreuses, en tenant le tube dans la position horizontale, de manière que l'ombrelle renversée monte sur la paroi latérale du tube et que les individus ne se touchent pas. Pour la conservation définitive de quelques Méduses (*Lizzia*), j'ai l'habitude d'en mettre une seule avec de l'alcool dans un petit tube fermé avec du coton.

Océania conica et *Tiara pileata* avant d'être traitées comme *Lizzia*, etc., sont anesthésiées dans l'eau de mer alcoolisée à 3 %.

Méduses de Campanularidae. — *Eucope*, *Gastroblasta* et *Obelia* se fixent par le mélange de sulfate de cuivre et de sublimé ; au bout de deux minutes, on lave à l'eau douce jusqu'à ce que toute trace de précipité ait disparu.

Mitrocoma et *Aequora* sont tuées par l'acide acétique et immédiatement après transportées dans le mélange chromo-osmique, où on les laisse de 15 à 30 minutes, suivant la grandeur de l'animal. Les petits *Aequorea* peuvent être fixées directement par le mélange chromo-osmique.

Tima flavilabris est tuée par l'acide chromique à 5 % qu'on verse en volume égal à celui de l'eau qui contient l'animal. Au bout de 5 minutes on le place dans le mélange chromo-osmique, où on le laisse au moins une demi-heure, puis on lave avec soin dans l'eau douce et on transporte progressivement dans l'alcool.

Olindias Müllerii : On fixe avec l'acide acétique ; immédiatement on passe dans l'acide chromique à 1 %, où avec une petite pince on étale les tentacules marginaux.

Trachymedusae. — *Rhopalonema*, *Cunina*, *Aeginota*, *Aeginopsis*, *Liriope* et *Carmarina* : On fixe avec le liquide chromo-osmique pendant 5-20 minutes, suivant la grandeur, puis on lave dans l'eau douce et on passe graduellement dans l'alcool. *Cunina* réussit souvent mieux quand on la tue avec l'acide acétique concentré et quand on la durcit ensuite avec le mélange chromo-osmique.

Pour empêcher l'aplatissement de la cloche des grandes hydro-

méduses (*Carmarina*, *Tima*), il est nécessaire de mettre sur le fond du récipient où elles sont à durcir, un verre de montre concave où on fera poser la méduse renversée.

ACALEPHAE.

Les *Charybdea* sont fixées rapidement par le mélange chromo-acétique N° 2, et aussitôt après sont traitées par l'acide chromique à 1/2 % ; au bout d'une demi-heure, quand on transporte dans l'alcool, on a soin de les suspendre par les tentacules.

Les *Nausethoe*, les *Ephyra* de *Pelagia* et les *Rhizostoma*, sont tuées en ajoutant à l'eau de mer, dans laquelle elles nagent, 3 % d'une solution d'acide osmique à 1 %, et aussitôt qu'elles commencent à prendre une légère teinte brune, on lave à l'eau douce pendant deux minutes et on met dans l'alcool à 35°. Pour éviter l'aplatissement de l'ombrelle du *Rhizostome*, on tue celui-ci dans un bocal à col légèrement rétréci, et quand l'animal se trouve dans l'alcool, on enlève le bouchon et on ferme l'ouverture avec une vessie, de telle sorte que, en retournant le bocal avec la méduse, le bord de l'ombrelle arrivera aux bords du col du récipient, tandis que la partie couverte restera libre dans le col. La méduse restera dans cette position jusqu'à ce que l'alcool soit porté à 70°, et que tout le corps soit imprégné de ce liquide.

Pelagia noctiluca : On laisse dans le liquide chromo-osmique pendant près d'une heure, puis on lave à l'eau douce ; on lie alors un fil autour de l'extrémité de chaque tentacule sans le détériorer, et quand l'animal est passé dans l'alcool faible, on suspend de telle façon que la cloche ne touche pas le fond du récipient ; de cette manière, il peut rester jusqu'à ce qu'il soit durci complètement.

Cotylorhiza tuberculata (*Cassiopeia*) : On fixe à l'acide osmique comme pour les *Rhizostomes*, et aussitôt que l'animal commence à prendre une légère teinte brune, on substitue au liquide du bichromate de potasse à 5 % qui sera renouvelé au bout de 2 jours ; l'animal doit rester dans ce réactif au moins une semaine, mais peut y rester davantage sans inconvénient. Puis l'alcool à 35 % est substitué au bichromate, et comme il s'est déposé un très grand nombre de cristaux dans les tissus de l'animal, et en outre qu'il s'est formé

un épais précipité au fond du récipient, il est nécessaire de renouveler souvent l'alcool, auquel on peut ajouter d'abord quelques gouttes d'acide sulfurique concentré.

Les larves d'Acalèphes (*Scyphistoma*, *Strobila*), se tuent par le sublimé concentré chaud; les strobiles se fixent aussi bien par un mélange d'acide acétique concentré (9 parties) et d'acide osmique à 1 % (1 partie); immédiatement après, on lave à l'eau douce.

SIPHONOPHORA.

Comme pour les Hydroméduses, la préparation se fera aussitôt après la pêche, et on choisira les exemplaires qui sont dans de bonnes conditions vitales. Spécialement pour les Physophorides, il suffira souvent de laisser 2 heures dans le même récipient où l'eau aura subi un changement de température, pour que toute la colonie s'en aille en morceaux, ou devienne fragile au point de se diviser aussitôt qu'elle vient en contact avec le liquide fixateur. On doit aussi avoir grand soin de nettoyer parfaitement les récipients qui contiendront les animaux avant de les tuer; j'ai pu observer souvent qu'il suffit d'une légère trace d'un acide ou d'un autre réactif pour dissocier toute la colonie.

Athorhybia rosacea, l'unique représentant de la famille des Athorhybiadae, qui se trouve dans notre golfe, est très rare, et ce n'est qu'avec un exemplaire que j'ai pu le préparer, en le tuant avec le mélange de sulfate de cuivre et de sublimé; l'animal subit quelque contraction, mais reste entier; je l'ai lavé à l'eau douce et l'ai plongé dans l'alcool.

Pour les espèces très délicates (Physophoridae, Agalmidae, etc.), il est bon de ne pas verser directement les animaux, avec l'eau, du récipient où ils nagent dans le cristalliseur où l'on doit les tuer, mais de les faire passer avec la plus grande précaution en immergeant dans l'eau les deux récipients dans une terrine. On laissera dans le cristalliseur la quantité d'eau suffisante pour que l'animal puisse flotter, et on attendra quelques instants pour que les polypes et les filaments pêcheurs soient bien étalés.

Les genres *Physophora*, *Agalma*, *Halistemma*, *Forskalia*, sont

tués avec le mélange de sulfate de cuivre et de sublimé (1), en volume égal à celui de l'eau de mer que contient le cristalliseur, ou en volume double; le mélange doit être versé rapidement et non sur l'animal. Celui-ci, au bout de quelques minutes, quand il est mort, est transporté avec une large spatule, dans le liquide durcissant qui d'ailleurs n'est pas le même pour toutes les espèces.

a). *Physophora*, *Agalma*, *Halistemma*, sont durcis directement dans l'alcool à 35°, et au bout de 2 heures, portés dans l'alcool à 70°. Aussitôt que *Physophora* est passé dans l'alcool à 35°, avant que les filaments pêcheurs soient rigides, on les étend le plus possible avec une petite pince. Pour changer le liquide qui est contenu dans les cloches natatoires, il est bon de faire des injections par l'ouverture de chacune d'elles avec une pipette. Presque toujours il se forme dans les cloches de petites bulles d'air qui, par leur tendance à monter à la surface, peuvent altérer la position naturelle des cloches, ou bien, en soulevant toute la colonie, peuvent l'écraser contre la surface du liquide. Pour faire sortir ces petites bulles, il suffit de comprimer légèrement les cloches.

b). Le genre *Forskalia* est transporté du mélange de sulfate de cuivre et de sublimé, dans le liquide de FLEMMING (2), où il peut rester de 2 à 6 heures suivant la grandeur de la colonie; on lave ensuite pendant quelques heures dans l'eau douce, et on porte graduellement dans l'alcool à 70°. Le durcissement des grandes colonies se fait mieux dans le mélange de bichromate de potasse et d'acide osmique, car on peut les y laisser plus de 24 heures sans qu'elles se durcissent trop; comme le bichromate dépose dans les tissus des cristaux qui les rendent opaques, quand l'animal est passé dans l'alcool, on peut ajouter à ce liquide, quelques gouttes d'acide sulfurique concentré qui dissout les cristaux; après quoi la colonie peut passer dans l'alcool pur.

(1) Je me suis servi de cette méthode pour la première fois en 1885, comme l'indique une note du Prof. LEUCKART insérée dans le *Zoolog. Anzeiger*, 8 Bd., p. 333, et depuis lors personne n'en a fait mention, sinon récemment le Dr M. BÉNOT qui a décrit une méthode presque semblable (in : *Arch. Sc. Physiq. Nat.*, Genève (3), t. 21, 1889, p. 556).

(2) Acide chromique au 100° : 25 cc.; acide osmique au 100° : 10 cc.; acide acétique glacial : 5 cc.; eau distillée : 60 cc.

Pour conserver définitivement les Physophorides, après qu'ils sont restés à durcir dans l'alcool à 70° dans des cristallisoirs pendant 2 jours, on mettra en tube, en adaptant l'ouverture du tube à l'extrémité antérieure de la colonie, en immergeant lentement dans le liquide et en faisant pénétrer avec précaution l'animal et le liquide ensemble. Les petites *Agalma* et *Halistemma* peuvent s'enlever de l'alcool en les saisissant avec une pince par l'extrémité postérieure, et en les faisant entrer, les cloches en avant, dans un tube complètement plein d'alcool à 70°, qui doit être d'un calibre tel qu'il ne permette pas à l'animal de se plier sur lui-même; le tube est bouché avec de l'ouate et, pour éviter l'évaporation de l'alcool, on met dans un autre tube d'un calibre plus grand, aussi plein d'alcool, et qu'on fermera avec le bouchon de liège habituel. Ce système du double tube, pouvant éviter les mouvements que fait le liquide dans un récipient non complètement plein, est très utile pour l'expédition et spécialement pour la démonstration des objets préparés, et je le recommande pour tous les animaux très délicats et pourvus d'appendices pouvant se détériorer facilement.

Apolemia uvaria : Tuer comme pour les précédentes espèces; durcir par l'acide chromique au 100°, qu'on substitue dans le même récipient au mélange de sulfate de cuivre et de sublimé. Celui-ci est enlevé avec un siphon. Dans l'acide on laisse une vingtaine de minutes; on lave ensuite à l'eau douce; on substitue ensuite à l'eau de l'alcool par le moyen d'un siphon.

Rhizophysa : On laisse l'animal s'étaler dans un verre avec un peu d'eau et on tue au sublimé concentré chaud.

Physalia caravelle : Pour bien laisser les appendices et les polypes s'étendre, on transporte l'animal dans un vase cylindrique rempli d'eau de mer limpide, en ayant soin de le saisir par le pneumatophore, pour éviter la forte action urticante. La préparation réussit d'autant mieux que le cylindre est plus élevé, parce que les filaments sont très extensibles. Quand l'animal est bien étendu, on en versant dessus le mélange de sublimé et d'acide acétique (un quart du volume de l'eau de mer), et aussitôt qu'il est mort, on le fait passer, de la même manière que la première fois, dans un vase cylindrique semblable contenant de l'acide chromique à 1/2 % et ensuite, pendant 20 minutes environ, dans l'alcool à 50°, et finalement dans l'alcool à 70°.

Hippopodius, *Galeolaria*, *Abyla* : On tue par le mélange de sulfate de cuivre et de sublimé, puis on transporte directement dans l'alcool faible. La cloche d'*Abyla* se prépare aussi avec le liquide chromo-osmique.

Praya se fixe comme *Hippopodius*, mais doit ensuite durcir avec le mélange de bichromate de potasse et d'acide osmique, où il doit rester un ou deux jours.

Diphyes : Sublimé chaud pour tuer avec la chaîne des individus étendus.

Veella se tue par le mélange chromo picrique ou le mélange d'acide chromique et de sublimé, et au bout de quelques minutes, on transporte dans l'alcool faible. Pour *Porpita*, on la tue lentement en faisant tomber avec une pipette quelques gouttes de liquide de KLEINENBERG dans le verre où elle est étendue, et quand la belle couleur bleue de la colonie commence à devenir rouge, par l'effet de l'acide, on transporte dans le liquide de KLEINENBERG, et on laisse 15 minutes avant de mettre dans l'alcool faible.

CTENOPHORA.

Beroe ovata, *Hormiphora*, *Callianira*, *Lampetia*, *Euchlora* et les formes jeunes de *Cestus*, *Eucharis* et *Bolina* : On tue en faisant tomber l'animal dans le mélange chromo-osmique, où on laisse de 15 à 60 minutes suivant la grandeur. Ensuite on fait passer dans l'alcool qu'on porte graduellement à 70°.

Beroe ovata se durcit dans l'alcool en faisant pénétrer par la bouche, dans la cavité gastrique, un tube de verre de grandeur suffisante pour maintenir l'animal gonflé. L'animal sera tenu suspendu dans le liquide en laissant dans le tube retourné la quantité d'air suffisante pour le faire flotter. Cette opération sera faite avec beaucoup de soin pour que les séries longitudinales de palettes vibratiles ne soient pas lésées. Après que l'animal est resté 1 ou 2 jours dans l'alcool à 70°, on enlève le tube et l'animal durcit en conservant sa forme.

Pour que *Beroe Forskalii*, qui est naturellement comprimée, puisse mourir à l'état d'expansion, il est nécessaire de la laisser immergée dans le mélange de sulfate de cuivre et de sublimé; et,

aussitôt après la mort, de la durcir dans le liquide chromo osmique pendant une heure au moins. Pour cette espèce, il n'est pas nécessaire d'introduire dans le tube.

Callianira peut être préparée par la méthode déjà indiquée, et en outre, en fixant par le mélange suivant :

Acide pyroligneux concentré.....	1 vol.
Sublimé concentré	1 vol.
Acide chromique 1/2 %	1 vol.

Cestus Veneris : L'animal est laissé dans un peu d'eau, et rapidement on y verse le mélange chromo acétique N° 1, qui doit remplir le récipient aux trois quarts ; alors l'animal se disposera en spirale, en faisant poser sur le fond le côté opposé à la bouche. Au bout de 10 minutes, on lavera à l'eau douce et on effectuera avec grand soin le changement des divers alcools. Les exemplaires à préparer devront être dans de très bonnes conditions ; autrement on les verra se gonfler dans le liquide fixateur. Dans le mélange chromo osmique, on pourra aussi bien fixer, mais beaucoup d'exemplaires seront détériorés et seront trop colorés, tandis que par la méthode précédente, ils deviendront blancs et assez transparents.

Vexillum peut être préparé par les méthodes précédentes.

ECHINODERMA.

Crinoïdea. — *Antedon rosacea* (*Comatula*) s'immerge directement dans l'alcool à 70°, tandis que l'*A. phalangium* s'y fragmente, et par suite doit être tuée dans l'alcool à 90°.

Les formes larvaires pentacrinoïdes s'anesthésient par l'hydrate de chloral au 1000°, en les laissant de 2 à 4 heures ; on les durcit ensuite à l'alcool, et elles restent avec les bras parfaitement étendus. Les stades très avancés se tuent très bien au sublimé concentré, où on les laisse seulement quelques instants pour éviter que la chaux de l'animal ne se dissolve.

Asteroïdea. — Pour préparer les Stellérides, avec les pieds ambulacraires en état d'extension, on fait mourir l'animal dans l'alcool

de 20 à 30 %, en le disposant dans le récipient avec les aires ambulacraires par dessus.

Luidia, munie de pieds ambulacraires très développés, est retournée dans un cristalliseur avec un peu d'eau de mer, et quand les pieds sont étalés, on y verse le mélange chromo acétique N° 2. Immédiatement après l'animal est mis dans l'alcool faible.

Chez *Brisinga* les bras se détachent facilement. Pour éviter cela, on immerge rapidement dans l'alcool absolu.

J'ai obtenu de belles préparations de *Bipinnaria*, en fixant par le mélange chromo acétique N° 1, ou bien avec le mélange chromo osmique, mais en faisant rester quelques minutes. Les autres formes larvaires se traitent au sublimé concentré.

Les Ophiurides meurent dans l'eau douce, car elles y restent étendues et entières. D'autres petites formes (*Amphiura*, *Ophiactis*), peuvent être fixées directement dans l'alcool faible.

Ophiomyxa pentagona, qui a le corps mou, est durci à l'acide chromique à 1/2 %. *Ophiopsila annulosa*, qui se rompt dans l'eau douce, sera tuée directement dans l'alcool absolu.

Echinoidea. — Pour préparer les Oursins avec les pieds ambulacraires étalés, on les met dans un peu d'eau de mer et on y verse le mélange chromo acétique N° 2. Le transport dans l'alcool doit être fait aussitôt après, pour éviter que l'acide n'attaque la chaux de l'animal. Si l'on veut conserver l'oursin pour l'anatomie, ou même seulement pour la forme, on devra pratiquer deux petits trous opposés sur le squelette dermique, de manière à faire sortir tout le fluide contenu, et ensuite immerger dans l'alcool, en faisant remplir la cavité générale de ce liquide. En faisant passer l'animal dans l'alcool plus fort, on aura soin de changer encore le liquide à l'intérieur de la cavité. Les petites formes s'immergent directement dans l'alcool à 70°, sans ces précautions.

Si l'on veut conserver les oursins à sec, après les avoir débarrassés de l'eau qu'ils contiennent, on les laissera pendant un ou plusieurs jours dans l'alcool à 70° ordinaire, puis on fera sécher à l'air ou au soleil.

Holothurioidea.— Ces animaux réclament plus de soin que les autres Échinodermes, parce qu'ils ont le corps mou et contractile,

mais aussi de plus parce que tous sont munis de tentacules, qui, au contact des réactifs se contractent ou se retirent à l'intérieur du corps. De plus, diverses espèces, aussitôt plongées dans le liquide fixateur, rejettent tout leur intestin et se déforment complètement, ce qui, du reste, se fait aussi dans l'eau de mer si celle-ci subit de légères altérations.

On remédie à tous ces inconvénients de la manière suivante :

Tout d'abord, on met, comme toujours, l'animal dans l'eau de mer limpide. On recommande, pour les espèces qui doivent être fixées dans les acides, de les y laisser le temps strictement nécessaire pour les tuer, afin de ne pas laisser dissoudre les corpuscules calcaires cutanés.

Les grands exemplaires d'*Holothuria* et de *Stichopus*, aussitôt qu'ils ont leurs tentacules buccaux en pleine extension, sont saisis avec deux doigts ou avec une petite pince un peu au-dessous des tentacules, et enlevés de l'eau de mer ; on plonge ensuite toute la partie antérieure dans un récipient un peu profond contenant de l'acide acétique concentré. En même temps, une autre personne doit injecter de l'alcool à 90° avec une seringue dont la canule est introduite dans l'ouverture anale de l'animal. On introduit l'alcool sans grande pression, pour ne pas trop faire gonfler le corps ; et aussitôt que l'Holothurie est morte, on l'immerge dans l'alcool à 70° en fermant l'ouverture anale avec un petit bouchon de liège pour empêcher la sortie du liquide et le dégonflement du corps. L'injection doit être répétée à tout renouvellement successif de l'alcool.

Pour quelques espèces, par exemple, *Holothuria Poli*, les opérations doivent être faites avec la plus grande précaution, parce que la peau se détache facilement.

Holothuria impatiens, qui a le corps délié et allongé, doit être serrée par le cou pour empêcher la contraction des tentacules, et par l'extrémité postérieure, pour empêcher la contraction du corps, et de cette manière tout l'animal est plongé dans l'acide acétique concentré. Quand il est mort, on transporte rapidement dans l'alcool sans qu'il soit besoin d'injecter.

Thyone, *Thyonidium*, *Phyllophorus*. On saisit sans grande force par le cou et on immerge tout le corps dans l'acide acétique, et aussitôt après on transporte dans l'alcool faible. Si les individus

sont très petits, la pression sur le cou se fait par le moyen d'une pince et non avec les doigts.

Cucumaria Planci se prépare comme les grandes Holothuries, seulement l'injection d'alcool se fait par la bouche, dans le but de laisser les tentacules gonflés, et il n'est pas nécessaire de fermer avec un bouchon. Les autres espèces de *Cucumaria* sont tuées de la même manière; les petites ne nécessitent pas d'injection.

Les grandes *Synapta*, dont la préparation est très difficile à cause de leur tendance à se couper, se fixent par immersion dans un tube avec de l'eau de mer et de l'éther en parties égales: elles y meurent complètement étendues; on lave bientôt après dans l'eau douce, et, passant dans l'alcool, on aura soin d'opérer graduellement pour ne pas causer de contraction. A l'éther on peut substituer le chloroforme.

Le durcissement peut encore se faire en mêlant à l'eau douce, au moment où on lave, 2 à 3 cm. cubes d'acide chromique à 1 %, et au bout de quelques secondes, on passe dans l'alcool faible.

Par cette méthode, j'ai fixé *Molpadia musculus*, qui est rare, et la petite *Chirodota venusta*.

Auricularia se tue bien par le mélange de sulfate de cuivre et de sublimé, ou de sublimé seul.

ENTEROPNEUSTA.

Le *Balanglossus* se fixe bien par le liquide de KLEINENBERG ou par l'acide chromique à 1/2 %. En l'anesthésiant par l'eau de mer alcoolisée, on obtient des exemplaires bien étendus et droits.

La *Tornaria* se tue par le mélange de sulfate de cuivre et de sublimé, et peut être bien fixée aussi par le sublimé concentré ou par le mélange chromo osmique.

VERMES.

Les Cestodes sont fixés par le sublimé concentré froid; les Trématodes par le sublimé concentré chaud. Si l'on veut en avoir des préparations éclaircies pour les monter pour le microscope, on

doit mettre l'animal entre les deux lames de verre qu'on comprime en les fixant ensemble, ou bien en le mettant dans un cristallisoir sous un léger poids. Quand les animaux seront suffisamment comprimés par les verres mis sur le fond du cristallisoir avec un peu d'eau de mer, on tue en versant dessus du sublimé concentré bouillant, et en les y laissant, jusqu'à ce qu'ils ne donnent plus signe de contraction. Puis, en enlevant les lamelles, on laisse les vers se fixer par le sublimé concentré froid, parce que le sublimé bouillant, ne pénétrant pas bien entre les deux lames, ne fixe que les parties périphériques.

Par ce procédé, j'ai eu des préparations bien étendues et aplaties de *Tristomum*, *Acanthocotyle*, *Distomum*, *Calicotyle*, et de beaucoup d'autres Distomes et Polystomes.

Rhadocœla et Dendrocœla. — Aussitôt étendus dans un peu d'eau, ils sont tués par le sublimé concentré bouillant, et immédiatement versés dans un récipient plus grand contenant de l'eau douce pour refroidir le liquide et les animaux. De ce mélange on transporte dans l'eau douce, et quelques minutes après dans l'alcool. Pour quelques Polyclades (*Eurylepta*, *Pseudoceros*), il est nécessaire que le sublimé soit peu échauffé, sans quoi le corps se dissocie.

Les larves de MUELLER se tuent aussi bien par le sublimé froid ou bouillant.

Nemertini. — J'ai rencontré de grandes difficultés pour la préparation de ces vers qui, dès qu'ils se trouvent dans de mauvaises conditions ambiantes, se contractent beaucoup en rejetant furieusement leur trompe, et en se réduisant souvent en morceaux. Parfois j'ai réussi à anesthésier diverses espèces en ajoutant petit à petit à l'eau de mer de l'alcool qui, en se mélangeant à l'eau, agissait lentement et tuait les animaux; cette opération réclamait beaucoup d'attention, et souvent même, après que les vers ne donnaient pas signe de vie, en les transportant dans le liquide fixateur, ils se contractaient et se déformaient.

Pour les grands exemplaires de *Cerebratulus marginatus* que je ne réussissais pas à tuer entiers par la méthode précédente, j'immergeais rapidement dans un mélange de liquide de MUELLER (7 par-

ties) et d'acide chlorhydrique concentré (1 partie); je laissais quelques minutes, et quoique les animaux, à peine dans le liquide, aient chassé leur trompe à l'extérieur, ils ne se coupaient pas en morceaux.

Finalement, après des expériences réitérées, j'ai réussi en juin 1884, à anesthésier les Némertiens dans une solution d'hydrate de chloral dans l'eau de mer à 1 ‰ (1), où ils doivent rester de 6 à 12 heures; après quoi je durcis dans l'alcool dans une petite caisse de zinc allongée, à fond de cire. Les animaux anesthésiés pendant un temps insuffisant, portés de nouveau dans l'eau de mer, ne tardent pas à reprendre leurs mouvements et reviennent en pleine vitalité.

Par cette méthode, j'ai pu obtenir de bonnes préparations des genres *Carinella*, *Cerebratulus*, *Drepanophorus*, *Nemertes*, *Polia*, etc., en parfait état d'extension et avec la trompe en place; pour les genres plus résistants (*Langia*, *Amphiparus*, et aussi *Drepanophorus*), après l'anesthésie dans la solution au 1000^e, il sera bon de passer pendant quelques heures dans la solution au 2/1000^e avant de tuer.

La forme larvaire *Pilidium* se tue ou avec le mélange de sulfate de cuivre ou de sublimé, ou avec le sublimé concentré.

Les Nématodes libres et parasites sont toujours tués par le sublimé concentré ou le liquide de KLEINENBERG.

Chaetognatha. — On fixe très bien par le mélange de sulfate de cuivre et de sublimé, et par le mélange chromo osmique.

Gephyrea. — Les *Sipunculus* sont tués par l'acide chromique à 1/2 ‰ ou encore plus faible; la plus grande partie d'entre eux y meurent avec la trompe étalée; anesthésiés par l'hydrate de chloral

(1) Quelque temps après, le Dr A. FÖETTINGER, dans une note (Renseignements techniques dans *Arch. de Biol.*, t. 6, 1885, p. 115), où il parle de l'usage de l'hydrate de chloral pour l'anesthésie de quelques animaux marins, conseillait de faire tomber les cristaux au fond du verre où ils sont contenus. Mais, comme le font justement observer LEE et HENNEGUY dans leur « Traité des méthodes techniques de l'anatomie microscopique », cette méthode appliquée aux Némertiens ne donne pas de bons résultats, parce que l'animal chasse sa trompe au dehors.

à 1/1000° dans l'eau de mer, ils meurent parfois étendus ; mais il arrive souvent avec les deux méthodes, ou bien qu'une partie des animaux reste contractée, ou bien que chez quelques-uns, pendant l'agonie, la peau se rompt à la partie antérieure du corps avec sortie de tout le liquide périviscéral, de sorte que le corps se déforme en partie.

Les *Phascolosoma* réussissent bien dans l'eau de mer alcoolisée, en laissant jusqu'à la mort (3 à 6 heures).

Phoronis doit être laissée 2 heures dans l'eau de mer alcoolisée, après quoi l'on tue par le sublimé concentré bouillant.

Pour tuer les grandes *Bonellia*, on attend qu'elles aient bien étendu leur trompe, et alors on maintient le corps de l'animal d'une main, et avec une pince on saisit l'extrémité de la trompe pour la tenir étendue, et rapidement on plonge dans une cuvette allongée à fond de cire contenant le liquide de KLEINENBERG ; et, en tenant l'animal toujours étendu, pour empêcher la contraction, on attend qu'il soit mort. Alors on laisse encore pendant une heure dans le liquide avant de passer dans l'alcool. Les petites *Bonellies* sont anesthésiées par l'eau de mer alcoolisée, et fixées dans l'alcool faible. Les mâles pygmées de ces Géphyriens se fixent très bien par le sublimé chaud.

Les larves pélagiques d'*Echiurus* se fixent bien en les laissant quelques minutes dans le mélange de sulfate de cuivre et de sublimé.

Hirudinei. — Les *Pontobdella* et les *Branchellion* se tuent dans l'alcool chromique à 1/2 ‰. Le sublimé concentré chaud m'a donné de bons résultats dans la préparation d'un nouveau genre qui sera décrit sous peu par APATHY sous le nom de *Pseudobranchellion*, et qui a été trouvé sur *Thalassochelys corticata*. Une méthode usitée par APATHY pour fixer les Hirudinées consiste à les étendre dans le liquide fixateur dans une cuvette à fond de cire par le moyen de deux épingles enfoncées aux extrémités du corps.

Chaetopoda. — Plusieurs d'entre eux, après être immergés dans un liquide fixateur trop énergique, se contractent énormément, se contournent, et souvent se coupent, et donnent ainsi une idée tout à fait fautive de leur forme naturelle. J'ai remédié tout d'abord à cet inconvénient en versant peu à peu sur la surface de

l'eau de mer contenue dans un cristalliseur, une couche d'un mélange ainsi formé : glycérine, 1 partie; alcool à 70°, 2 parties, et eau de mer, 2 parties. Graduellement cette couche se mêle à l'eau de mer, et les animaux, au bout de quelques heures, étaient anesthésiés, au point de se laisser étendre dans l'alcool plus fort, où ils restaient parfaitement droits et la plupart du temps avec la trompe étendue.

L'expérience m'a démontré que l'alcool suffit à lui seul pour atteindre ce but; par suite, au lieu du mélange précédent, je me borne à mélanger à l'eau de mer 5 % d'alcool absolu, et j'y immerge les formes à tuer, en les y laissant jusqu'au moment où elles perdent tout mouvement, ce qui arrive au bout d'un temps qui varie, pour les diverses espèces, de 2 à 12 heures. Il est bon que les animaux ne meurent pas complètement dans l'eau de mer. Le durcissement se fait dans l'alcool à 70°, dans les cuvettes allongées, à fond de cire, en redressant, quand il est nécessaire, à l'aide d'épingles; on laisse dans les cuvettes pendant 2 heures, après quoi l'on met en tube, en faisant rester dans la position horizontale pendant 1 ou 2 jours; puis, comme l'alcool à 70° ne pénètre pas bien à l'intérieur de l'animal, pour empêcher la macération, il est nécessaire de conserver définitivement dans l'alcool à 90°. Pour les espèces plus grandes, il est utile de suspendre dans le tube avec un fil à un petit flotteur.

Par la méthode précédente, on prépare bien les Annélides appartenant aux familles suivantes : Polygordiidae, Opheliidae, Capitellidae, Telethysidae, Maldanidae, Ariciidae, Cirratulidae, Spionidae, Terebellidae (à l'exception des genres *Polymnia* et *Lanice*, qui sont tués par le mélange de sublimé et d'acide chromique); — des Aphroditidae, quelques Polynoïnae et tous les Sigalioninae; les Amphinomidae qui peuvent aussi être bien fixés par le sublimé concentré; des Eunicidae, les Staurocephalinae, les Lysaretinae et les Lumbriconereinae. De même, les Nereidae, Glyceridae, Syllidae, Hesionidae et Phyllodocidae.

De plus, dans la famille des Chloremidae, les genres *Stylarioides* et *Trophonia* sont anesthésiés par l'eau de mer alcoolisée; *Siphonostomum diplochaitos*, de la même famille, se tue dans une solution d'hydrate de chloral à 5 %, en durcissant ensuite par l'acide chromique à 1 %. Cet animal, traité avec les liquides ordinaires, se coupe avec la plus grande facilité.

Les *Hermionidæ* s'immergent directement dans l'alcool à 70°, en ayant soin de les empêcher de mourir courbés.

Les *Chætopteridæ*, *Sternaspidæ*, les grands *Spirographis* et les grands *Serpulinæ* du genre *Protula* (ces deux derniers doivent être tirés d'abord avec le plus grand soin de leur tube), se tuent dans l'acide chromique à 1 %, en laissant au moins une demi-heure ; après avoir bien lavé, on passe dans l'alcool à 70°, puis dans l'alcool à 90°.

Avec le sublimé concentré froid, en faisant rester 15 minutes au plus, on tue les Annélides suivantes : Tous les *Amphictenidæ*, les *Hermellidæ*, les *Serpulidæ*, quelques-unes d'entre elles doivent être laissées d'abord quelques heures dans une solution d'hydrate de chloral à 1/1000° ; puis on les fait sortir en partie ou entièrement de leur tube ; des *Aphroditidæ*, quelques *Polynoïnaæ*, *Polyodontes maxillosus* ; des *Eunicidæ* ; toutes celles du groupe des *Eunicinaæ*. Quelques-unes de celles-ci, comme la *Diopatra*, se fixent bien par anesthésie dans l'eau de mer alcoolisée.

Les *Alciopidæ* se préparent très bien en les tuant par le mélange de sulfate de cuivre et de sublimé, en laissant au maximum 5 minutes ; on aura soin de bien laver dans l'eau douce avant de passer dans l'alcool.

Les *Tomopteridæ* se conservent par la méthode précédente, ou par le sublimé concentré froid.

CRUSTACEA.

Les *Cladocères* marins (*Podon*, *Evadne*) sont tués par le sublimé concentré, ou par quelques gouttes d'acide osmique à 1 % dans l'eau de mer où ils se trouvent, jusqu'à ce qu'ils deviennent légèrement bruns.

Les *Ostracodes* sont mis directement dans l'alcool à 70°.

Copepoda. — Les Copépodes libres sont tués dans une solution de sublimé concentré dans l'eau de mer, et on y laisse de 5 à 10 minutes ; les parasites sont tués, ou dans le sublimé concentré comme les libres, ou directement dans l'alcool faible.

Cirripedia. — Pour préparer *Lepas*, *Conchoderma*, etc., avec les cirrhes étendus, on tue dans l'alcool à 35°, et si quelques espèces se contractent, il est facile de les tirer au dehors avec une petite pince.

Les *Balanus*, etc., s'immergent directement dans l'alcool à 70°, en ayant soin de bien changer le liquide.

Les *Rhizocéphales* (*Sacculina*, *Pellogaster*, etc.), sont laissés pendant 15 minutes dans un mélange d'alcool à 90° et de sublimé concentré à parties égales, après quoi l'on passe dans l'alcool à 70°.

Amphipoda. — Tous les Lémodipodes, Crevettines et Hyperines, se préparent directement dans l'alcool à 70°. Les formes transparentes de la dernière division (*Phronima*, etc.) dans le sublimé concentré.

Isopoda. — Dans l'alcool à 70° directement, à l'exception des Bopyridæ et des Entoniscidæ, qu'on met dans le mélange d'alcool à 90° et de sublimé concentré à parties égales, comme les Rhizocéphales, ou bien dans le sublimé concentré.

Cumacea, Stomatopoda. — Dans l'alcool directement. Les larves transparentes des Stomatopodes dans le sublimé concentré pendant quelques minutes.

Schizopoda. — Dans l'alcool directement ou dans le sublimé concentré.

Decapoda. — Pour éviter que les appendices ne se détachent, faire mourir dans l'eau douce avant de transporter dans l'alcool, et laisser seulement le temps nécessaire, sans quoi les appendices membraniformes se gonfleraient. Pour les Pagurides, avoir soin de bien changer l'alcool et de conserver définitivement dans l'alcool à 90°, car l'abdomen est revêtu d'un tégument peu perméable.

Les larves des Décapodes (*Zoe*, *Phyllosoma*, etc.), se fixent ou dans le sublimé concentré, ou avec quelques gouttes d'acide osmique à 1 % dans l'eau de mer où elles se trouvent.

PANTOPODA.

On tue dans l'acide chromique à 1/2 % pour que les pattes restent étendues. Comme ces animaux sont toujours couverts de corps étrangers, il est nécessaire de les laisser vivre pendant quelques jours dans des verres avec de l'eau de mer fraîche pour qu'ils s'en dépouillent.

MOLLUSCA.

Pour préparer les **Lamellibranches** avec les valves ouvertes, on narcotise dans l'eau de mer alcoolisée, et on laisse de 6 à 12 heures ou plus encore, suivant les diverses espèces. Les Siphonés ne doivent être transportés dans l'alcool qu'après avoir été bien anesthésiés, autrement les siphons se contractent. Pour plus de précaution, il sera bon de mettre de petits morceaux de bois entre les deux valves pour en empêcher le rapprochement.

La *Lima*, qui a, au bord du manteau, une quantité de tentacules qui tombent par la méthode de l'eau alcoolisée, sera tuée par l'acide chromique à 1/4 %.

Scaphopoda.— *Dentalium* s'anesthésie par l'hydrate de chloral à 2/1000^e, en y laissant l'animal de 12 à 24 heures ou plus, et en passant ensuite dans l'alcool à 70°.

Gastropoda Prosobranchia. — Les Placophores et les familles de Patellidae, Fissurellidae, Haliotidae, se préparent étendus avec l'eau de mer alcoolisée.

Pour éviter que les Prosobranches à coquille spirale, qui s'étendent dans l'eau de mer alcoolisée, ne se retirent de nouveau quand on passe dans l'alcool à 70°, il est bon, quand ils sont en partie anesthésiés dans l'eau de mer alcoolisée, de les maintenir au plus grand état d'extension possible, en liant le bord même de l'opercule à la coquille.

Natica Josephinia peut être fixée à l'état d'extension complète par l'addition graduelle à l'eau de mer de l'alcool à 70°, jusqu'à ce

que l'animal ne réagisse plus aux stimulants, ce qui arrive au plus tard, au bout de 2 à 3 jours. Puis l'on tue en versant rapidement de l'acide acétique concentré, et en transportant rapidement dans l'alcool faible. Si l'on veut être sûr d'obtenir au moins quelques individus bien préparés, il est nécessaire d'essayer avec plusieurs exemplaires, parce que quelques-uns restent toujours plus ou moins contractés.

Natica millepunctata et *hebreæ*, préparées par cette méthode, restent parfaitement contractées; au contraire j'ai obtenu de bons résultats, en laissant ces animaux pendant quelques jours dans le mélange d'eau de mer et d'eau douce en parties égales, et en les fixant ensuite par l'acide acétique. Par le même mélange j'ai préparé à l'état d'extension diverses espèces de *Nassa*, *Columbella*, *Conus*, *Trochus*.

Heteropoda. — Les Atlantidae s'anesthésient par l'eau alcoolisée, en y restant de 6 à 12 heures; de là on met directement dans l'alcool.

Pterotracheidæ : On tue par immersion dans le mélange chromo acétique N° 1 pendant 10 à 30 minutes, suivant la grandeur. On lave ensuite dans l'eau douce et on passe graduellement dans les divers alcools. Ces animaux se préparent bien aussi par le mélange chromo osmique, et les petits exemplaires de *Carinaria* réussissent très bien par le mélange de sulfate de cuivre et de sublimé. Les grandes espèces sont suspendues dans le récipient définitif, par un fil lié à l'extrémité de la trompe.

Opisthobranchia. — Les Bullidæ s'anesthésient lentement dans le mélange d'eau douce et d'eau de mer en parties égales, en laissant jusqu'à ce qu'ils ne réagissent plus à l'excitation; on tue finalement dans l'acide acétique concentré et on transporte immédiatement après dans l'alcool.

Gastropteron Meckelii se fixe bien dans le liquide de KLEINENBERG en conservant assez bien sa couleur naturelle rouge, qui disparaît dans les liquides ordinaires.

Doridium et *Scaphander* : On anesthésie dans l'eau de mer alcoolisée, on tue dans l'acide acétique concentré et on transporte aussitôt après dans l'alcool.

Philine : On laisse dans un peu d'eau de mer, et, quand l'animal est bien étendu, on tue en versant dessus brusquement de l'acide acétique concentré ou de l'acide pyroligneux concentré.

Pleurophyllidia : On anesthésie par l'eau de mer alcoolisée, et ensuite on tue à l'acide acétique concentré.

Aplysia limacina et *punctata* : On fixe dans l'acide chromique à 1 %, et on laisse de 15 à 60 minutes, suivant la grandeur. *Aplysia depilans* est laissé pendant 12 heures dans l'hydrate de chloral à 1/1000^e et ensuite fixé comme les espèces précédentes.

Pleurobranchia Meckelii : On prépare par l'acide chromique à 1 % en laissant environ une heure.

Pleurobranchus Meckelii et *testudinarius* : On tue dans l'acide chromique à 5 % et aussitôt après la mort on transporte dans l'acide chromique à 1 %. On y laisse de 15 à 60 minutes, suivant la grandeur. Les petits exemplaires peuvent aussi être bien préparés par l'hydrate de chloral à 1/1000^e et fixés ensuite par l'acide chromique à 1/100^e.

Umbrella : On tue lentement dans l'eau de mer alcoolisée et on passe ensuite dans l'alcool faible.

Elysüdae et *Aolidüdae* : On laisse étendu dans un peu d'eau et ensuite on tue en versant dessus rapidement de l'acide acétique concentré, ou à même volume ou à volume double de celui de l'eau. On fait ensuite passer l'animal, à peine mort, dans l'alcool faible.

Phyllirhoe bucephalum : On fixe dans le mélange chromo osmique pendant quelques minutes, ou dans le mélange chromo acétique N^o 1.

Doris, *Chromodoris*, etc... : On anesthésie les formes les plus grosses de ces animaux, en ajoutant peu à peu à l'eau de l'alcool à 70°, et quand, en touchant les appendices branchiaux du dos, ils ne se contractent pas, alors il est temps de les tuer avec de l'acide acétique concentré ou avec du sublimé concentré bouillant. Pour les petites formes il suffit souvent de tuer rapidement.

Triopa, *Idalia* et *Polycera* : On les fixe bien avec l'acide acétique concentré comme les Elysüidés.

Tritonia : On immerge les grands exemplaires dans l'eau douce, en y joignant quelques gouttes d'acide acétique, jusqu'à ce qu'ils meurent; puis on les fait durcir dans l'acide chromique à 1/2 %. Avec cette méthode, ils restent bien étendus, et la forme ne subit

aucune altération. On anesthésie la *Marionia* dans l'eau de mer alcoolisée, et on la tue par l'acide acétique.

Tethys : Pour la préparer avec les appendices dorsaux en place, on la laisse bien s'étendre dans un récipient bas et large, avec une quantité d'eau aussi petite que possible, mais suffisante pour couvrir l'animal; puis on le tue, en versant dessus de l'acide acétique concentré en quantité au moins égale à celle de l'eau de mer, et peu après l'animal meurt en état de légère contraction. Alors, par le moyen d'un siphon, on enlève le liquide et on lui substitue de l'acide chromique à 1 %; puis, avec prudence, on cherche à donner à l'animal sa forme primitive, en étirant le pied que l'on fait poser sur le fond lisse du récipient, et les lobes céphaliques qui restent facilement. De cette façon il se durcit; et, une demi-heure après, on substitue avec un siphon à l'acide chromique de l'alcool faible. Il est nécessaire que l'animal soit suspendu dans le récipient définitif.

Pteropoda. — On dispose les Hyaleidæ dans un peu d'eau; quand l'animal a bien étendu ses deux ailes, on verse dessus du sublimé concentré; et, 2 minutes après, on lave. Quant à *Creseis acicula*, on la prépare bien avec de l'eau de mer alcoolisée. On fixe fort bien les Cymbulidæ dans le liquide de PERENYI (1), en les y laissant 15 minutes, puis en les passant à l'alcool à 50°; si on les prépare avec le mélange chromo osmique, leur forme se fixe parfaitement, mais ils perdent en partie leur transparence.

On laisse les Gymnosomes dans l'hydrate de chloral à 1/1000^e, de 6 à 12 heures, puis on les tue rapidement par l'acide acétique ou le sublimé. Souvent j'ai obtenu de bonnes préparations de *Clipsis* en la tuant dans l'acide chromique à 1/4 %.

Cephalopoda. — Les préparations réussissent très bien quand les animaux sont plongés vivants dans les liquides; ceux qui sont déjà morts depuis quelque temps et qui sont restés à sec, doivent être laissés une petite heure dans l'eau de mer, où ils reprennent

(1) 4 volumes d'acide nitrique à 10 %,
3 " " chromique à 1/2 %,
3 " " d'alcool à 90°.

un peu leur forme ; et ensuite il sera bon de fixer dans l'acide chromique à 1 %, en laissant de 15 à 60 minutes, suivant la grandeur.

Les petits Octopodes doivent être anesthésiés dans l'hydrate de chloral à 2/1000^e, et ensuite immergés directement dans l'alcool où parfois ils se contractent en cachant leur corps entre leurs bras, mais après qu'ils sont morts il est facile de leur rendre la forme naturelle.

Pour les animaux plus gros (de 15 cent. de long et plus), on fixe dans l'acide chromique à 1% en laissant une demi-heure, et s'ils sont plus grands, plus de 2 heures. Ensuite on lave dans l'eau douce et après on passe dans l'alcool à 70°, qu'on aura soin de renouveler plusieurs fois.

Ocythoe catenulata (*Philonixis*), femelle, quelle que soit sa grandeur, peut être immergée directement dans l'alcool à 70°, en étendant les bras. *Scaevurgus tetracirrhus* (*Octopus*) est tué dans le mélange d'alcool et d'acide chromique, et au bout de 20 minutes transporté dans l'alcool.

Les Décapodes peuvent être fixés directement dans l'alcool à 70° ; il faut avoir soin, aussitôt qu'ils sont morts, de tirer les deux bras tentaculaires qui se contractent généralement. Pour les petites espèces il sera bon d'anesthésier d'abord dans l'hydrate de chloral à 2/1000^e, et ensuite dans l'eau de mer alcoolisée, et ensuite d'immerger directement dans l'alcool.

Pour mieux faire pénétrer l'alcool dans les viscères des très grands exemplaires, on fait une petite fente dans la partie ventrale du corps.

Pour les formes pélagiques transparentes (*Loligopsis*, *Verania*), on immerge directement dans le liquide de KLEINENBERG et au bout d'une heure on transporte dans l'alcool faible. Les œufs, qui forment des grappes ou de petits groupes et qui sont munis chacun d'une enveloppe propre, sont fixés dans l'acide chromique à 1/2 %, et au bout d'une heure sont plongés dans l'alcool faible qu'on porte graduellement à 70°. Ceux qui sont contenus dans une substance gélatineuse commune, après la fixation par l'acide chromique à 1/2 %, sont portés dans l'alcool à 50°, où ils resteront définitivement.

BRYOZOA.

Les genres *Pedicellina* et *Loxosoma* sont laissés pendant une heure dans l'hydrate de chloral à 1/1000^e, tués ensuite par le sublimé concentré froid ou chaud, et lavés immédiatement après.

Quelques espèces de *Bugula* (*purpureotincta*, *turbinata*), après avoir été bien étendues dans un peu d'eau de mer, sont tuées rapidement par le sublimé chaud.

En ajoutant lentement de l'alcool à 70° à la surface de l'eau, j'ai pu obtenir à l'état d'extension complète *Flustra*, *Cellepora*, *Crisia*, *Bugula* et *Zoobotrium*; les autres espèces peuvent être tuées avec les animaux plus ou moins sortis de leurs loges dans des solutions faibles d'hydrate de chloral, ou bien dans l'eau de mer alcoolisée; mais généralement la bonne réussite dépend de l'habileté du préparateur.

BRACHIOPODA.

On anesthésie en laissant dans l'eau de mer alcoolisée quelques heures, et avant de transporter dans l'alcool, on place entre les valves un petit morceau de bois pour éviter qu'elles ne se referment. Les petits exemplaires sont plongés directement dans l'alcool à 70°.

TUNICATA.

Appendicularia. — On fixe en laissant pendant 5 minutes dans le mélange chromo osmique.

Ascidiaë simplices. — Pour fixer *Clavellina* et *Perophora* de manière que les orifices restent ouverts, on laisse d'abord bien étendre dans l'eau de mer courante, puis on immerge dans la solution d'hydrate de chloral à 1/1000^e, où on laisse de 6 à 12 heures; puis on tue avec le mélange chromo acétique N° 2 et immédiatement après on transporte dans l'acide chromique à 1 % dont on fait

aussi une injection dans l'ouverture buccale de chacun des individus. Après une demi-heure on passe dans l'alcool à 35°, en répétant l'injection avec ce liquide, puis seulement dans l'alcool à 70°.

Ascidia (Phallusia). On laisse de 3 à 6 heures dans l'hydrate de chloral à 1/1000°, et ensuite on durcit dans l'acide chromique à 1 % en laissant une demi-heure.

Ciona intestinalis. On tue lentement, en faisant tomber dans l'eau de mer où les animaux sont étendus, quelques gouttes du mélange chromo acétique N° 2; quand l'animal est mort, ce qui arrive au bout d'environ une demi-heure (1), on le saisit par l'orifice antérieur, pour éviter qu'il ne se vide de l'eau qu'il contient, et l'on transporte dans l'acide chromique à 1 %, qu'on injecte avec une pipette dans l'intérieur de l'animal; et de la même manière on portera ensuite dans l'alcool faible.

Il y a quelques Ascidiées (*Ascidia* et *Rhopalea*) qu'on peut tuer avec les orifices ouverts de la manière suivante : on les met dans un baquet plutôt haut, rempli d'eau de mer, de façon que sa surface soit à environ 4 ou 5 centimètres au-dessus de l'animal, et on y verse lentement des gouttes d'acide chromique à 1 %, de façon à former une légère couche à la surface de l'eau; peu à peu l'acide chromique se répand dans toute l'eau, et tue les animaux dans un temps qui varie de 12 à 14 heures. Avant de faire durcir l'Ascidie dans l'acide chromique à 1 %, il faut bien s'assurer qu'elle est morte, ou, si elle ne l'est pas, on ajoute de nouveau une petite quantité d'acide chromique.

Molgula, *Polycarpa*, *Rhopalea* et *Chevroleius (Rhodosoma)*. Il est nécessaire de les laisser 12 heures dans l'hydrate de chloral à 1/1000°; puis on les tue par le mélange chromo acétique N° 2, et aussitôt après on les fait durcir par l'acide chromique à 1 %, en peu de temps.

Cynthia et *Styela*. On les anesthésie dans l'hydrate de chloral à 2/1000° en 24 heures; puis on les traite comme l'espèce précédente. Souvent *Cynthia papillosa*, plongée dans l'hydrate de chloral à 2/1000° se contracte fortement; on fera bien alors de la remettre

(1) Le Dr A. GARBINI, dans son « Manuel de Microscopie », à la page 372 dit que, pour tuer une Ascidie par cette méthode (vue par lui à la station zoologique), il faut 4 à 5 jours !

dans l'eau de mer courante et de reprendre la préparation avec de l'hydrate de chloral à 1/1000^e.

Ascidiae compositae. — Les formes gélatineuses, par exemple les Botryllidæ, *Polycyclus*, *Circinalium* et *Fragarium* doivent être laissées 2 heures dans l'hydrate de chloral à 1/1000^e; on les tue en versant sur la colonie du sublimé concentré chaud; puis on les passe immédiatement dans l'acide chromique à 1/2 %, où elles restent une demi-heure.

Pour *Distaplia*, aussitôt qu'elle est anesthésiée par le chloral, on la tue par le mélange chromo acétique N°2, puis on la transporte directement dans l'alcool faible.

Diazona violacea doit rester 12 heures dans l'hydrate de chloral à 2/1000^e; puis on la tue et on la durcit par les mêmes procédés que les Botrylles, avec cette différence qu'on doit injecter le liquide avec une pipette pour chaque animal.

On passe directement *Leptoclinum* et les autres formes d'une certaine consistance, du chloral dans l'alcool.

Pyrosoma. On le plonge, suspendu à un fil, dans l'alcool chlorhydrique contenu dans un récipient cylindrique. Un quart d'heure après, on le transporte dans l'alcool à 60°, et successivement, dans des alcools plus forts. Il arrive souvent que, au début, dans la colonie se forment une quantité de bulles d'air qui se dégagent quelque temps après que l'animal est définitivement conservé.

Salpidæ. — Ils comprennent des animaux de consistance très variée, tantôt muqueuse, tantôt cartilagineuse. Certaines espèces, qui, étant jeunes, sont consistantes, deviennent, quand elles sont adultes, flasques et d'une préparation difficile.

Souvent les Salpes, quand elles sont plongées dans le liquide fixateur, se contractent extrêmement, en fermant leurs orifices et en restant dans cette position. On l'évite, en introduisant un bâtonnet de verre par un des orifices; ce qui fait que, par l'entrée du liquide, l'animal reprend sa forme naturelle.

a). Les espèces à corps dur (*Salpa bicaudata* solitaire jeune, *S. Tilesii* en chaîne ou solitaire, *S. zonaria* en chaîne ou solitaire) s'immergent dans un mélange d'eau douce (100^{cc.}) et d'acide acétique

concentré (10⁰⁰), où on les laisse pendant 15 minutes. Puis on les lave dans l'eau douce pendant 10 minutes; on les passe ensuite graduellement dans l'alcool, où il est nécessaire de suspendre les plus grosses espèces par une épingle courbe liée à un fil et fabriquée d'après l'épaisseur de la masse gélatineuse qui entoure le noyau intestinal. De cette manière les animaux restent assez transparents, et les cristaux de sel marin qui se forment dans leurs tissus sont en bien moindre quantité qu'avec les autres liquides.

b). Les formes semi-dures (forme en chaîne jeune et forme solitaire de *Salpa maxima* et *pinnata*, forme en chaîne jeune de *S. bicaudata*, les deux formes adultes de *S. fusiformis* et *democratica-mucronata*) se fixent par le mélange chromo acétique N° 1 en 10 minutes; puis on les passe directement dans l'alcool faible.

c). Les formes molles (grands exemplaires en chaîne de *S. bicaudata* et *punctata*, les deux formes de *S. maxima* et de *S. pinnata* et *virgola*) s'immergent dans le mélange chromo osmique de 15 à 60 minutes, suivant leur grandeur; puis on les lave dans l'eau douce, et on les passe dans l'alcool faible.

Les exemplaires très grands de *S. maxima*, mis dans l'alcool faible, se fractionnent par l'effet de leur propre poids; on peut obvier à cet inconvénient, en injectant dans la cavité de l'animal quelques bulles d'air, ou en faisant entrer dans cette cavité un fin tube de verre fermé aux deux extrémités et contenant de l'air. Ce qui se fait quand l'animal n'est pas parfaitement durci.

Le professeur TODARO, pour conserver les Salpes en vue d'études histologiques, les plonge directement dans le liquide de KLEINENBERG, où elles restent 2 heures, puis les transporte dans l'alcool; de cette manière il est vrai, sauf les espèces dures, elles perdent complètement leur forme.

On peut injecter facilement le système circulatoire des Salpes vivantes au bleu de Prusse soluble, en mettant la pointe d'une seringue ou une fine canule dans le sang, et en opérant avec une très légère pression; après quoi, l'animal peut être traité par la méthode sus-indiquée, et sa coloration demeure parfaite, lorsqu'il passe dans l'alcool.

Doliolidæ. — Ils donnent une belle préparation, quand on les tue par un mélange de sulfate de cuivre et de sublimé; après 2 minutes, on les lave bien à l'eau douce, et graduellement on les transporte dans l'alcool à 70°. On les fixe fort bien par le mélange chromo osmique ou par le sublimé concentré.

POISSONS.

Leur préparation en général ne présente pas de difficultés. On doit, autant que possible, les plonger vivants dans le liquide fixateur; car c'est seulement alors qu'ils conservent bien la forme du corps et les nageoires parfaitement étendues, tandis que ceux qui sont morts depuis quelque temps ou qui sont restés à sec avant même d'avoir perdu beaucoup d'eau, ont les nageoires contractées et desséchées, et, mises dans l'alcool, elles se contractent encore plus.

Amphioxus. Pour le préparer avec les cirrhes buccaux étendus, on le tue dans l'eau de mer alcoolisée à 10%; après la mort, qui arrive ordinairement au bout de quelques minutes, on le transporte dans de l'alcool à 50°, qu'on porte peu à peu à 70°. On atteint le même but avec le liquide de MUELLER (1), mais l'animal reste coloré, et souvent des boursofflures se forment sur les côtés du corps.

Cyclostomi, Selacii et Ganoïdci. On plonge directement les petits exemplaires dans l'alcool à 70°; pour les formes plus grosses, dans l'intestin desquelles l'alcool pourrait difficilement pénétrer, il est nécessaire de faire au ventre une incision. On peut aussi employer l'injection d'alcool à 90° par l'anus, répétée à intervalles et jusqu'à l'entier renouvellement de l'alcool.

Quelques espèces de consistance molle, comme la Torpille, se fixent mieux si on les laisse une demi-heure dans l'alcool chromique à 1%.

Les embryons de Sélaciens (de 1 à 10 cm. de longueur) se fixent dans le sublimé concentré, où on les laisse de 5 à 15 minutes, en

(1) 2 grammes de bichromate de potasse, 1 gr. de sulfate de soude, 100 gr. d'eau distillée.

ayant soin de les bien laver ensuite à l'alcool iodé. Ainsi préparés, ils sont en excellent état pour les recherches histologiques. On conserve assez bien les embryons de la Torpille avec toute la masse vitelline, en les mettant pendant 15 minutes, dans un mélange d'acide chromique à 1 % et de sublimé concentré en volumes égaux, et en passant ensuite dans l'alcool faible.

Quant aux embryons plus grands (de plus de 10 cm. de longueur), si on veut les conserver pour l'étude histologique, on peut les préparer comme les plus petits; si au contraire on ne tient pas à bien fixer la forme, on les laissera pendant une heure environ dans l'acide chromique à 1 % et on les lavera à l'eau douce avant de les passer à l'alcool.

Si on veut conserver pendant quelques mois de grands Sélaciens, pour en préparer ensuite le squelette ou seulement la peau, on ne devra pas extraire les intestins, mais ouvrir le ventre et plonger l'animal dans une solution de chlorure de sodium à 10 %.

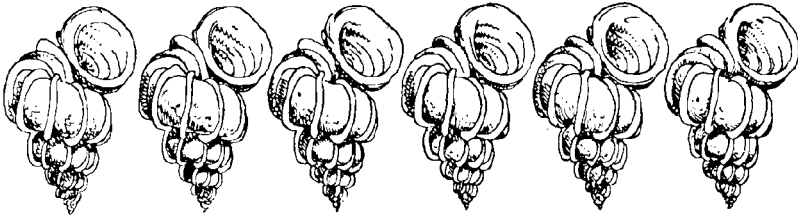
Teleostei. — Ils se préparent comme les Sélaciens; mais, l'alcool y pénétrant encore plus difficilement, il est nécessaire, surtout pour les formes grosses, d'injecter et de renouveler le liquide plus souvent.

Les Téléostéens à peau argentée (*Trachypterus*) se fixent dans le sublimé concentré en quelques minutes; la forme larvaire transparente se fixe ou directement dans l'alcool faible, ou dans le sublimé concentré.

On peut conserver les œufs fécondés transparents pour les démonstrations, en les laissant pendant quelques minutes dans l'alcool chlorhydrique, et en les passant ensuite dans l'alcool pur.

Traduit par FÉLIX BERNARD, aide-naturaliste au Museum.





SUR LES RELATIONS NATURELLES
DES *COCHLIDES* ET DES *ICHTNOPODES*,

PAR LE D^r

H. VON JHERING,

Naturaliste du Musée national du Brésil.

Planches IV - VI.

Celui qui, au siècle prochain, écrira l'histoire de la Malacologie, reconnaîtra sans doute que les progrès rapides faits dans les vingt ou trente dernières années du siècle actuel, ont formé la base de nos connaissances sur les relations naturelles des divers ordres et classes des Mollusques.

Il est vrai qu'en ce moment les opinions sont encore, sur bien des points, assez divergentes. Mais il est très probable que, dans une dizaine d'années, ces divergences n'existeront plus ; car on voit déjà que, sur les questions principales, les idées commencent à se rapprocher. La transition se fait du stade des travaux monographiques, occasionnés par le hasard, à celui des recherches comparatives destinées à élucider les problèmes phylogénétiques.

Un seul obstacle se dresse devant la nouvelle école : c'est l'idée non encore bien déracinée de la *théorie des types*, qui croit pouvoir établir les homologues dans toutes les classes et tous les ordres de Mollusques, et qui croit que des organes identiques sont homologues.

Pour les Mollusques, j'ai reconnu, le premier, l'erreur grave contenue dans ces suppositions, lorsque j'ai démontré que les centres du système nerveux des Gastropodes, pris presque toujours pour homologues, ne le sont pas du tout, car leur origine est complètement différente chez les deux groupes d'animaux que CUVIER avait réunis sous le nom de Gastropodes : ces organes sont donc homoeogénétiques et non homogénétiques (v. JHERING, 26 (1), p. 10).

Ce même fait — que des organes bien pareils se forment par des processus assez différents et que le même processus phylogénétique se répète beaucoup de fois et d'une façon indépendante, chez les différents ordres et classes — se rencontre chez presque tous les autres organes. Les ordres et les classes, aussi bien que les espèces, ont leur développement qui se manifeste dans les rameaux divergents. Et rien ne serait plus inexact que de croire que les genres montrant, dans un ou plusieurs organes, un stade plus inférieur, sont toujours les ancêtres de ceux qui sont plus modifiés ; car le même processus se répète souvent dans diverses familles.

C'est ainsi que l'origine du pénis chez les Cochlides, la transformation des otocystes, la formation du siphon chez les Cochlides comme chez les Acéphales, etc., se sont répétées plus ou moins souvent.

Il y a, par exemple, parmi les Najades de l'Amérique du Sud, un genre *Columba* (= *Leila*) avec des siphons. Il serait très illogique, en identifiant l'organogénie avec la phylogénie, de réunir *Columba* aux autres Siphonés, car c'est un genre de Najades, spécial à l'Amérique du Sud et plus voisin des Anodontes de cette partie du monde que d'aucun autre genre.

D'un autre côté, j'ai prouvé, il y a quelques années, que l'uretère des Hélices n'est pas un caractère général des Néphropneustes et qu'il manque chez quelques Bulimides américains, alors que chez d'autres il est à moitié développé ou complet. BRAUN et BEIHE ont prouvé maintenant que le procédé de formation de l'uretère se répète dans toutes les autres familles des Néphropneustes ou Pulmonés stylommatophores. Réunir les espèces sans uretère, celles avec uretère en formation et celles avec uretère fermé, correspon-

(1) Les chiffres en caractères gras renvoient à l'Index bibliographique, page 249.

drait à classer des livres de sujets différents, d'après le format ou la reliure.

Il était tout naturel que les résultats de mes études fussent combattus ; mais les recherches faites dans ces dix dernières années ont beaucoup contribué à confirmer mes idées sur les relations naturelles des Cochlides et des Acéphales, etc. C'est pourquoi je suis convaincu que l'on reconnaîtra bientôt la justesse de mes critiques des « Pulmonés » et des « Gastropodes ».

Il est tout naturel aussi qu'en reconnaissant le premier les relations naturelles des différentes divisions des Mollusques, j'aie commis certaines erreurs essentielles, et que j'aie modifié certaines de mes idées, à la suite de nombreuses recherches importantes. Mais il est arrivé souvent qu'on a donné à des faits argués contre moi, une signification qu'ils n'ont pas.

On comprendra donc que j'ai le désir de me défendre contre beaucoup de critiques injustes et de corriger des erreurs commises tant par moi que par d'autres zoologistes. Je traiterai successivement dans ce travail :

1° Des Cochlides (p. 151) ;

2° Des Ichnopodes (p. 195) ;

3° De la classification naturelle des Mollusques (p. 236).

Je prie le lecteur d'être indulgent pour la forme littéraire de ce travail et de tenir compte que la langue que j'écris ici n'est pas la mienne.

Je dois faire remarquer aussi que je ne suis pas encore au courant des travaux qui ont déjà paru cette année (1890) en Europe, à cause de la lenteur des communications. Comme j'ai d'ailleurs grand'peine à me tenir ici au courant des progrès réalisés en Malacologie, je prie mes estimés collègues qui étudient la Morphologie et la Phylogénie des Mollusques de vouloir bien m'envoyer leurs travaux.

Rio Grande do Sul (Brésil), 23 Avril 1890.

I.

LES COCHLIDES.

I. — Les Orthoneures.

Ayant étudié avec beaucoup de soin l'important travail de BOUVIER (12) sur le système nerveux des Prosobranches, j'ai à m'en occuper ici. Je ne puis le faire sans exprimer d'abord la satisfaction avec laquelle j'ai lu ce livre, un des plus marquants qui furent publiés depuis longtemps sur les Mollusques. Plus grand encore est le plaisir avec lequel j'ai vu BOUVIER arriver, en général, aux mêmes résultats que ceux que j'avais obtenus moi-même.

Il est remarquable que nous soyons parvenus tous deux aux mêmes conclusions, quant au développement phylogénétique du système nerveux des Cochlides :

BOUVIER a reconnu l'existence de Chiastoneures et d'Orthoneures dans cette classe ; il accepte la position systématique que j'ai donnée aux Hétéropodes en les réunissant avec les Prosobranches dans une classe des Cochlides ; et il considère, comme moi, les Zeugobranches comme les formes primitives et les Sténoglosses comme les plus élevées. C'est ainsi que finalement la phylogénie des Cochlides se présente de la manière que j'avais indiquée le premier.

En effet, en étudiant la morphologie des Cochlides et les faits correspondants de l'évolution paléontologique, j'avais reconnu qu'il n'y a pas d'exemple plus instructif de la descendance des êtres organisés que celui que nous offre cette classe. C'est ce que BOUVIER a prouvé de nouveau, soit en confirmant, soit en rectifiant, ou complétant l'exposition de la phylogénie des Cochlides que j'avais donnée en 1876.

Ce que BOUVIER a rectifié dans mes descriptions se rapporte surtout aux Zygoneures, dont le système nerveux a été étudié très soigneusement par cet auteur, et dont il a exposé l'origine d'une façon peu discutable. Si, de mon côté, j'avais eu, en faisant mes recherches, un matériel aussi riche de Cochlides, je n'aurais certainement pas pris les Zeugobranches pour des Orthoneures.

Il est vrai que, avant BOUVIER, SPENGLER et HALLER avaient déjà déclaré que les Zygoneures sont Chiastoneures ; mais les expositions de ces savants n'étaient pas de nature à me convaincre, car elles étaient incomplètes et renfermaient des inexactitudes qui n'ont pas été adoptées par BOUVIER. Je ne m'occuperai donc pas des points contenus dans les travaux de SPENGLER et HALLER, qui ont été contestés par BOUVIER, puisque, sur ces points, BOUVIER et moi sommes d'accord. Je me restreindrai à discuter les points sur lesquels je suis d'un autre avis que ce savant.

Je dois dire, en effet, comme je l'ai déjà soutenu (33), que l'explication des Zygoneures (dont j'avais fait connaître, bien avant SPENGLER, un des exemples les plus instructifs, dans *Turritella*) peut se faire théoriquement de deux façons : soit par le connectif de la zygoneurie, soit par une anastomose secondaire entre un ganglion branchial et le grand nerf génital. J'avais bien compris la difficulté de l'interprétation, lorsque j'avais découvert la formation de la zygoneurie ou de la « commissure inter-viscérale », comme je l'avais nommée ; mais c'était seulement par une étude comparative très étendue, comme celle de BOUVIER, que la question pouvait être résolue.

J'accepte donc complètement la manière de voir de BOUVIER quant aux Zygoneures. Je confirme aussi sa description du système nerveux de *Ampullaria* : la branche sus-intestinale de la commissure viscérale existe, en effet, chez *A. canaliculata*, mais elle est si grêle qu'il est facile de ne pas l'apercevoir. Elle donne quelques nerfs au péritoine et au tissu conjonctif péri-viscéral. Quant à l'innervation de la branchie, la description de BOUVIER est exacte. Mais je crois que le grand nerf palléal gauche, dont la branchie principale, en suivant le bord du manteau, atteint la partie antérieure de la branchie, donne quelques filets à cette dernière, comme BOUVIER croit aussi l'avoir observé ; il est cependant difficile de préparer ces fins rameaux dans la substance tenace du manteau. C'est d'ailleurs de peu d'importance, puisque BOUVIER a montré que la branchie de *Ampullaria* est celle de gauche, déplacée du côté droit.

Nous savons donc maintenant que tous les Pectinibranches n'ont qu'une branchie qui est la gauche. L'organe que j'avais pris pour une branchie rudimentaire, la « pseudobranchie », comme je l'appelais, est un appareil sensoriel, ainsi que SPENGLER l'a prouvé. La

branchie monopectinée est seulement la moitié appliquée à la face inférieure de la cloison d'une branchie bipectinée, l'autre moitié étant, comme je l'avais indiqué, serrée contre la paroi de la cavité palléale et par suite atrophiée. Il serait nécessaire qu'en étudiant l'embryologie des Cochlides, on fasse attention au développement de la branchie, pour voir si le stade représenté par les Trochidæ s'observe dans l'embryogénie de quelques Tænioglosses.

Il n'y a qu'une seule exception à cette règle que les Monotocardes ne possèdent qu'une branchie monopectinée : c'est *Valvata*. Mais la « branchie » bipectinée de ce genre est peut-être la pseudobranche qui a disparu. Car, au point de vue de l'innervation, cette « branchie », remplaçant fonctionnellement la branchie, peut être aussi bien une branchie qu'une fausse branchie. En outre, son insertion diffère complètement de celle de la branchie des Zeugobranches ou des Anisobranches, tandis qu'elle ressemble à celle de la pseudo-branche de *Ampullaria*, auprès du bord du manteau, pseudo-branche qui est aussi munie de deux rangs d'appendices comme l'organe en question de *Valvata*. L'embryologie pourra probablement mieux débrouiller cette question. Et si, comme le croit GARNAULT (22), une partie du manteau de *Valvata* correspond à la pseudo-branche qui serait ainsi sans limites distinctes, ce serait pour moi une preuve de plus qu'il faut être sévère dans la critique du prétendu organe olfactif de SPENGLER. Car l'existence de quelques cellules sensorielles ou d'un tubercule pigmenté n'est pas encore la preuve de l'existence d'une pseudobranche. Rien, non plus, ne prouve que l'organe de LACAZE-DUTHIERS des *Limnæus*, etc., soit homologue à la pseudobranche, organe dont on voit le développement se faire dans la classe des Cochlides où il est très peu développé chez les formes les plus primitives, et où il n'existait probablement pas chez les formes ancestrales orthoneures, de même qu'il n'existe pas chez les Orthoneures actuels.

Il n'y a, entre le système nerveux des Ichnopodes (*Limnæus*, etc.) et celui des Cochlides, que des analogies vagues, qui ne permettent de tracer des homologues de ce genre, ainsi que je le ferai voir.

C'est encore la théorie des types qui a arrêté le progrès ici, parce que SPENGLER et les partisans de l'unité de la classe des « Gastro-podes » croient que la cavité branchiale des Cochlides est homo-

logue à celle des Ichnopodes et Ptéropodes, erreur fondamentale sur laquelle je reviendrai plus loin (p. 231).

Ainsi que je l'ai déjà déclaré, j'avais commis une erreur en prenant les Zygoneures pour des Orthoneures. Ce qui m'en a surtout convaincu, c'est la circonstance que, chez tous les Chiasstoneures, la branchie reçoit ses nerfs du ganglion supra-intestinal, c'est-à-dire qu'elle est innervée par le système nerveux du côté opposé, tandis que chez les véritables Orthoneures, comme BOUVIER l'a prouvé, la branchie est innervée par le ganglion palléal de son côté : c'est là une différence très importante et fondamentale.

BOUVIER affirme que, malgré tous ses efforts, il n'a pu découvrir aucun vestige de chiasstoneurie chez les Orthoneures. Il ne s'explique qu'avec beaucoup de réserve sur les relations entre ces derniers et les Chiasstoneures ; mais il croit que j'ai eu tort d'éloigner les Orthoneures des autres Rhipidoglosses.

Cette opinion de BOUVIER n'est pas logique. Pour croire que les Orthoneures dérivent des Chiasstoneures, il faudrait les considérer comme des formes très modifiées, à zygoneurie double et concentration extrême et absolue de tous les centres de la commissure viscérale croisée. Or, il n'y a aucun argument que l'on puisse faire valoir en faveur de cette idée ; il y en a au contraire beaucoup qui la réfutent.

Par leurs ganglions cérébraux, la saillie et la commissure labiale, les cordons pédieux, etc., les *Neritidæ*, etc. (ou les Orthoneures) se rattachent, en effet, aux Rhipidoglosses, de même que par le cœur, l'appareil génital et les autres systèmes d'organes. Il est donc impossible de croire que les Orthoneures représentent l'extrême de la zygoneurie double.

Si BOUVIER, conduit probablement par les mêmes considérations, croit que les Orthoneures sont dérivés des *Trochidæ*, il ne peut donner aucune raison à l'appui de cette idée, qui est contestée par le fait que la zygoneurie n'existe pas chez les Rhipidoglosses, mais se manifeste seulement chez les *Tænioglosses*.

Mais en admettant même que les *Neritidæ* aient un système nerveux concentré à zygoneurie double, jamais la partie viscérale n'y pourrait offrir l'aspect qu'il a en réalité. Les Orthoneures ont, en

effet, un système nerveux absolument symétrique, et le ganglion palléal gauche, qui, d'après BOUVIER, devrait contenir le ganglion supra-intestinal, est absolument identique au ganglion correspondant du côté droit. Comme là, le nerf columellaire est situé à l'extrémité médiale du ganglion palléal, montrant ainsi que le ganglion palléal gauche est, en effet, et seulement, le ganglion palléal. Il faudrait donc ajouter à toutes ces présomptions hasardées, l'hypothèse que le nerf branchial a changé d'origine en sortant du ganglion palléal gauche au lieu de naître du ganglion supra-intestinal, confondu en une masse unique avec les centres sous-intestinal et abdominal.

Il serait, en effet, assez radical de résoudre la question de l'orthoneurie par l'hypothèse que toute la commissure viscérale croisée s'est concentrée dans un seul ganglion. Mais j'ai montré que, même avec cette hypothèse, on ne peut pas expliquer les faits, *parce que le nerf branchial naît du ganglion palléal gauche.*

Si, au lieu de se servir d'hypothèses aussi hasardées à l'appui desquelles il n'y a aucun argument, on préfère envisager les faits comme ils se présentent, par l'étude comparative, il devient évident que, parmi les Rhipidoglosses il y a des Orthoneures et des Chiastoneures, ainsi que je l'avais indiqué, et comme BOUVIER l'a confirmé, et que c'est seulement des Chiastoneures que se sont détachés les Tænioglosses et Sténoglosses ; il n'y a aucune raison de trouver cela extraordinaire.

Je crois que personne ne peut douter que la chiastoneurie des Cochlides, disposition particulière du système nerveux qui n'a pas de pendant dans tout le règne animal, a été acquise par les formes les plus primitives des Zeugobranches. L'on peut, en effet, démontrer que *la Chiastoneurie des Zeugobranches est beaucoup moins développée que celle des Sténoglosses et de la plupart des Tænioglosses.* Il est donc bien manifeste que la Chiastoneurie s'est formée chez les Zeugobranches, et que les ancêtres des Zeugobranches actuels les plus archaïques avaient la commissure viscérale non croisée.

Ces formes — vers lesquelles l'anatomie de *Pleurotomaria* montrera peut-être un rapprochement — se sont modifiées en Orthoneures actuels. Il est donc bien naturel que ceux-ci soient aussi Rhipidoglosses, qu'ils aient conservé les caractères primitifs tant dans le système nerveux que dans le reste de l'organisation, ayant le

cœur diotocarde et traversé par le rectum, au moins dans leurs formes marines. Il n'y a là rien d'étonnant; c'est seulement la preuve que les formes les plus primitives des Cochlides avaient les branchies symétriques et innervées symétriquement par le ganglion palléal de leur côté, qu'ils étaient Rhipidoglosses et Diotocardes.

Chez la plupart des Zeugobranches, et des Diotocardes en général, il n'y a pas de ganglion supra et sous-intestinal, mais il a toujours un ganglion abdominal. Il y a donc chez les Orthoneures comme chez les Zeugobranches, dans la partie viscérale du système nerveux, une paire de ganglions palléaux et le ganglion abdominal ou viscéral de BOUVIER, qu'il n'y a aucune raison de ne pas considérer comme homologues, malgré les différences secondaires que l'on observe naturellement. BOUVIER prend le ganglion sous-intestinal, présomption que l'on ne peut pas admettre, comme je l'ai expliqué, et comme le prouve l'origine du nerf génital.

Si l'idée que j'ai émise est exacte — c'est-à-dire si les ganglions intestinaux (supra et sous-intestinal) sont une formation plus nouvelle que le ganglion abdominal, et que la chiasmoneurie est moins développée chez les Diotocardes et chez quelques Monotocardes dialyneures que chez les autres Monotocardes, — il est alors évident que les parties innervées par les ganglions intestinaux chez les Monotocardes devront encore, chez les Zeugobranches, recevoir quelques nerfs des ganglions palléaux. Je l'ai démontré pour les nerfs palléaux et chiasmopalléaux (dont les derniers jouent un rôle beaucoup plus important chez les Monotocardes que chez les Zeugobranches), résultat que BOUVIER a confirmé avec quelques modifications.

Il est alors certain que, chez les Zeugobranches, le manteau est essentiellement innervé comme chez les Orthoneures, recevant surtout ses nerfs du ganglion palléal de son côté, tandis que chez les Monotocardes, le nerf chiasmopalléal est plus développé.

Les mêmes parties du manteau sont donc innervées d'abord par le ganglion palléal gauche, puis par le ganglion intestinal du côté droit. La même chose s'observe pour la pseudobranchie, qui, d'après BOUVIER, est en général innervée par le ganglion supra-intestinal, mais qui, chez les Strombidæ, etc., où elle est allongée et en partie située dans le siphon, reçoit aussi des nerfs du ganglion palléal. C'est sans doute de la même manière que la branchie gauche,

innervée par le ganglion supra-intestinal, était d'abord innervée par le ganglion palléal gauche, comme chez les Orthoneures ; et peut-être y a-t-il encore des Zeugobranches où la branchie reçoit, outre les nerfs, issus du ganglion intestinal du côté opposé, quelques filets du ganglion palléal de son côté, c'est-à-dire qu'il y aurait aussi, outre l'innervation hétéropleure des branchies qui est la règle chez les Monotocardes, des nerfs homopleures des branchies.

En tout cas, nous connaissons maintenant le remplacement des nerfs palléaux homopleures par des nerfs hétéropleures, pour le manteau des Chiastoneures, ce qui rend probable cette hypothèse que les branchies étaient primitivement innervées par des centres homopleures.

Sur ce sujet, j'ai encore à faire une remarque. BOUVIER (12, p. 352) prend le ganglion branchial décrit par LACAZE-DUTHIERS chez *Haliotis*, pour le ganglion supra-intestinal. C'est ce que SPENDEL a déjà contesté, et certainement avec raison. Les ganglions intestinaux sont, en effet, des centres développés dans la commissure viscérale croisée, au point d'*origine* des nerfs chiastopalléaux ; et il est impossible de les homologuer avec des ganglions développés dans le trajet du nerf branchial ou chiastopalléal. Je suis d'ailleurs convaincu que les résultats de BOUVIER sur ce point sont inexacts ; car *Fissurella* présente des ganglions intestinaux rudimentaires. PELSENER (49, pl. xv, fig. 2, d) a trouvé le ganglion supra-intestinal chez *Patella vulgata* et BERNARD (9 a) a indiqué la coexistence du ganglion supra-intestinal et branchial ou olfactif pour *Valvata*. Et l'on trouvera certainement plus d'exemples de cette coexistence, en étudiant histologiquement ces parties.

J'ai à peine besoin de déclarer, après ce qui précède, que je n'accorde pas à l'innervation toute la valeur que lui attribuent beaucoup d'autres anatomistes ; et je maintiens complètement ce que j'ai déjà dit sur ce sujet (26, p. 96). J'accepte, jusqu'à un certain degré, la « loi des connexions » ; mais il n'en faut pas exagérer l'application. Pour moi, l'innervation n'a pas une signification décisive dans le cas du pénis et des parties du corps situées entre le bord palléal et le pied.

Pour ce qui est des cordons « palléo-pédieux », BOUVIER a confirmé mon opinion que chez les formes primitives, les ganglions palléaux sont accolés aux pédieux, et que l'isolation des ganglions palléaux représente un stade plus avancé. Mais d'un autre côté, je crois que SPENDEL (60) et PELSENER (49) considèrent avec raison

mon prétendu « nerf palléal primaire » des Zeugobranches, comme une *partie intégrante du cordon pédieux*. Je n'ai pas fait d'ailleurs de nouvelles recherches sur cette question, mais je remarque que c'est seulement chez *Haliotis* et *Fissurella* que j'ai méconnu le « nerf palléal primaire », en suivant LACAZE-DUTHIERS dans son erreur ; et je suis convaincu que le système nerveux des Zeugobranches est encore loin d'être parfaitement connu.

Il semble, par exemple, qu'il pourrait y avoir des différences entre certains Fissurellidæ. Ainsi toutes les espèces de *Fissurella* examinées par moi et par BOUTAN (11) nous ont montré la masse palléo-pédieuse régulière et concentrée, tandis que dans une forme exotique, j'avais trouvé un centre viscéral non encore soudé à la masse palléo-pédieuse primaire. Peut-être cette disposition dont je ne pus bien élucider les relations avec le système viscéral, pourrait-elle donner des renseignements importants. — Il pourrait encore en être de même avec d'autres points de l'anatomie des *Fissurella*, puisque BOUTAN (11, p. 31,39) soutient qu'il n'y a qu'un seul rein, le droit, tandis que j'y avais rencontré (28, p. 586, pl. xxxv, fig 8, 9) le rein gauche rudimentaire, mais assez bien développé, et que mon observation a été confirmée par RAY-LANKESTER, HALLER, etc.

S'il y a dans le genre *Fissurella* des différences de cette nature, il est d'autant plus nécessaire d'étudier l'organisation des Fissurellidæ plus intéressants pour la phylogénie, c'est-à-dire des genres *Rimula* et *Emarginula*. Pour les Haliotidæ on ne connaît guère aussi que l'organisation de *Haliotis*. Il serait donc de la plus haute importance de connaître l'anatomie, et surtout le système nerveux des autres genres de Zeugobranches, tels que *Scissurella*, *Propitidium* et avant tout de *Pleurotomaria* ! On sait qu'il existe quelques spécimens, conservés avec l'animal (1), de ce dernier genre ; mais on ne connaît rien jusqu'ici sur son organisation intérieure. Il semble impossible qu'un zoologiste, directeur d'un musée, se voyant dans la possibilité d'enrichir la science, par la connaissance d'un des types les plus anciens et les plus intéressants qui existent parmi les Mollusques, soit capable de refuser la permission de faire la dissection des exemplaires, en confiant, bien entendu, ce matériel précieux à un anatomiste compétent. Mais, conserver cette rareté sans profit

(1) DALL, Report on the Mollusca, *Bull. Mus. comp. Zool.*, vol. XVIII.

pour la Zoologie, serait un attentat contre la Science ! Nous demandons donc aux naturalistes du Musée national de Washington et du Musée de Zoologie comparée de Cambridge : *Que deviennent vos Pleurotomaria ?*

Avant que paraissent de nombreuses études sur l'anatomie des Zeugobranches, il est impossible de discuter, avec succès, les relations entre le système nerveux des Amphineures et des Cochlides. Quels sont les nerfs viscéraux des Chitons, qui vont au rein, au cœur et à l'appareil génital ? N'y a-t-il peut-être pas une commissure viscérale des Chitons que l'on n'a pas préparée jusqu'ici ?

Il y a beaucoup de ressemblances entre le système nerveux des Chitonidæ et celui des Zeugobranches. Chez ces deux groupes tout différents, il n'y a pas de séparation distincte de commissures et de ganglions, comme chez les Monotocardes ; il y a la commissure buccale comme la labiale ; il y a les cordons pédiéux avec leurs anastomoses transversales, etc. Mais il existe des différences qui ne sont pas encore élucidées, relativement au système nerveux viscéral.

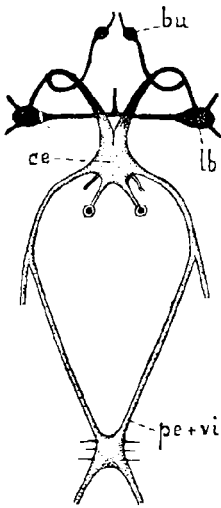


Fig. 1. Système nerveux de *Sagitta*. Le système buccolabial est indiqué par des traits noirs pleins ; *ce*, ganglion cérébroïde, *pe + vi*, les commissures pédiéuses et viscérale réunies, se dirigeant vers les ganglions ventraux ; *bu*, ganglion buccal ; *lb*, ganglion labial ou céphalique latéral.

Parmi les Vers qui montrent des relations avec les ancêtres des Mollusques, il faudra probablement compter aussi les Chaetognathes. Leur système nerveux est, en effet, pareil à celui de beaucoup de Mollusques, j'en donne, ci-contre, une figure combinée d'après les recherches de LANGERHANS (41).

Les ganglions cérébraux donnent, en arrière, de forts connectifs aux ganglions ventraux et les nerfs optiques, en avant, un connectif au ganglion céphalique latéral (Schlundganglion de LANGERHANS). Les deux ganglions céphaliques sont réunis entre eux par une commissure, du milieu de laquelle se détache un nerf

pour la masse buccale (d'après GRASSI). Il y a, en outre, deux ganglions buccaux, dont le connectif prend son origine du connectif cérébro-céphalique. Il existe aussi trois anneaux périœsophagiens.

Il serait très séduisant de comparer le moyen de ces derniers à la commissure pédieuse et le postérieur à la commissure viscérale ; mais les nerfs buccaux s'y opposent, en rendant plus probable que les deux anneaux céphaliques correspondent aux mêmes anneaux développés chez *Chiton* et les Zeugobranches. Dans ce cas, en comparant le système nerveux de *Chiton* à celui de *Sagitta*, la différence réside dans l'absence d'anastomoses transversales des cordons pédieux et la concrescence de la commissure sous-pharyngienne avec ces cordons, tandis que les cordons latéraux, puissants chez les Amphineures, sont peu développés chez les Chaetognathes.

Comme les cordons pédieux de *Chiton*, avec la commissure sous-pharyngienne, correspondent à la chaîne ganglionnaire ventrale des Annélides, il en serait de même avec les ganglions ventraux des Chaetognathes.

En acceptant cette comparaison, la différence principale entre le système nerveux des Chaetognathes et des Annélides est le système nerveux buccal, qui, chez les premiers, est identique à celui des Cochlides à commissure labiale et qui, d'après ce que je sais, ne correspond pas au système nerveux stomato-gastrique des Annélides. Peut-être y a-t-il encore des Annélides à système stomato-gastrique pareil à celui des Amphineures, Zeugobranches et Chaetognathes ?

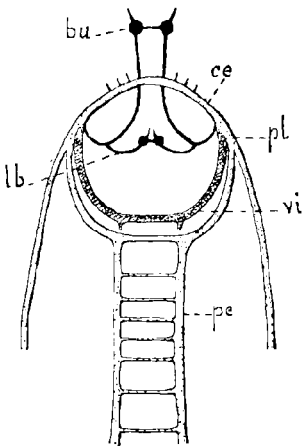


Fig. 2. Système nerveux de *Chiton*. Lettres comme dans la fig. 1 (page 159). La commissure labiale correspond à la commissure sublinguale et la commissure viscérale (vi) à la commissure sous-pharyngienne.

Il est remarquable que les Chaetognathes, dont la masse buccale possède quelque ressemblance avec celle des Mollusques, n'ont pas de reins ; mais il est probable que les canaux déférents, peut-être

aussi les oviductes, sont des néphridies modifiés. Comme les *Arthromalakia* primitifs et les Annélides, les *Chaetognathes* ont la glande génitale sans connexions avec les conduits excréteurs, qui seraient des néphridies. Chez les *Platydes* (abréviation de *Platycochlides*, comme *Cochlides*, de *Arthrocochlides*), comme chez les *Platyhelminthes*, ces deux organes sont en rapport de continuité. Cette différence, une des plus importantes chez les Mollusques, paraît donc déjà bien marquée aussi chez les Vers.

Quant au système nerveux, l'idée que j'ai défendue est l'homologie des ganglions cérébraux chez les Mollusques et les Vers, tandis que la chaîne ganglionnaire des Annélides correspond aux nerfs longitudinaux principaux des *Platyhelminthes* et aux cordons pédieux, plus la commissure sous-pharyngienne des *Amphineures* (*vi*, Fig. 2). Il en résulte que les ganglions sous-œsophagiens des Annélides ne sont pas homodynames aux autres paires de ganglions de la chaîne ventrale, puisqu'ils correspondent à la « première paire » (de cette chaîne) réunie à la commissure sous-pharyngienne. Chez les Mollusques, d'autre part, cette dernière commissure devient la commissure viscérale (la plupart des *Arthromalakia*), ou la proto-commissure (*Platydes*).

Les formes extrêmes sont très différentes ; mais les formes primordiales montrent des relations intimes. Ces idées, relativement au système nerveux des vers, déjà souvent répétées par d'autres zoologistes, depuis que je les ai publiées dans mon livre sur le système nerveux des Mollusques (26, p. 53), ne me paraissent pas ébranlées par les recherches sur la morphologie comparée du système nerveux des Vers, publiées pendant les 15 ans qui suivirent l'apparition de mon livre susmentionné.

Je crois que c'est à GEGENBAUR que revient la priorité de cette théorie du système nerveux. GEGENBAUR n'a commis qu'une erreur, en comparant la commissure péri-œsophagienne des Némertiens à la commissure infra-œsophagienne des Annélides ; et je crois avoir été le premier à montrer l'importance de la commissure sous-pharyngienne. Pour les Mollusques, il n'y a pas, que je sache, d'autre essai sérieux, à part le mien, pour établir l'homologie des centres et commissures avec les parties correspondantes chez les Vers, ce qui s'explique, puisque je fus le premier à reconnaître l'origine polyphylétique des « Gastropodes ».

II. — Les organes génitaux des Cochlides.

1. Le Pénis.

Une question embrouillée est celle de l'innervation et de l'homologie du pénis.

BOUVIER me paraît exagérer l'importance de l'innervation pour cet organe, par exemple, lorsqu'il accorde une signification différente au pénis de *Tropidophora*, genre de Cyclostomatidæ, parce qu'il est innervé par le ganglion sous-intestinal. Au contraire, GARNAULT (21) a indiqué que, chez *Cyclostoma*, le nerf du pénis a deux racines, une naissant du ganglion pédieux, et l'autre hors du ganglion palléal droit. Or, malgré cette différence d'innervation, on ne contestera pas l'homologie du pénis des différents Cyclostomatidæ, ni l'homologie de ce pénis avec le même organe des Littorinidæ, innervé par le ganglion pédieux.

Il y a différents cas où un résultat analogue est atteint : l'origine d'un nerf peut changer d'un ganglion à l'autre, comme BOUVIER l'a montré pour *Littorina*, où un nerf palléal naît du ganglion pédieux, ou pour les Cérithiidæ où il est très probable que le nerf columellaire, issu en général du ganglion palléal gauche, naît du ganglion sous-intestinal. Un autre cas possible est celui où l'une des deux racines d'un nerf se développe de plus en plus, tandis que l'autre s'atrophie. Enfin, un troisième cas est celui où l'organe, changeant de position, entre dans la sphère d'innervation d'un autre ganglion, étant de plus en plus innervé par celui-ci. Je rappelle ce que j'ai dit sur l'innervation de la pseudobranchie qui, en s'allongeant en arrière, comme chez les Cerithiidæ, reçoit de nombreux nerfs de la commissure viscérale, tandis qu'en s'étendant dans le siphon, domaine du nerf palléal, elle reçoit un nerf du ganglion palléal gauche. Il est très possible que le pénis, qui subit des déplacements très considérables, reçoive ainsi des filets nerveux d'un autre ganglion dans le domaine duquel il entre.

Tel est, à mon avis, le cas, pour le pénis de *Ampullaria*, qui occupe une position anormale sur le bord du manteau : c'est pour moi un pénis dorsal déplacé vers le bord du manteau.

Ce pénis est très curieux (voy. Pl. IV, fig. 1 et 2) : il y a là un grand lobe charnu (*p*), sur le bord du manteau, avec une rainure dans laquelle peut entrer un appendice filiforme (*ap*). Ce dernier est la prolongation libre du canal déférent et il est contenu dans un sac situé à la base du corps du pénis, sac constituant la gaine (*g*) de cet appendice. Cette gaine ou sac n'a qu'un orifice situé à la base, vers le corps du pénis, dont la rainure (*rai*, fig. 1) se prolonge dans la base de la gaine, comme le montrent les fig. 1 et 2.

Je crois important de bien signaler ces faits, car je pense qu'on reconnaîtra, dans l'appareil génital des *Ampullaria*, des différences qu'il faudra étudier avec soin, pour apprécier leurs relations systématiques.

Outre *A. canaliculata*, j'ai étudié une autre espèce assez curieuse, *A. platæ* MAT., sur l'animal duquel D'ORBIGNY a déjà publié quelques observations, en signalant surtout l'absence de siphon, point que je puis confirmer. J'ai examiné deux femelles qui avaient l'utérus comme *A. canaliculata*, mais sans vestiges de clitoris. Le poumon est très petit, ce qui n'est pas surprenant, car nous n'avons pas vu l'animal hors de l'eau. Aussi la ponte ne se fait pas hors de l'eau, comme c'est la règle chez les autres espèces dont l'œuf a une coquille calcaire. *Ampullaria platæ* n'a pas cette coquille calcaire autour de l'œuf, qui est très grand (3 millim.), mou, à enveloppe fine et pellucide.

J'ai trouvé des grappes d'œufs de cette espèce attachées à des coquilles de *Unio*, dans le Guahyba et surtout dans la cavité de coquilles de *Unio* dépourvues d'animal et que j'avais retirées du fond à des endroits toujours couverts d'eau. Ces œufs forment là une masse de 20 millim. de long sur 14 millim. de diamètre, contenant de deux à trois douzaines d'œufs. J'en ai rencontré avec gastrula, et d'autres avec l'embryon déjà pourvu de coquille et de radula, ce qui m'a fourni le moyen de la détermination. La radula n'a pas de valeur pour la création de sous-genres chez les Ampullariidae ; mais chez les *A. platæ*, les dents latérales sont plus grêles et élégantes que chez les autres espèces. On voit donc que le genre *Asolene* créé par D'ORBIGNY pour *A. platæ* ne peut pas être considéré comme sous-genre de *Ampullaria* ainsi que *Lanistes* et *Ceratodes*, mais que les différences sont assez considérables pour que

Asolene soit reconnu comme un genre distinct de la famille Ampullariidæ.

Nos connaissances sur cette famille, malgré les recherches de BOUVIER et les miennes propres, sont encore très peu satisfaisantes, parce que l'anatomie de l'appareil génital n'est pas assez bien connue. Je ne suis pas encore en situation d'éclaircir la disposition des organes mâles, ne pouvant me procurer d'animaux adultes cet été. Je trouve chez le mâle de *A. canaliculata* un organe dont je ne connais pas la signification, au côté interne du rectum (*o. gl. fig. 2*). Cet organe correspond tellement, par sa position, à l'utérus de la femelle, que je ne doute pas qu'il lui soit homologue; mais d'un autre côté, le dimorphisme sexuel est très bien prononcé, quant au développement ou à l'absence du pénis.

Je ne crois pas d'ailleurs que cette question soit restreinte aux *Ampullaria*. L'appareil génital des Cochlides est encore peu étudié, surtout quant aux modifications qu'il subit pendant le développement. Je crois qu'il n'y a pas actuellement d'hypothèse plus vraisemblable que celle suivant laquelle l'épitaenia, existant aussi chez *Asolene*, serait le reste, plus ou moins modifié, du pli longitudinal de l'épiderme qui forme la rainure génitale et qui se conserve, chez quelques genres ou familles, pendant la vie post-embryonnaire, sans fonction apparente, et qui, finalement, n'est même plus parallèle au conduit génital excréteur.

Chez *A. canaliculata*, le corps du pénis est, comme je l'ai dit, développé sur le bord du manteau; et, fait curieux, il y en a aussi, comme je l'ai déjà mentionné, une représentation chez la femelle, où c'est d'ailleurs un simple lobe sans rainure, que l'on peut appeler le clitoris. Je crois que c'est là un signe de plus que les ancêtres de *Ampullaria* étaient hermaphrodites, comme BOUVIER en a rencontré un cas et comme TROSCHÉL (61) l'avait déjà signalé.

Or, je trouve important qu'une autre famille, chez laquelle il existe, à côté de genres dioïques, d'autres hermaphrodites, c'est-à-dire la famille des Marseniidæ, soit de toutes la plus voisine des *Ampullaria*, à mon avis. Nous connaissons cette famille mieux que d'autres, grâce à la monographie de BERGH (3, Suppl. Heft III et IV). Le pénis des Marseniidæ n'est pas situé très près du manteau, sous lequel il est caché, mais il se trouve sur la nuque et est innervé par le ganglion cérébral. Ce pénis offre à peu près les mêmes relations

que celui de *Ampullaria*, et, comme chez ce genre, il peut être retiré dans une gaine. La partie libre du corps du pénis est pourvue d'une rainure dans laquelle l'appendice peut se placer. La différence avec l'état représenté chez l'*Ampullaria* est seulement graduelle, puisque, chez ce dernier genre, l'appendice ou la partie libre du vas deferens est beaucoup plus long, sa gaine plus développée et sa partie sillonnée plus grande; mais je dois observer que dans de jeunes *Ampullaria* de 8 millim. de diamètre, le corps du pénis est de la même grandeur que la gaine.

Je crois donc qu'il y a une homologie complète, malgré la différence de l'innervation du reste bien explicable par la situation très rapprochée des ganglions palléaux ou des cérébraux.

Comme la radula des *Ampullaria* et celle de quelques genres de Marseniidæ sont très semblables, comme le système nerveux chez ces deux familles présente une zygoneurie double peu répandue chez les Tænioglosses, je crois que l'idée de leur affinité correspond mieux aux faits anatomiques que celle d'après laquelle les *Ampullaria* seraient plus voisins des Naticidæ (BOUVIER). Si nous possédons un jour une monographie du système urogénital des Cochlides, il sera certainement plus facile de décider cette question. Il me paraît possible que ces trois familles : Valvatidæ, Marseniidæ et Ampullariidæ, les seules chez lesquelles on ait jusqu'ici rencontré des vestiges d'hermaphroditisme, pourront être reconnues comme des branches différentes d'une même série phylogénétique.

Quant au pénis, il restera donc à rechercher si cet organe est homologue chez tous les genres ou s'il y en a plusieurs types. Le type du pénis représenté par les Ampullariidæ et Marseniidæ n'est jusqu'ici connu que chez ces deux familles; il serait important d'examiner la répartition de ce type dans d'autres familles de Tænioglosses.

Il est intéressant que le pénis ne soit pas un organe d'origine monophylétique. Pour les Strombidæ, BOUVIER a fait connaître son origine chez *Struthiolaria*, et il apparaît aussi indépendamment dans d'autres séries d'évolution, comme il se montre aussi chez les Orthoneures. BOUVIER ne tient pas compte de mes observations sur le pénis; j'avais observé que, chez tous les genres où je le connais, cet organe apparaît d'abord comme un appendice charnu du corps, avec une rainure dorsale dans laquelle se prolonge le canal déférent.

Chez les Sténoglosses, cette rainure, représentée encore dans le développement, se ferme, et, au lieu du pénis sillonné, nous avons un pénis perforé. Les Chiastoneures Rhipidoglosses n'ont pas de pénis, et, chez les Chiastoneures Tænioglosses (1), il manque chez les genres *Capulus*, *Hipponyx*, peut-être *Litiopa* (SOULEYET), chez tous les Pténoglosses et dans les familles Vermetidæ, Cerithiidæ, Turritellidæ et Melaniidæ. Il est à noter que GUÉRIN (20) a signalé l'existence d'un pénis pour une espèce de Melaniidæ. Mais on ne sait rien d'exact sur ces deux cas : tous les autres observateurs, comme moi-même, n'ont pas vu de pénis ni chez les Cerithiidæ ni chez les Melaniidæ.

Le pénis sillonné apparaît chez les Tænioglosses ; il est toujours tel chez les Struthiolariidæ, Chenopodidæ, Strombidæ, Xenophoridæ, Tritoniidæ et Doliidæ.

Chez beaucoup d'autres familles, le pénis est tantôt sillonné, tantôt perforé : c'est ainsi que chez les Littorinidæ à pénis simple (*L. peruviana*, d'après D'ORBIGNY) ou pourvu d'excroissances glandulaires (les autres espèces), il est sillonné, tandis que, chez *Littoridina gaudichaudi* (d'après SOULEYET), il est perforé. Le *Trochus pagodus* de QUOY et GAIMARD, à pénis sillonné, est un *Tectarius*. Chez les Calyptræidæ qui, à cet égard, sont très différents des Hipponycidæ privés de pénis, on ne connaît jusqu'ici que le pénis sillonné ; et on l'a vu chez les genres *Crucibulum*, *Infundibulum*, *Crepidula* et *Calyptræa*.

Parmi les Naticidæ, j'ai observé le pénis perforé chez *N. millepunctata* ; mais il y a aussi des espèces à pénis sillonné, d'après SOULEYET, QUOY et GAIMARD. Il en est de même chez les Cypræidæ, où le pénis est sillonné chez quelques espèces d'après QUOY et GAI-

(1) Dans un récent mémoire de DALL (Preliminary Report on the Collection of Mollusca, etc., obtained in 1887-88, by the steamer Albatross, *Proc. U. S. Mus.*, t. XII), on trouve (p. 349) que cet auteur a rencontré un pénis chez des Rhipidoglosses (*Nerita*, *Rimula*, *Margarita*, *Trochus infundibulum*) et chez quelques Patellidæ (*Addisonia*, *Cocculina* : « Curious deep Sea Limpets »). Le pénis de *Trochus (Solariella) infundibulum* est très curieux : fort petit et s'ouvrant à la base d'un grand lobe épipodial sillonné longitudinalement et destiné apparemment au transport du sperme. Il est donc déjà du même type que celui sur lequel j'ai attiré l'attention à propos de *Ampullaria* et *Marsenia*. Il semble que tantôt ce lobe charnu persiste, tantôt se confond avec le reste du pénis ou s'atrophie ; mais nos connaissances actuelles sont insuffisantes pour le décider.

MARD, perforé chez *Cypræa pyrum* (POLI) et *Trivia europæa* (VON JHERING). Chez *Modulus* (SOULEYET) et *Tectarius*, il est sillonné. Comme j'avais observé que *Pileopsis hungaricus* (*Capulus*) n'a pas de pénis, il pouvait paraître étonnant que DELLE CHIAJE ait décrit cet organe chez *Pileopsis garnoti*; mais cette espèce appartient au genre *Gadinia*. J'ai déjà dit ce qui en est du pénis de *Ampullaria*. Quant à l'appareil génital des Cyclophoridæ, il n'est pas connu.

Pour ce qui est du pénis perforé et fermé, je l'ai vu chez *Velutina*, *Marsenia* et *Sycotypus*. Les autres genres de Tænioglosses à pénis perforé sont les Cyclostomatidæ (*Cyclostoma*, *Pomatias*, etc.), Valvatidæ, Hydrobiidæ et Paludinidæ. La morphologie du pénis chez la plupart de ces genres est encore obscure, surtout la signification du flagellum des *Bithynia* et l'existence de ce même flagellum chez d'autres familles voisines. STIMPSON a publié quelques observations à ce sujet. Le genre *Rissoia*, à pénis simple, grand, perforé, et à otolithe ronde, me paraît être le point extrême de cette série de familles et de genres voisins.

Chez les Sténoglosses, le processus de la formation du pénis perforé est terminé. Il n'y a que deux familles qui y fassent exception : Harpidæ et Volutidæ. Le pénis est, en effet, sillonné chez *Voluta scapha* (SOULEYET) et chez *Lyria* (FISCHER, 19). Probablement, il y a aussi des espèces de Volutidæ à pénis perforé, comme c'est le cas chez le genre *Harpa* où, d'après QUOY et GAIMARD, *H. minor* a le pénis sillonné, tandis que *H. ventricosa* a une rainure tantôt ouverte, tantôt fermée. Ce sont donc ces deux familles qui, à cet égard, se rapprochent le plus des Tænioglosses, parmi lesquels il me semble que ce sont surtout les deux groupes représentés par les Strombidæ, les Tritoniidæ et les familles voisines, qui sont les plus rapprochées des formes intermédiaires probablement éteintes. Il est, en tout cas, à noter que ces Volutidæ, sur lesquels je viens d'attirer l'attention, sont aussi, par leur système nerveux peu condensé (d'après BOUVIER), par la trompe et le siphon court, ceux qui se rapprochent plus que les autres Rhachiglosses des Tænioglosses.

Il est, d'ailleurs, très probable que les Sténoglosses ont une origine multiple. N'est-il pas vraisemblable que l'échancrure du manteau observée chez les *Pleurotoma* soit homologue à la même échancrure connue chez les Zeugobranches et constatée aussi chez

quelques Tænioglosses, Cerithiidæ, Turritellidæ, Vermetidæ (chez une espèce méditerranéenne de *Vermetus*, j'ai vu l'échancrure chez une femelle, tandis qu'elle faisait défaut chez deux mâles)? Comme ces genres sont les descendants des *Loxonema*, *Cheilotoma* et *Murchisonia*, il n'y a rien d'étonnant à ce que dans quelques genres ou sous-genres, la fente rubanée du *Murchisonia* se soit conservée. Les paléontologistes commencent à étudier avec beaucoup plus de soin les traits caractéristiques des coquilles paléozoïques, et, pour cette raison, grâce aux progrès que la zoologie a déjà faits dans la connaissance des Cochlides, il est évident que, avec le temps, on comprendra beaucoup mieux qu'on ne le peut maintenant, les relations de ces coquilles paléozoïques avec les Mollusques actuels. Je renvoie surtout à l'important travail de KOKEN (38), qui a montré, entre autres, que *Naticopsis*, précurseur des Nérítidæ, dérive de *Platyceras* du Silurien, lequel est voisin des Zeugobranches.

2. Les Spermatozoïdes.

Il y a un autre fait qui nous montre la spécialisation progressive qui s'est opérée dans l'appareil génital des Cochlides : c'est l'existence de deux formes de spermatozoïdes chez ces animaux. Toutes les recherches faites sur ce sujet (les plus exactes sont celles de VON BRUNN (14) et BROCK (16)) ont étudié la question seulement au point de vue histologique.

J'ai voulu, de mon côté, suivre la distribution de ce fait, chez les Cochlides, et j'ai trouvé que chez les Diotocardes, les éléments du sperme sont toujours petits et uniformes (chez les Nérítacés aussi, d'après BROCK). Parmi les Monotocardes, ce sont les genres et les familles les plus spécialisés, les Proboscifères, etc., qui montrent le mieux le phénomène du dimorphisme des spermatozoïdes, tandis que, parmi les Tænioglosses qui représentent les formes transitoires, il y a des familles à spermatozoïdes uniformes et d'autres à spermatozoïdes dimorphes : filiformes et vermiformes.

Les genres qui ne présentent pas de dimorphisme sont, d'après

VON BRUNN : *Natica*, *Cyclostoma*, *Bithynia*, *Littorina*. Pour ce qui est de *Natica*, je n'en suis pas sûr, mais pour *Littorina*, j'ai observé la même chose que VON BRUNN, ainsi que chez *Rissoa* et *Capulus hungaricus*. Le dimorphisme est complet chez *Paludina* (LEYDIG), *Murex* (SCHENK), *Cypræa*, *Strombus*, *Pterocera* (BROCK), *Ampullaria*, *Marsenia*, *Aporrhais*, *Triton*, *Dolium*, *Cassidaria* (VON BRUNN), et je l'ai observé encore plus fort chez *Turritella*, *Cerithium*, *Vermetus*, *Cassis*, *Nassa*, *Marginella*, *Fusus syracusanus*, *Mitra*, *Defrancia* et *Crepidula*. Il y a seulement deux genres de Sténoglosses chez lesquels je n'ai pu me convaincre de l'existence du dimorphisme : *Euthria* et *Pisania*, genres à étudier de nouveau; probablement la différence des deux formes y est-elle peu prononcée.

D'après leur conformation, on peut diviser les spermatozoïdes vermiformes en plusieurs catégories. Chez *Murex trunculus*, les cils de l'extrémité postérieure, aplatie avec membrane ondulante, disparaissent finalement tout à fait, tandis que chez *Murex erinaceus*, il en reste un. La grande cellule qui se transforme en spermatozoïde vermiforme a toujours plusieurs cils généralement vibratiles; mais quand la cellule s'allonge en devenant plus étroite, ces cils disparaissent comme ceux du centre. J'ai observé cette disparition des cils terminaux chez *Murex*, *Nassa*, *Mitra*, *Marginella*, *Fusus*, *Cassidaria*. Au contraire, ces cils sont énormément développés et ne disparaissent pas, chez *Turritella* et *Cerithium*, comme je l'ai montré (33, p. 510), (voir Pl. VI, fig. 23).

Chez ces deux genres, les spermatozoïdes vermiformes consistent en un corps de 0,013 millim. de long chez *Turritella*, de 0,014, chez *Cerithium vulgatum*, qui porte, à l'extrémité, de 5 à 8 cils vibratiles très longs, de 0,07 millim. J'ai représenté (fig. 23 d), le spermatozoïde filiforme de *Cerithium* : il se compose de trois parties que l'on peut nommer tête, corps et queue. Cette dernière est très petite et insignifiante; le corps avec la tête est de 0,07 millim. de long, la tête, de 0,007. Chez *Turritella*, la tête a 0,006 millim., tandis que le corps y est plus allongé, de sorte que la tête et le corps ensemble ont 0,118. Comme les deux sortes de spermatozoïdes sont si ressemblants dans ces deux familles, je ne doute pas que ce soit une preuve de leur affinité systématique, surtout que je

n'ai rencontré cette formation singulière dans aucune autre famille jusqu'ici. Peut-être les Melaniidæ viendront-ils s'y joindre.

Le spermatozoïde filiforme de *Chenopus pes pelecani* (fig. 23, c) a le corps plus petit, mais la tête a la même longueur (0,007); tête et corps ensemble mesurent 0,035 millim. Le spermatozoïde vermiforme de cette espèce (qui a 0,2 millim. de long sur 0,007 de diamètre) est très curieux. A son extrémité postérieure se conservent le noyau et les cils, qui sont courts. J'ai vu, chez *Murex trunculus*, des spermatozoïdes aussi grands avec les mêmes dimensions, la partie antérieure élargie et déprimée, les cils de l'extrémité postérieure disparus. Chez *Murex erinaceus*, il en reste un (fig. 23, a), qui est à peu près de la même longueur que la tête et le corps (0,011 millim.). La formation de la partie antérieure élargie et déprimée, munie d'expansions latérales aliformes, s'observe bien chez *Cassidaria echinophora*. Il en résulte qu'il existe deux sortes de mouvements de ces corps : des mouvements lents du corps entier, et, plus rarement, d'autres, produits par les expansions ptérygoïdes qui agitent violemment les spermatozoïdes en les secouant.

Une petite espèce de *Crepidula*, rencontrée sur la coquille de *Cassidaria echinophora*, avait aussi des spermatozoïdes très curieux. Outre les éléments filiformes, il y avait de grandes cellules pyriformes à noyau volumineux et à cils vibratiles vers l'extrémité postérieure, qui se transforment en spermatozoïdes vermiformes dont j'en ai représenté un (Pl. iv, fig. 4). Le noyau terminal s'était partagé et avait formé un amas moruliforme, encore muni de cils. Outre ces formes, j'en trouvais d'autres dans lesquelles l'extrémité postérieure s'était isolée, de manière qu'il est probable, pour moi, qu'il s'en forme des spermatozoïdes.

J'ai trouvé un cas identique chez *Vermetus*. Il y a là des cellules-mères de spermatozoïdes vermiformes, comme chez les autres genres ; mais elles se transforment en un corps très curieux déjà signalé par von BRUNN. On voit (fig. 5, a) un corps fusiforme allongé aux deux extrémités en un filament assez long qui est immobile. La cellule-mère est d'abord pyriforme, avec 5 ou 6 cils et un nombre restreint de noyaux. Dans le stade suivant, la cellule est déjà à peu près fusiforme avec 4 ou 5 cils vibratiles à l'extrémité, correspondant à la postérieure des autres genres et un filament simple à l'autre extrémité. Le nombre des noyaux est plus élevé,

les cils vibratiles présentent rarement des mouvements assez lents. Dans le stade qui suit, les noyaux sont orientés en série, et mesurent 0,003 millim. La capsule a 0,042 de long sur 0,009 de large. Comme j'ai rencontré des corps correspondant en grandeur aux corps nucléiformes de la capsule, chez lesquels on observe le commencement de la formation du spermatozoïde, je crois que cette capsule n'est pas autre chose qu'un spermatoblaste modifié. De deux ou trois exemplaires de *Vermetus* que j'avais étudiés à Naples pendant l'hiver de 1879-80, le dernier, à la fin de mars, ne contenait pas ces capsules.

Il résulte de tout cela qu'il ne suffit pas d'étudier le testicule, ni de l'étudier à un seul moment. Chez *Nassa mutabilis*, dont les spermatozoïdes vermiformes ressemblent beaucoup à ceux de *Murex erinaceus*, j'ai trouvé au mois de février, seulement, des cellules-mères de spermatozoïdes vermiformes dans le testicule, tandis que dans le canal déférent, les deux formes étaient bien développées. Dans l'utérus d'un animal où se formaient des capsules d'œufs, j'ai retrouvé les éléments filiformes ; mais au lieu des spermatozoïdes vermiformes dont la tête mesure 0,029 mill., j'observais des corps en forme de massue, avec un point brillant à l'extrémité obtuse. Comme ces deux formes se mouvaient, je crois que la dernière correspond aux spermatozoïdes vermiformes.

Je n'avais pas l'intention de publier ces observations incomplètes, mais, voyant que les travaux parus jusqu'ici sur ce sujet n'éclaircissaient pas la signification des spermatozoïdes vermiformes, je les ai données ici, principalement parce qu'elles sont de nature à compléter ce qu'on sait sur la distribution de ce singulier dimorphisme.

Comme ce dimorphisme n'existe pas chez les Cochlides archaïques (dont les spermatozoïdes très petits et uniformes ressemblent à ceux des Lamellibranches), et nous représente une modification acquise chez les Tænioglosses et répandue généralement chez les Sténoglosses, il est évident que l'hypothèse de VON BRUNN n'est pas bien fondée, d'après laquelle les spermatozoïdes vermiformes représenteraient des œufs modifiés, dont le rôle physiologique resterait inexplicable. Pour moi, il est probable que chez *Vermetus* et *Crepidula*, les spermatozoïdes vermiformes sont des spermatoblastes. Peut-être, dans beaucoup de cas, leur métamorphose se fera-t-elle seulement dans l'utérus de la femelle, ou après quelques mois,

quand les spermatozoïdes filiformes ont déjà perdu leur activité. En tout cas on doit mieux étudier ce que deviennent ces prétendus spermatozoïdes et voir s'ils existent seulement avant ou pendant la période de la ponte. Peut-être leur signification chez *Vermetus* est-elle autre que chez *Murex*, où les spermatozoïdes filiformes seraient destinés à donner naissance à l'un des sexes, et ceux issus des vermiformes, à produire l'autre ? D'ailleurs, je dois remarquer que déjà en 1863, FRITZ MÜLLER (45) a décrit les spermatozoïdes vermiformes de *Janthina*, qu'il a considérés aussi comme spermatoblastes. En tout cas, je suis d'accord avec BROCK pour penser que ces corps doivent jouer un rôle physiologique qu'il faut reconnaître non par des hypothèses, mais par des observations.

3. Les Conduits génitaux.

L'évolution de l'appareil génital des Cochlides doit être exposé de la façon suivante.

Le cas le plus primitif est représenté par *Haliotis* où existent deux reins bien développés et où les produits génitaux sont transportés au dehors en passant par le rein. Cette observation, publiée par moi en 1877 (28), fut contestée par HALLER (25), mais elle est bien exacte comme l'a déjà reconnu WEGMANN (65).

Chez *Fissurella*, le rein gauche est rudimentaire, et la papille génitale s'ouvre dans le rein droit, mais déjà bien près de son orifice. Il en est de même chez *Patella* où DALL a reconnu le premier la relation entre le rein et la glande génitale, en corrigeant les explications de RAY LANKESTER, qui croyait les « capito pedal orifices » destinés à l'expulsion des produits génitaux.

Chez les Trochidæ, la séparation de l'orifice du rein et de celui de l'appareil génital est complète. Les produits génitaux sont *poussés dans la cavité palléale. Il n'y a ni utérus, ni canal déférent ou pénis.* Nous ne savons encore si les mêmes conditions n'existent pas peut-être aussi chez quelques-uns des genres de Tænioglosses dépourvus de pénis. Les familles dont l'anatomie n'est pas encore bien connue et chez lesquelles il faut observer si peut-être n'existent

point ces canaux accessoires de l'appareil génital, sont surtout le *Pileopsidæ* et *Cyclophoridæ* et peut-être une partie des *Pténoglosses*.

Le stade suivant est caractérisé par l'existence d'une gouttière formée par un ou deux plis longitudinaux, situés au côté médian du rectum et destinés au transport des produits génitaux ; il n'y a pas de pénis. C'est comme je l'ai fait voir, le cas des *Cerithiidæ*, *Turritellidæ*, *Vermetidæ* et probablement aussi des *Melaniidæ* (33, p. 509 et suiv.).

Cette gouttière se ferme plus tôt chez la femelle que dans l'autre sexe. Il peut donc exister un utérus fermé alors que le canal déférent est ouvert de même que la rainure du pénis. J'ai observé cette conformation de l'appareil génital chez *Chenopus pes pelecani*, *Cassis*, *Cassidaria*, *Triton* ; et elle existe probablement aussi chez *Crepidula*, *Littorina*, *Voluta*, *Lyria* et autres genres à rainure péniiale ouverte. Comme on ne connaît jusqu'ici d'autres genres à utérus ouvert, que ceux que j'ai mentionnés, il est probable que les autres *Tænioglosses* ont toujours l'utérus fermé. J'ai déjà montré que du pénis sillonné naît celui de presque tous les *Sténoglosses* et d'une grande partie des *Tænioglosses*, chez lesquels la rainure péniiale s'étant fermée, le pénis est perforé.

C'est ainsi que se présente la morphologie de l'appareil génital des *Cochlides*, d'après les recherches que j'ai publiées successivement. Elles nous montrent non seulement que les conduits génitaux situés dans la cavité palléale sont une acquisition des *Monotocardes*, mais aussi qu'il existe une relation intime chez les familles archaïques des *Diotocardes* et *Docoglosses*, entre l'appareil génital et le rein qui est double dans ces familles. On peut désigner l'appareil génital s'ouvrant dans le rein comme *entotrème*, et celui qui s'ouvre indépendamment du rein, comme *ectotrème*. Le résultat de mes recherches est donc que *les Zeugobranches et Docoglosses sont entotrèmes, les autres Cochlides, ectotrèmes, et que ce sont les formes les plus archaïques que nous connaissions parmi les Cochlides, qui sont entotrèmes et pourvues de deux reins symétriques, dont l'un, le gauche, est rudimentaire dans la plupart des genres, tandis que chez les Trochides et les Pectinibranches, il a disparu.*

Depuis longtemps déjà, j'ai aussi attiré l'attention sur le fait que le même processus de développement de l'appareil uro-génital se

montre chez les Lamellibranches. Chez eux également, ce sont les types primitifs, sans siphons, etc., qui sont entotrèmes, tandis que les formes les plus modifiées, à manteau plus ou moins fermé, à siphons, etc., sont ectotrèmes. Il y a là toujours deux reins ou organes de Bojanus et deux glandes génitales. Il en est de même chez les Solénoconques, pourvus de deux reins et d'une glande génitale seulement, comme chez les Cochlides, s'ouvrant dans le rein droit, ainsi que pour les Cochlides entotrèmes.

Les Solénoconques sont considérés par LACAZE-DUTHIERS, comme plus voisins des Lamellibranches, tandis qu'ils sont rapprochés des Céphalopodes par GROBBEN (23) et des Cochlides par PLATE (47). Pour moi, toutes ces idées sont plus ou moins correctes, parce que toutes ces classes de Mollusques sont issues des mêmes groupes de Vers. Quant à l'appareil génital, les Solénoconques se rapprochent beaucoup plus des Cochlides et des Lamellibranches que des Céphalopodes. Au contraire, par l'appareil circulatoire, les Solénoconques se distinguent assez de tous les autres, soit qu'ils aient conservé l'état primitif de cet appareil, soit qu'ils soient dégénérés à cet égard, comme je le crois.

Les relations de l'appareil uro-génital des Céphalopodes sont très compliquées. J'ai essayé (29) d'en élucider les homologues, mais je ne puis plus conserver une hypothèse que j'ai émise alors. J'avais montré que la cavité viscéro-pericardique (« appareil aquifère ») de *Nautilus* s'ouvre dans la cavité branchiale à côté de l'uretère, tandis que chez les Dibranthes elle s'ouvre dans le rein. Je croyais alors que *Nautilus* présentait le stade primitif ; mais je pense maintenant que c'est une erreur. La communication du péricarde avec le rein se trouve en effet chez tous les Céphalopodes, tantôt plus au fond du sac rénal, tantôt (*Eledone*) près de l'orifice de l'uretère ; et *Nautilus* représente seulement un stade plus avancé où cette ouverture se trouve déjà au côté de l'orifice rénal au lieu d'être dans l'intérieur même du rein. Mais les idées sur l'organisation de *Nautilus* se sont déjà très modifiées. Il est certainement vrai qu'il présente beaucoup de traits d'une organisation inférieure ; mais il serait très peu exact de croire qu'il en est ainsi pour tous ses organes. C'est ainsi que la branchie ventrale de *Nautilus* correspond à la branchie unique des Dibranthes (VON JHERING, 29, p. 14) et

que la seconde paire de branchies et de reins de *Nautilus* est une acquisition propre à ce genre.

Les Tétrabranches dérivent des Dibranchez chez lesquels il n'y a aucun vestige d'une paire de branchies et de reins atrophiés ; et c'est une erreur de croire que les Céphalopodes paléozoïques soient tous tétrabranches : cela a été prouvé par des recherches zoologiques et paléontologiques. J'avais donné (29) la preuve que l'aptychus des Ammonitidæ et des Goniatidæ est l'homologue de la plaque cartilagineuse nuchale des Dibranchez, résultat adopté par STEINMANN et quelques autres paléontologistes, tandis que BARRANDE, BRANCO, etc. ont prouvé que la protoconque des *Ammonites* et *Goniatites* est très différente de celle des Nautilidæ, de sorte qu'il est évident que ces Céphalopodes paléozoïques et secondaires étaient des dibranchez.

Quant aux bras des Céphalopodes, PEELSENER (48) a combattu mes idées ; mais je crois qu'il accorde trop d'importance à l'embryologie des Dibranchez. Pour moi, dans cette question, le système nerveux est décisif et je crois que l'interprétation du système nerveux de *Nautilus* dont j'ai donné la première description complète, et les homologues que j'ai établies entre lui et les Dibranchez, ne sont pas altérées par PEELSENER, et je crois que des observateurs futurs les reconnaîtront exactes.

D'ailleurs, pour la question qui m'occupe ici, cette controverse n'a guère d'importance. Je me borne donc à insister sur ce fait que la cavité coelomique des Céphalopodes est très grande et qu'elle consiste non seulement dans la cavité viscéro-péricardique, mais que la capsule génitale en fait aussi partie et que la communication entre le rein et la cavité coelomique existe. La glande génitale est développée dans la cavité coelomique sans avoir de canal déférent. Les produits génitaux sont par conséquent évacués dans la cavité coelomique. La signification morphologique des canaux excréteurs génitaux n'est pas encore connue, que je sache. Il y a, à cet égard, une différence importante entre les Céphalopodes, et les autres classes de Mollusques, puisque les conduits génitaux ne sont pas constitués par leurs reins, dont l'homologie avec les reins ou organes de Bojanus des Lamellibranches, etc., fut prouvée par BOBRETZKY, à l'aide d'études embryologiques. Mais, en tous cas, les glandes génitales n'ont pas de conduit excréteur direct et leurs produits

entrent dans la cavité coelomique qui donne libre passage de la capsule génitale à la cavité viscéro-péricardique et au rein.

Un cas analogue à celui des Céphalopodes existe seulement chez une partie des Amphineures. *Chiton*, à cet égard, est déjà très modifié, puisque les conduits génitaux sont déjà détachés des reins, qui, de même que l'appareil génital, présentent deux orifices symétriques. Au contraire, chez *Proneomenia* et *Dondersia*, il existe une franche communication entre la cavité de l'appareil génital, le péricarde et le rein ; chez ces formes, les produits génitaux sont évacués dans la cavité coelomique, déjà réduite ici à la cavité péricardique, qui est en libre connexion avec les reins par lesquels les produits génitaux sont amenés au dehors.

Ces homologues ont été discutées presque dans le même sens par RAY LANKESTER (42), mais j'avais déjà donné la même explication du coelome des Céphalopodes, huit ans plus tôt (29, p. 11 et suiv.) et déjà en 1877 (28, p. 591, 599 et suiv.) j'ai comparé le péricarde des Mollusques à la cavité coelomique des Vers, en me basant sur les communications entre les reins et le coelome chez les Vers, entre les reins et le péricarde chez les Mollusques. A la même époque, j'ai détruit le mythe de la relation de l'appareil circulatoire et du péricarde, en montrant que ce dernier n'a pas d'ouvertures pour l'entrée du sang, mais qu'il est complètement fermé, à part l'ouverture conduisant au rein.

Je peux donc réclamer pour moi le mérite d'avoir le premier compris la relation entre le coelome, le péricarde et les reins, et j'avais exprimé l'espoir que l'embryologie confirmerait ce résultat. C'est ce qui est arrivé : Les observations de ZIEGLER sur le développement de *Cyclas*, de SALENSKY sur celui de *Vermetus* et de SCHIMKEWITSCH sur celui de *Limax*, ont montré que le péricarde se forme dans le mésoderme entre les deux couches de celui-ci dont la couche splanchnique donne naissance au cœur. On ne trouvera pas surprenant que dans les diverses classes de Mollusques les relations du cœur et du coelome soient les mêmes, puisqu'elles sont telles chez les Vers segmentés.

On sait que les grands vaisseaux de ces Vers ne sont qu'un sinus sanguin développé autour de l'intestin ; et cette disposition s'est conservée chez une partie des Mollusques où le cœur est développé à la circonférence de l'intestin, ou, comme on le dit de préférence,

où le cœur est perforé par le rectum. En même temps, l'embryogénie nous a ouvert une nouvelle perspective pour la comparaison des organes des Mollusques et des Vers, puisque KOWALEWSKY chez *Dentalium*, SARASIN chez *Helix*, ont montré l'existence des tubes cérébraux, que ces auteurs ont comparé avec raison, à mon avis, aux « Seitenorgane » des Némertiens et Annélides.

III. — Les Otocystes ; les Coquilles sénestres.

Je crois qu'au sujet des otocystes, il n'y a pas de désaccord entre BOUVIER et moi, puisque je savais comme lui que l'otocyste des Tænioglosses n'a pas la même valeur que chez les Rhipidoglosses et Sténoglosses. Mais l'existence de familles transitoires n'empêche pas d'apprécier un caractère qui est très particulier chez les autres ; il en est de même avec le pénis et les autres organes employés pour la classification.

J'avais démontré que les formes primitives ont des otoconies nombreuses, et les formes les plus modifiées, comme les Sténoglosses, une seule otolithe. BOUVIER confirme ce résultat et attire l'attention sur ce fait que, contre toute attente, c'est l'otolithe qui prédomine dans l'embryogénie. Ce fait peut pourtant n'être pas aussi répandu qu'on le pensait, puisque BOUTAN (11) n'a pas signalé l'otolithe unique pour l'embryon de *Fissurella* où il en rencontra plusieurs. Mais, pour les genres où l'observation a été exacte, je crois que l'interprétation doit être celle que j'ai donnée autrefois (26, p. 18). Je crois que, dans le principe, l'otolithe apparaît comme organe embryonnaire, adapté à la vie larvaire qui diffère tant de celle de l'adulte. L'otolithe larvaire disparaît plus tard, remplacée par un nombre élevé d'otoconies que nous rencontrons chez les Diotocardes, etc., mais, chez les Sténoglosses, au contraire, elle persiste toute la vie, sans qu'il se forme d'otoconies. Il n'y a pourtant rien d'étonnant dans le fait que chez quelques familles de Tænioglosses nous rencontrons un stade transitoire à otolithes déjà persistantes, où la formation des otoconies n'est pas encore supprimée. Je crois donc que l'embryologie, au lieu de contredire les résultats

donnés par l'anatomie comparée, ne fait, au contraire, que les confirmer.

Dans beaucoup d'autres cas, l'embryologie, à l'encontre de la loi fondamentale biogénétique de HÆCKEL, ne peut servir en rien pour l'étude de la phylogénie. Ce sont les cas que HÆCKEL nomme *cénogénétiques*. Il est difficile de dire, dans bien des cas, si un fait embryogénique doit être considéré comme cénogénétique ou palinogénétique. C'est pourquoi j'avais déclaré (26, p. 48 et suiv.) que l'embryogénie n'est pas à même de donner sur la phylogénie du système nerveux des Mollusques les mêmes renseignements que l'anatomie comparée. Et si BOUVIER (12, p. 475) est arrivé maintenant au même résultat, comme aussi BERGH (9, p. 176), ce n'est pas là un hasard, et la même chose se reproduira pour tous ceux qui, comme nous l'avons fait, étudieront la morphologie comparée des Mollusques.

En tout cas, il faut toujours un examen très sérieux, pour savoir si un fait embryologique peut être interprété comme palinogénétique ou cénogénétique. On ne peut pas dire que les savants qui se sont adonnés à des études embryologiques exclusives, ont toujours travaillé avec assez de prudence, surtout chez les Mollusques, j'appuie ici les remarques de BOUVIER (12, p. 475) sur les travaux de FOL, BOUTAN et SARASIN, dont les résultats sont en opposition avec tout ce que l'anatomie comparée et la paléontologie nous apprennent d'une façon identique, sur la phylogénie des Cochlides. Mais j'insisterai aussi sur une question d'un intérêt tout particulier.

Il n'y a aucun autre groupe de Mollusques qui m'ait autant occupé tant au point de vue morphologique que systématique, que les Nudibranches. Dans mon livre sur le système nerveux, j'ai montré qu'il y a une série continue dans l'évolution du système nerveux, des Nudibranches jusqu'aux Pulmonés. De même que, chez les Cochlides, les Zeugobranthes sont les formes les plus inférieures, ce sont, chez les Ichnopodes, les Nudibranches et une partie des Tectibranches. On a combattu ce résultat en déclarant que les Nudibranches, possédant une coquille à l'état larvaire, dérivent de Gastropodes testacés. C'est là une argumentation très sommaire, mais sans trace de raisonnement logique. Car personne ne doute que les Mollusques ne soient dérivés des Vers, qui n'ont point de coquille larvaire ; il est donc évident que chez les ancêtres des Ichnopodes, il s'est formé,

à une certaine époque, une coquille larvaire, qui disparaît après la vie larvaire. C'est là le cas des Nudibranches ; alors qu'au contraire chez les Tectibranches la coquille larvaire se conserve en général au delà de la vie de l'embryon.

On peut m'objecter que chez les genres qui en sont dépourvus, la coquille peut être réduite. Cela est certain : le cas existe chez les Pulmonés où j'ai signalé depuis longtemps le fait que *Limax* possède le muscle columellaire comme *Vitrina*, tandis que *Arion* (pour lequel je ne vois pas de raisons de le ranger encore parmi les Hélicidæ, au lieu d'en faire une famille à part, comme pour les Philomycidæ) a les muscles isolés, c'est-à-dire non confondus en un muscle columellaire, et dont les embryons ne possèdent point de coquille larvaire.

Le cas est donc bien différent chez les Nudibranches. Il n'y a ni muscle columellaire ni aucun autre fait montrant que ces animaux dérivent de Mollusques testacés. Il n'est pas probable que les Nudibranches nous représentent les formes desquelles se sont détachés les autres Ichnopodes, mais, en tous cas, ils ont gardé beaucoup de traits primitifs dans leur organisation. J'y reviendrai plus loin et je dirai seulement ici que la coquille larvaire n'a pas la signification qu'on a voulu lui donner. Elle peut, en effet, aussi bien être un organe exclusivement larvaire qu'un indice de l'origine des Ichnopodes testacés. C'est seulement la morphologie comparée de tous les Ichnopodes qui peut élucider les relations existant entre les différents sous-ordres et nous montrer quelles sont les formes les plus modifiées et les plus primitives.

Parmi les points sur lesquels BOUVIER et moi nous différons d'opinion, il y en a encore un dont je dois parler : c'est la question des *Ampullaria* sénestres. BOUVIER a fait connaître ce fait très curieux que, malgré leur coquille sénestre, ces Mollusques présentent l'organisation normale des *Ampullaria* dextres ; et il en conclut qu'il y a à cet égard une différence entre les Cochlides et les Ichnopodes.

Mais les faits, comme l'explication, sont bien différents. Je renvoie ici à une notice que j'ai publiée sur cette question (27). Un conchyliologiste danois, M. COLLIN, étudiant les Mollusques marins

de son pays, fut frappé par le fait que dans une certaine localité il trouva beaucoup d'exemplaires de *Buccinum undatum* à coquille sénestre. Il conserva plusieurs exemplaires des deux formes, en alcool, et me les montra : sans pouvoir en faire l'anatomie, je pus me convaincre qu'il y avait situs inversus viscerum, car le siphon, la branchie et la pseudobranchie, au lieu de se trouver à gauche, étaient situés à droite, et les organes ordinairement situés à droite, comme le rectum, le pénis, etc. étaient développés au côté opposé. C'était donc le même cas que chez les Pulmonés, où les animaux à coquille dextre sont toujours dextres, et sénestres ceux à coquille sénestre.

Comment alors s'expliquer le cas des *Ampullaria* « sénestres » ? Tout simplement parce que ces coquilles ne sont pas sénestres, mais *ultra dextres* !

Si la spire d'un *Ampullaria* dextre se raccourcit de plus en plus, il en résulte finalement la coquille planorbiforme de *Ceratodes* ; et, si le même processus se continue encore, la spire se développe au côté opposé. Pour s'expliquer ce phénomène, il suffit de faire une spirale plane à l'aide d'un tube de caoutchouc : l'on verra alors, qu'en tirant la spire un peu d'un côté, elle devient dextre, tandis qu'en la poussant au côté opposé, elle devient sénestre. Et il est bien évident que, par ces modifications de l'enroulement, l'animal ne subit pas de changement, et que l'on ne rencontrera de coquilles ultra-dextres ou ultra-sénestres, que dans les genres ou familles où existent des coquilles planorbiformes ; or, si je ne me trompe, parmi les Cochlides récents, la famille Ampullariidæ seule, nous offre l'exemple de coquilles à spire plane et planorbiforme (*Ceratodes*). Le raccourcissement de la spire, qui, dans ce dernier genre, en est arrivé au stade planorbôide, est poussé plus loin et au pôle opposé dans *Lanistes*, où la coquille est ultra-dextre et l'animal dextre.

Il faudrait de nouvelles études pour savoir si le même cas se répète chez d'autres Gastropodes. Actuellement, je ne connais plus qu'un seul cas analogue, c'est celui de *Planorbis*. On a beaucoup discuté sur la question de savoir si ce genre est dextre ou sénestre ; mais une discussion sérieuse scientifique n'est plus possible sur ce point, comme je l'ai répété et comme l'a prouvé depuis longtemps LACAZE-DUTHIERS. Je signalerai, à cet égard, un fait curieux : si *Planorbis* est sénestre, on croirait que les formes scalaires, qui sont

moins rares dans ce genre que dans la plupart des autres Gastropodes, vont nous offrir comme cas atavique, une coquille sénestre ; et c'est, en effet, ce que l'on a observé, CAILLIAUD (18) ayant figuré un exemplaire scalaire sénestre de *Pl. leucostoma* (un autre cas intéressant me fut communiqué récemment par M. STERKI, mais je ne sais à quelle espèce il se rapporte). Mais dans la plupart des cas, comme surtout dans ceux de PIRÉ, les formes scalaires de *Pl. complanatus* (46) sont dextres. Or, bien que l'animal ne fut pas examiné, on ne doutera pas qu'il était bien normal et sénestre et que la coquille était ultra-sénestre. La façon dont la forme plane de *Planorbis* se change en forme ultra-sénestre nous est très bien connue par les études de HILGENDORF, sur *Pl. multiformis* de Steinheim. On a voulu émettre l'hypothèse (CLESSIN) que les formes scalaires ont pour cause une épaisse couche de *Lemna* à la surface de l'eau. Je ne crois pas nécessaire de combattre l'hypothèse qui n'est pas admise généralement et qui, à part toutes les objections qu'on peut lui faire, est combattue par les résultats que nous possédons maintenant sur les coquilles ultra-sénestres, etc., qui ne sont pas la conséquence de phénomènes traumatiques ou pathologiques, mais qui représentent le stade extrême du raccourcissement de la spire.

On a appelé *hétérostrophes* les coquilles à spire perverse, contraire à celle qui constitue la règle dans l'espèce, et *orthostrophe*, la coquille normale. Cette dernière est en général dextre, mais chez certaines espèces elle est sénestre ; et, si dans une espèce sénestre apparaît une coquille dextre, celle-ci est hétérostrophe.

Mais on n'a pas distingué jusqu'ici le cas des coquilles *hypers-trophes*, ainsi qu'on peut appeler celles dont j'ai parlé tantôt. Les cas connus, jusqu'ici, de coquilles hyperstrophes sont seulement ceux des Ampullaires et des Planorbes ; peut-être faudra-t-il y joindre les Bellerophontidæ et d'autres genres paléozoïques.

Primitivement, tant chez les Cochlides que chez les Ichnopodes, toutes les coquilles étaient dextres. Chez les Cochlides, c'est probablement par le développement asymétrique des organes uro-génitaux que s'est confirmée cette condition, déjà rencontrée chez les Zeugobranches. Mais, chez les Ichnopodes, on peut dire qu'il est probable que la situation dextre de l'anus-rein et appareil génital était, dès le principe, le facteur décisif pour l'enroulement de la spire. Dans le principe, toutes les coquilles étaient donc ortho-

strophes et dextres, chez les Cochlides et Ichnopodes. S'il y a déjà, à l'époque silurienne, des *Euomphalus* sénestres, il reste à étudier s'ils sont hétérostrophes ou hyperstrophes, ce que la comparaison des espèces voisines peut décider.

Jusqu'ici on a confondu ce que j'appelle maintenant hétérostrophe et hyperstrophe ; c'est ainsi que, par exemple, les paléontologistes parlent de la partie initiale de la spire chez quelques genres de Cochlides paléozoïques, comme hétérostrophe: *Solarium*, *Mathilda*, *Agnesia*, *Turbonilla*, etc. Ce commencement de spire est hétérostrophe d'après KOKEN. Je trouve très remarquable ce que cet auteur dit sur ce sujet (38, p. 355 et suiv.), mais je ne puis accepter l'emploi de ce terme hétérostrophe, pour les changements que la spire subit chez le même individu. Les relations entre l'animal et la coquille sont si constantes qu'il faut tout d'abord les apprécier. C'est ce qu'on fera si l'on accepte ma proposition d'appeler hétérostrophe un individu dont l'animal, avec *situs inversus viscerum*, a produit une coquille inverse à la direction normale de la spire chez l'espèce à laquelle il appartient ; et de même on parlera d'espèces et de genres hétérostrophes relativement aux autres espèces ou genres de la même famille ; mais, en tout cas, l'hétérostrophie est un phénomène qui se manifeste *entre individus différents*.

Au contraire, les modifications de la spire dans une même coquille appartient toujours à la même spirale, que celle-ci soit positive, plane ou négative, comme dit KOKEN, ou qu'elle soit orthostrophe, plane ou hyperstrophe, dans la terminologie proposée. La coquille peut être tout de suite orthostrophe, ou bien dans le commencement hyperstrophe et ensuite orthostrophe. KOKEN croit nécessaire une terminologie plus complexe pour les modifications de la partie initiale de la coquille ; je n'en suis pas convaincu, mais je suis d'avis que la question doit être reprise, en expliquant, à l'aide de figures, ces modifications de la spire. Mon intention était seulement de repousser toute discussion purement conchyliologique, qui, en ne considérant pas les relations intimes de l'animal et de sa coquille, se trouve dans l'impuissance de donner des résultats satisfaisants.

L'importance qu'il y a à bien saisir, dans la discussion morphologique, la question de l'hétérostrophie, est rendue évidente par la divergence qu'il y a, à cet égard, entre BOUVIER et moi, ainsi que

par une erreur de SPENGLER, qui, voyant l'organe de LACAZE à droite chez les Limnées et à gauche chez les Physes, croyait devoir en tirer la conclusion que, dans le principe, il y avait, chez les Branchiopneustes, deux organes de LACAZE, dont l'un persistait chez les genres à coquille dextre, l'autre chez ceux à coquille sénestre. La discussion sur la cavité branchiale nous montrera que cela est inexact. En effet, le cas de situs inversus s'observe aussi chez d'autres animaux. Ce n'est qu'une de ces anomalies que la nature produit quelquefois dans le développement, par exemple en échangeant les valves droite et gauche chez des Lamellibranches, en divisant le corps d'un échinoderme en 6 rayons au lieu de 5, ou en divisant la région cervicale (1) chez *Bradypus*, en 9 segments au lieu de 7 chez les autres mammifères.

En terminant cette question, je dois remarquer que je n'ai pas tenu compte de la nombreuse littérature sur ce sujet, car je crois que le temps des discussions purement *conchyliologiques* est passé. J'ai donc examiné seulement les faits importants, et je renvoie, pour les autres, aux nombreuses publications sur la question, de RECLUZ, BAUDON, CLESSIN, et surtout MÖRCH (*Journ. de Conchyl.*, t. II, 1863, p. 235 et suiv.)

IV. — La Classification des Cochlides.

1.— Si nous nous occupons finalement de la classification des Cochlides, il me faut tout d'abord protester contre l'abus que l'on a fait souvent des noms que j'ai proposés pour les nouveaux groupes de la classification que j'ai établie.

J'avais, le premier, démontré que les Hétéropodes, souvent comparés aux Ptéropodes, ne sont en réalité que des Cochlides pélagiques. Le système nerveux des Hétéropodes n'est jusqu'ici qu'in-

(1) Voy. VON JHERING, Das peripherische Nervensystem der Wirbelthiere. Leipzig, 1878. — L'école de GEGENBAUR n'a pas accepté cette manière de voir, qui ne me paraît cependant pas réfutée par FÜRBRINGER à l'aide de son hypothèse de transformations répétées des plexus, hypothèse qu'il faudrait accepter de confiance, car elle ne peut être prouvée. Mon hypothèse de l'intercalation ou de l'excalation de segments me semble être beaucoup plus d'accord avec les faits anatomiques.

complètement connu; et il faudrait de nouvelles recherches anatomiques et embryologiques pour juger des modifications que les ganglions pleuraux ont subies, et pour savoir si les idées de SPENGLER et de BOUVIER, qui constituent le meilleur de nos connaissances actuelles sur ce point, sont correctes, ou s'il faut les modifier et comment. J'ai ainsi réuni les Hétéropodes de LAMARCK aux Prosobranches de H. MILNE EDWARDS, dans une classe des Arthrocochlides, ou, comme je l'ai dit plus tard, en abrégé, de Cochlides. J'ai employé ce dernier nom, pour la première fois, dans un guide de SELENKA, publié en 1878, et pour lequel j'avais donné quelques notes sur les Mollusques. J'ai traité plus tard de la classification de ces animaux (33, p. 525) et établi des groupes systématiques bien naturels.

Si plus tard SPENGLER a changé le nom de Cochlides en celui de Streptoneures, je dois protester contre ce remplacement d'un nom proposé par moi pour une classe créée par moi. Si les représentants de la « Zoologie scientifique » sentent le désir ou le besoin d'entrer dans le domaine de la systématique, il leur faut aussi respecter les lois de nomenclature et de priorité acceptées par cette branche de la science. SPENGLER, à ce point de vue, ne s'y est guère conformé vis-à-vis de moi; il a changé les noms Zeugobranches et Anisobranches en Zygobranches et Azygobranches. S'il pensait que ces noms sont plus appropriés, c'est un avis que je ne partage point. On peut d'ailleurs différer d'opinion sur une question de ce genre, mais en tout cas, comme les noms que j'avais créés sont formés correctement et ont la priorité, il n'est pas permis de les remplacer par d'autres. Où en arriverions-nous si chacun se croyait autorisé de changer les noms proposés par d'autres, alors qu'il accepte le groupement pour lesquels ils sont créés ?

2. — Quant à la position des Hétéropodes, je ne trouve pas qu'on doive les réunir aux Tænioglosses, bien que ce soit en réalité leur place naturelle. Mais le système zoologique ne peut être complètement identique avec les tableaux phylogénétiques, et ce n'est pas son but. Le système doit être un guide pour la détermination, et, par ce motif, il faut laisser à part les ordres spécialisés au lieu de les réunir à ceux dont ils dérivent. On peut diviser les Chiastoneures, d'après

leur anatomie, en des sections très naturelles et faciles à distinguer; mais, si l'on veut inclure les Hétéropodes dans la diagnose, on devrait faire, au sujet de la branchie, du système nerveux, etc., la description si générale et si vague, qu'elle n'aurait que très peu de valeur pour ceux qui désirent s'occuper des Mollusques. Je crois donc que les différences essentielles qui caractérisent les Hétéropodes aussi bien que des raisons d'opportunité, recommandent de conserver ce groupe comme un ordre spécial des Cochlides.

3. — Quant aux Orthoneures, ils représentent un ordre distinct des Cochlides, dont j'ai déjà parlé. En résumant ce que j'ai exposé ici, je dirai que c'est le mérite de SPENGLER et BOUVIER d'avoir corrigé deux erreurs essentielles que j'avais commises : l'interprétation de la pseudo-branchie comme une branchie rudimentaire, et celle des Zygoneures comme Orthoneures. Au contraire, SPENGLER (60), HALLER (24) et PELSENER (50), en niant l'existence de deux groupes distincts : Orthoneures vrais et Chiastoneures, parmi les Rhipidoglosses, sont tombés de leur côté dans l'autre extrême. Si BOUVIER n'a pas accordé à la différence entre Chiastoneures et Orthoneures la valeur que je leur attribue, je doute qu'il puisse persévérer dans cette opinion qui ne peut être défendue contre les arguments que j'ai exposés. Cet auteur ne paraît pas, d'ailleurs, accorder à mes travaux l'importance qu'on leur reconnaîtra sans doute plus tard; si on laisse de côté les deux erreurs que j'ai reconnues, on se convaincra facilement que mes résultats et ceux de BOUVIER sont identiques dans tous les points essentiels. C'est ainsi que j'ai parfaitement bien indiqué les caractères propres du système nerveux des Zeugobranches et les modifications qui se sont produites chez les formes plus spécialisées; de même, j'ai reconnu les changements qu'a subis le mufle et le mode de formation de la trompe; j'avais compris la radula des Rhipidoglosses comme le type primitif duquel s'est développé successivement celle des Tænioglosses et des Sténoglosses et j'ai signalé les différences très importantes qui existent entre les formes primitives et les plus spécialisées, au point de vue de l'appareil génital. Enfin, en indiquant les principaux traits de la phylogénie, j'ai montré que les faits paléontologiques concordent bien avec ceux tirés de la morphologie, et

d'autres faits (*Bellerophon*, par exemple) sur lesquels BOUVIER appuie aussi, sans dire que nos résultats sont identiques.

En un mot, cet auteur insiste plus sur les désaccords qu'il y a entre nous que sur l'identité de nos résultats. Sans doute mes recherches présentaient des inexactitudes que BOUVIER a corrigées ; mais les siennes mêmes ont aussi été corrigées et complétées par les monographies parues depuis la publication de son travail.

Le but de mes études n'était pas de donner une série de monographies minutieuses, mais d'arriver à une idée générale des modifications que subit le système nerveux central chez les Mollusques, de voir combien la théorie, dominante, d'une identité de composition dans les différentes classes correspondait aux faits et enfin de rechercher si l'anatomie comparée et celle du système nerveux pouvaient donner de nouveaux renseignements sur les affinités des diverses classes et sur leur classification.

Pour les Cochlides surtout, le matériel suffisant me manquait pour bien des genres ; et, si l'étude d'un exemplaire unique, souvent mal conservé, ne donne pas des résultats complets et définitifs, cela ne méritait pas une censure aussi sévère. En outre, je travaillais, pendant si longtemps, sur toutes les classes de Mollusques, alors que la plupart de mes contradicteurs se bornaient à des divisions restreintes.

Je suis d'ailleurs, comme l'a remarqué BOUVIER, habitué d'être censuré rigoureusement, surtout par mes compatriotes, pour chaque point de désaccord avec ceux qui m'ont suivi dans la voie que j'ai ouverte, alors que jusqu'ici on ne m'a pas rendu justice pour les germes de progrès contenus dans mes travaux. Cela suffira pour expliquer que maintenant j'insiste plus sur les nombreux et importants points de concordance de nos résultats, que sur les différences secondaires qui existent entre nous.

Il est naturel que ceux qui m'ont suivi aient ajouté aux résultats de mon travail de nombreux faits nouveaux, en dehors des données spéciales sur le système nerveux. Mais je crois que, d'un autre côté, on reconnaîtra qu'en dehors de ce dernier système, il ne peut y en avoir d'autre plus important que l'appareil génital, dont j'ai fait connaître peu à peu les traits généraux de l'évolution, résultats qui seront certainement fertiles pour les travaux futurs.

Plus encore que sur la concordance de nos résultats, j'insisterai

sur l'identité de notre méthode de travailler, à BOUVIER et moi. J'ai toujours proclamé la nécessité d'examiner les séries d'évolution dans les différentes classes. Il n'est pas, en effet, d'une méthode scientifique de comparer le système nerveux d'un Cochlide à celui d'un Ichnopode, comme cela a été fait. On sait que pour moi ces deux classes sont absolument différentes; on peut soutenir que ce n'est qu'une hypothèse non prouvée, mais on ne peut pas davantage faire admettre le cas opposé comme prouvé, et parler de l'unité de la classe des Gastropodes, puisqu'il n'existe ni formes intermédiaires entre les Cochlides et les Ichnopodes, ni fait anatomiques qui rendent une telle connexion probable.

Celui qui, sans égard pour les connexions naturelles, comparerait *Paludina* à *Limnæus*, ne pourra jamais juger des homologues ou analogues existant entre ces animaux, puisqu'il n'y a pas une forme typique ni une identité d'organisation, soit chez les Cochlides, soit chez les Ichnopodes. Les formes extrêmes n'ont que peu de ressemblance avec les primitives, dans leur organisation. Si l'on veut donc connaître la valeur morphologique d'un certain stade, il faut étudier comparativement les familles voisines. Et l'on verra alors que ce qui unit les divers groupes systématiques d'une classe n'est pas l'organisation selon un *type imaginaire*, comme le pensait CUVIER et le pensent encore aujourd'hui les derniers représentants impuissants de son école, mais l'identité de la direction dans l'évolution phylogénétique. C'est seulement quand on connaît cette évolution dans la série des genres et familles voisins, que l'on peut juger de l'homologie des organes: c'est ainsi que les ganglions pédieux des Cochlides et des Ichnopodes sont très différents, celui des Cochlides les plus spécialisés représentant la partie antérieure, concentrée, des cordons pédieux unis par des anastomoses transversales chez les Zeugobranches, tandis que le ganglion pédieux des Ichnopodes est la partie latérale, déplacée vers la sole pédieuse, d'une masse ganglionnaire dorsale, qui est fermée, ventralement, par cinq commissures, une buccale et quatre autres, dont deux, la pédieuse et la subcérébrale, sont entrées dans la formation de la commissure pédieuse; je reviendrai d'ailleurs sur ce sujet.

L'homologie des organes apparemment identiques, pourvu qu'ils soient toujours bien comparables dans leurs conformation, position et relations, n'est prouvée que par leur concordance morphogé-

nétique qui prouve l'unité phylogénétique : c'est ce que j'ai soutenu depuis longtemps (26, p. 10 et suiv., 30, p. 260 et suiv.) et ce qu'on n'a pas accepté pour l'étude des Mollusques, en Allemagne et en Angleterre, où l'on continue de discuter les relations de la Trochosphère au « mollusque primordial », et de comparer la pseudo-branchie à l'organe de Lacaze des Pulmonées. Il est bien naturel que dans ce cas on ne puisse être disposé à examiner sérieusement mes explications sur la différence fondamentale entre les Cochlides et les Ichnopodes. On comprendra donc que j'ai accueilli avec satisfaction le travail de BOUVIER et que j'espère voir les recherches ultérieures de BOUVIER, PEISENER et autres qui acceptent une partie des idées pour lesquelles j'ai longtemps combattu sans succès, contribuer beaucoup à ce que l'on puisse s'entendre, non pas à l'aide de considérations vagues sur l'embryogénie des « Mollusques » et des « Vers », mais grâce à des études morphologiques étendues portant sur les séries évolutives des différents ordres et classes, puis sur les convergences ou divergences existant entre les séries phylogénétiques observées chez les Mollusques.

4. — Il n'est pas besoin de dire ici que les théories de SPENGLER (67), BÜTSCHLI (17) et autres, sur la torsion du système nerveux des Cochlides, ne méritent plus d'être discutées, parce que l'existence des Orthoneures démontre que les changements dans la position de l'anus n'ont rien à voir dans la formation de la Chiastoneurie. Les Orthoneures sont symétriques dans leur système nerveux et dans l'innervation de la branchie ; ils sont enroulés comme les Chiastoneures et ont sans doute la même origine que les autres Rhipidoglosses. Il est évident, pour cela, que la Chiastoneurie est, comme je l'ai expliqué, indépendante de ces torsions. Cette explication est moins séduisante que celle de la torsion, mais elle résulte, au moins, de faits connus.

On ne peut douter que la Chiastoneurie est une organisation particulière, dérivant de l'Orthoneurie. Il est alors de la plus grande importance de voir que la formation de la Chiastoneurie n'est pas encore terminée chez les Cochlides archaïques. En effet, la commissure viscérale, très longue chez les Monotocardes, est courte chez les *Fissurella* et *Patella* ; le croisement n'y est pas complet, puisque

le ganglion supra-intestinal n'est pas situé au côté droit, mais dorsalement, près de la ligne médiane; comme chez les Orthoneures, il n'y a, dans la commissure viscérale, que trois ganglions, les palléaux et abdominal. Il n'y a pas encore de ganglion supra-intestinal et sous-intestinal à l'origine des nerfs chiasmopalléaux ou bien s'il y en a un vestige, ces renflements ganglionnaires sont encore presque insignifiants. Aussi ces nerfs chiasmopalléaux n'ont pas l'importance qu'ils ont chez les Pectinibranches, parce que les nerfs symétriques des ganglions palléaux sont encore très bien développés, et peut-être même y a-t-il des genres où ils participent à l'innervation de la branchie.

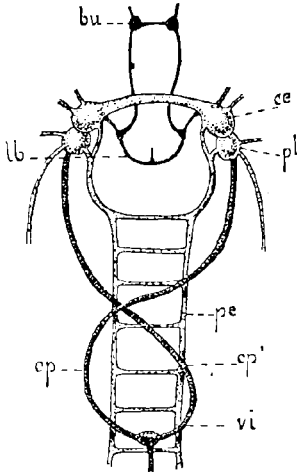


Fig. 3. Système nerveux des ancêtres des Chiastoneures, combinaison hypothétique : *cp*, points où naissent les nerfs chiasmopalléaux des Chiastoneures ; *pl*, ganglion pleural; autres lettres comme dans fig 1, p 159.

Dans la fig. 3, je donne la composition hypothétique du système nerveux des formes intermédiaires entre les Orthoneures et les Chiastoneures. Il ne diffère de celui des Orthoneures que par le dérangement de la commissure viscérale, abstraction faite naturellement de la disparition de la branchie droite et de différences secondaires dans la longueur de la commissure. Nous aurions, au contraire, le type chiastoneure, si aux points *cp* et *cp'* naissaient des nerfs chiasmopalléaux (je reviendrai plus loin sur cette figure). Il s'en suit que chez les Zeugobranches, la branchie était primitivement innervée par le nerf palléal homopleure et par le nerf chiasmopalléal; et si les nerfs chiasmopalléaux n'ont pas encore la sphère d'innervation

complète des autres Chiastoneures, la conclusion naturelle en est que ces nerfs sont une acquisition des Chiastoneures, chez lesquels les branchies étaient, dans le principe, innervées par les ganglions palléaux homopleures, comme c'est encore le cas chez les Orthoneures actuels.

Il me semble impossible d'arriver à quelque résultat, dans la comparaison du système nerveux des Cochlides avec celui des autres Mollusques, si l'on ne veut pas admettre les conclusions que nous avons exposées. Le développement de la chiastoneurie est bien facile à suivre chez les Chiastoneures étudiés jusqu'ici ; mais il est bien naturel que les stades que nous en connaissons ne soient pas les seuls et que ce développement présente, chez les Zeugobranches paléozoïques, d'autres conditions qu'il faut reconstituer en comparant les parties homologues chez les différentes classes de Mollusques.

5.— Si l'on compare le système nerveux des Orthonéures avec celui des Solénoconques et des Lamellibranches, on est frappé par une différence fondamentale : l'absence de connectifs cérébro-viscéraux et viscéro-pédieux (pleuro-pédieux) chez ces derniers. Si on considère leur commissure viscérale comme leur connectif cérébro viscéral, il reste toujours cette grande difficulté que chez les Lamellibranches, il n'a pas de connectif viscéro-pédieux et que le système nerveux, si bien fermé chez les « Gastropodes », reste ouvert : il consiste seulement en deux anneaux divergents et simples, sans connectifs de réunion ; le système nerveux est alors ouvert : *lytoneure*, tandis que chez les Gastropodes, il est fermé par les connectifs viscéro-pédieux ou *kleistoneure*. De même que les Solénoconques et les Lamellibranches, les Céphalopodes et les Amphinéures sont aussi lytoneures ; pour ce qui concerne les Céphalopodes, je m'en rapporte aux conditions primitives représentées par *Nautilus*.

Nous avons vu que les Cochlides archaïques se rapprochent beaucoup des Mollusques lytoneures, tant par la duplicité des reins que par le rectum perforant l'intestin et les relations du cœlome. Il faudra donc expliquer comment le système nerveux kleistoneure des Cochlides correspond à celui des Lytoneures. J'ai déjà (26) parlé de ces différences du système, mais j'ai laissé en doute les homologues du système viscéral, et les recherches ultérieures ont modifié mes idées d'autrefois. Il me semble que maintenant on peut essayer avec plus de chances de succès, d'expliquer la correspondance du système nerveux kleistoneure des Cochlides avec celui des Lamellibranches, qui est lytoneure. Une observation importante

de PLATE vient y aider. Cet auteur a trouvé (47) que chez *Dentalium*, le connectif viscéro-pédieux existe, mais intimement lié au connectif cérébro-pédieux. La partie du ganglion supra-œsophagien qui donne naissance à ce connectif viscéro-pédieux est un peu séparée du ganglion cérébral et est par conséquent considérée par PLATE comme le ganglion « pleural » (Fig. 4). C'est là une observation qui nous mène du domaine des hypothèses dans le champ des faits. Peu importe que la séparation des deux connectifs existe toujours chez les Solénoconques ou si chez d'autres genres ou espèces, ils sont confondus comme dans les Lamellibranches, car il est prouvé ainsi que le ganglion cérébral des Solénoconques et Lamellibranches contient aussi le ganglion palléal.

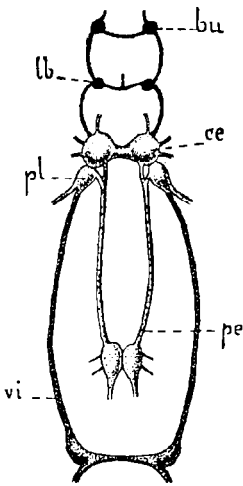


Fig. 4. — Système nerveux de *Dentalium*. Lettres comme dans la fig. 3 (page 189).

Il n'y a donc pas de connectif viscéro-pédieux apparent chez les Lytoneures, parce qu'il est confondu avec le connectif cérébro-pédieux. Il est très probable que cette relation représente l'état primitif, parce que les connectifs sont complètement confondus. Chez les Cochlides, nous avons trop souvent le ganglion palléal accolé au ganglion cérébral, mais jamais les connectifs n'y sont confondus. Si l'on fait abstraction des commissures labiale et buccale, il n'y a donc, entre les systèmes nerveux des Lamellibranches et des Orthoneures, d'autres différences que dans la position du ganglion palléal, confondu avec le cérébral chez les Lytoneures, avec le ganglion pédieux chez les Zeugobranches. Il s'en suit que la disposition présentée par les Zeugobranches connus jusqu'ici et par les Orthoneures, dérive d'un

stade plus primitif où le ganglion palléal était accolé au ganglion cérébral.

6.— Un système nerveux bien pareil à ce stade encore inconnu chez

les Zeugobranches, est celui des Amphineures. Nous ne savons pas encore si, chez les Solénogastres, existent les deux commissures antérieures de *Chiton* : la buccale et la sublinguale (labiale), et il faudrait les rechercher ; pour *Proneomenia*, HUBRECHT a seulement décrit la commissure sublinguale. Les autres différences entre les Solénogastres et *Chiton* sont seulement graduelles, comme par exemple le développement d'un ganglion impair supra-œsophagien chez *Proneomenia*, tandis que chez *Chiton*, il n'y a pas de différenciation en ganglions cérébraux et commissure cérébrale. L'origine du nerf latéral (nerf palléal primaire von Jhering) correspond, chez *Chiton*, au ganglion palléal, et la commissure infra-œsophagienne y sera l'homologue de la commissure viscérale, si, bien entendu, la connaissance du système nerveux de *Chiton* n'est pas incomplète et si l'on ne trouve pas une commissure viscérale inaperçue jusqu'ici. En tout cas, on ne sait pas encore nettement d'où viennent, chez *Chiton*, les nerfs du rein, du cœur et de l'appareil génital ; et il faudrait rechercher si ces nerfs naissent de la commissure sous-pharyngienne. Les nerfs issus de cette commissure doivent, d'ailleurs, être étudiés de nouveau. C'est seulement lorsqu'on connaîtra l'innervation des viscères que l'on pourra déterminer où est la commissure viscérale des Amphineures : quant aux ganglions sublingaux, ils correspondent à la commissure labiale. Et HALLER a montré que l'organe que j'ai décrit chez *Chiton* comme organe subradulaire, est aussi représenté chez les *Patella* et les *Trochidæ*.

Les nerfs latéraux de *Chiton* sont considérés comme l'homologue de la commissure viscérale des Lamellibranches par SPENGLER, qui a conservé ainsi une erreur que j'avais commise, avant d'avoir découvert l'anastomose terminale de ces cordons. Cette anastomose se trouvant au-dessus de l'anus, il est impossible, comme l'a aussi déclaré BÜTSCHLI, de comparer les nerfs latéraux à la commissure viscérale, même au cas où se détacheraient de ces cordons des nerfs pour les viscères.

Il me semble que ces nerfs latéraux sont homologues aux nerfs palléaux primaires, issus chez les Cochlides, des ganglions palléaux. L'énorme développement de ces nerfs chez les Amphineures, paraît, d'après ce qu'on sait aujourd'hui, une particularité de cette classe. L'importance de ces quatre cordons longitudinaux est démontrée aussi par les observations de KOWALEWSKY sur l'embryogénie de

Chiton. Il me semble donc, comme l'admet aussi HUBRECHT, que la classe des Amphineures est très naturelle. Il est vrai que la différence entre *Chiton* et les Solénogastres est grande, surtout quant à l'appareil génital; mais nous rencontrons les mêmes différences chez les Lamellibranches et les Cochlides, où il y a aussi des genres ectotrèmes et entotrèmes. Depuis surtout qu'on a découvert la radula des Solénogastres, il n'y a aucune raison de ne pas accepter une classe dont les divers genres ne diffèrent pas plus entre eux que ceux des Cochlides.

7. — Nous avons vu que les quatre classes de Mollusques lytoneures ont beaucoup de rapports avec les Cochlides, de manière que l'on ne peut douter que le système nerveux kleistoneure de ces derniers ne dérive du système lytoneure, ce qui n'exige pas de grandes modifications : le déplacement du ganglion palléal allant du cérébral des lytoneures vers le pédieux, suffisant pour produire le système kleistoneure des Orthoneures. Il serait donc anti-naturel de séparer les Kleistoneures et les Lytoneures, vu qu'ils forment ensemble une division naturelle que j'ai appelée *Arthromalakia*, par opposition aux *Platymalakia* ou *Platycochlides* qui montrent plus de relations avec les Vers Platyhelminthes, et qui sont représentés par les Ichnopodes (= Opisthobranche + Pulmonés) et les Ptéropodes. Si l'on accepte que les Ptéropodes sont plus voisins des Ichnopodes et que les Cochlides montrent plus de relations avec les Solénoconques et les Lamellibranches, on reconnaîtra que la classe des Gastropodes ne peut être conservée, comme je l'avais soutenu depuis quatorze ans.

Il résulte donc de mes études, que le système nerveux des Cochlides dérive de celui des Lytoneures.

Parmi les faits connus chez les différents *Arthromalakia*, il faut citer le système nerveux buccolabial. Nous le connaissons comme un caractère primitif des Cochlides, où il est dégénéré chez les Pectinibranches par dissolution de la commissure labiale. Une dégénération semblable existe chez les Lamellibranches, où elle s'explique par la réduction et l'atrophie de la masse buccale, ce qui correspond

à la manière de vivre de ces animaux, qui ne saisissent pas leur nourriture avec la bouche. Néanmoins, le système buccolabial existerait encore, d'après MAYOUX (44), chez *Meleagrina*, et on le trouvera peut-être encore chez d'autres espèces. Ce système existe aussi chez les Solénoconques et chez *Chiton* et peut-être dans d'autres genres d'Amphineures ; je crois enfin qu'il existe chez *Nautilus*, où j'ai préparé le ganglion buccal et les nerfs correspondant à la commissure labiale, sans pouvoir suivre leur anastomose qui existe probablement. A tous ces mollusques à système buccolabial se joignent, comme j'ai dit, les Chaetognathes (comparer les figures dans le texte : 1, 2, 3 et 4).

Chez les Platycochlides, il n'existe rien du système buccolabial ; il n'y a que les ganglions buccaux. Il faudra, à l'avenir, étudier si l'anatomie ou l'embryologie des Vers montre aussi d'autres familles avec masse buccale et système buccolabial. Il paraît que ce dernier manque aux Géphyriens.

Je ne doute pas que, une fois que l'on aura reconnu l'exactitude de mes recherches sur l'origine polyphylétique des Gastéropodes, ma découverte se révélera aussi comme très utile et importante pour l'étude de la phylogénie des Vers, où il y a aussi bien des *Platyscolicides* et des *Arthroscolicides*, que des divisions correspondantes chez les Mollusques. En dehors du système nerveux, ce sont les appareils excréteurs et génitaux qui serviront à bien les distinguer. Tandis que maintenant l'on accepte un grand nombre d'ordres ou classes réunies parmi les Vers, plus tard on réunira parmi les Arthroscolicides, ceux dont les glandes génitales sont dépourvues de conduits excréteurs spéciaux ou bien chez lesquels les néphridies servent à l'expulsion des produits génitaux, comme chez les Arthrocochlides. Au contraire, chez les Platyscolicides, comme chez les Platycochlides, la glande génitale toujours impaire, est pourvue d'un appareil excréteur spécial, indépendant des néphridies. De même que chez les Mollusques, ces différences doivent être appréciées chez les Vers.

Il est bien naturel que, comme chez les Arthromalakia, il peut se développer des oviductes ou spermatoductes secondaires, ou qu'un conduit excréteur peut disparaître, comme chez certains Rotateurs, de même qu'il est probable que toutes ces différences ne s'opposent pas à une origine commune. Mais en étudiant ces modifications et en

suivant les séries évolutives, je crois qu'on reconnaîtra, chez les Vers comme chez les Mollusques, que l'un des faits morphologiques les plus importants se trouve dans la nature de l'appareil excréteur des organes génitaux. Je suis disposé à accorder plus d'importance à ces faits qu'à la segmentation, qui peut se produire dans différentes classes de Vers et dont l'origine mono ou polyphylétique n'est pas encore élucidée. L'importance de cette hypothèse est manifeste aussi, si l'on considère l'origine des Vertébrés, dont on peut exclure les animaux à glandes génitales sans relations avec les néphridies.

De cette façon il est probable que la Phylogénie des Mollusques, une fois qu'elle sera connue dans ses traits principaux, ne peut rester sans influence sur les recherches phylogénétiques portant sur les Vers et sur d'autres phylums du règne animal.

II.

LES ICHNOPODES.

I. — Le Système nerveux.

Sous ce nom j'ai réuni les Opisthobranthes et les Pulmonés. Si SPENGLER (60) a dit, et PELSENER (52) et BOUVIER (12) ont répété, que j'ai donné ce nouveau nom aux Opisthobranthes, il suffit d'un coup d'œil sur la table des matières de mon livre, pour se convaincre que c'est inexact.

Chez les Ichnopodes, il y a des formes à système nerveux très pareil à celui des Orthoneures ; mais l'étude comparative montre que la valeur morphologique des centres est tout autre que chez les Cochlides.

J'ai donné dans mon livre (26) les homologies et le développement successif du système nerveux, comme il se présentait à moi. Chez les genres les plus primitifs des Opisthobranthes, il n'y a que trois paires de ganglions : les cérébraux, pédieux et viscéraux. C'est une erreur de croire, comme l'a fait DE LACAZE-DUTHIERS pour *Tethys* (40, a) que le ganglion viscéral des Nudibranches est composé de

tous les centres du « système asymétrique » qui existent chez les Pulmonés. L'étude comparative prouve que la commissure viscérale des Nudibranches est simple et privée de ganglions chez beaucoup de Nudibranches, et que chez quelques-uns d'entre eux et chez les Tectibranches, le nerf génital dont l'origine se déplace du ganglion viscéral à un certain point de la commissure chez quelques genres, sort de cette dernière sans y former de ganglion (*Gastropteron*, et beaucoup d'*Æolidiidae*), tandis que chez d'autres, le ganglion génital existe simple ou double, et les ganglions font encore défaut à l'origine des nerfs palléaux, comme chez *Philine* et *Doridium*. Les études de VAYSSIÈRE ont confirmé ce résultat, et cet auteur a insisté sur le fait que les nerfs issus, chez d'autres genres, de la commissure viscérale, sortent encore chez *Gastropteron*, etc. du ganglion protoviscéral. Celui-ci n'est pas toujours simple et représente quelquefois deux ou trois parties confondues ou séparées, mais c'est là un fait sans importance, parce que le déplacement des nerfs pariétaux et branchial se fait sans que les parties du ganglion viscéral primitif (ou protoviscéral, comme je l'ai appelé) y prennent part. Chez *Philine*, où le nerf branchial sort de la commissure sans y former un ganglion, le ganglion protoviscéral droit est divisé en deux parties, comme chez *Doridium* où ce nerf sort du ganglion. Il est donc évident que les ganglions formés dans la commissure, à l'origine des nerfs, sont, chez les Opisthobranches, des formations secondaires, des ganglions deutoviscéraux, comme je les ai appelés. Au contraire, le ganglion protoviscéral, privé de nerfs qui se sont déplacés sur la commissure, devient le ganglion commisural (tandis que j'ai adopté, pour les Cochlides, la terminologie de BOUVIER, quant au ganglion palléal, pour les Platycochlides ou Platydes, je conserve la signification de ganglion commisural).

Nous rencontrons le même cas chez les « Nudibranches » des trois sous-ordres de cet ordre, les Sacoglosses possèdent déjà toujours, comme je le crois, deux ou trois ganglions deutoviscéraux. Au contraire, les autres Nudibranches typiques présentent seulement les trois parties (cérébrale, pédieuse, viscérale) plus ou moins séparées, dans chaque moitié du système nerveux central ou du proto-ganglion.

Le ganglion protoviscéral est intimement accolé au ganglion cérébral, et M. VAYSSIÈRE dit, par exemple, que chez *Tylodina* il

n'existe pas de ganglion viscéral (d'après le « referat » du Jahresbericht de 1883), cela veut dire qu'il n'y a pas de séparation distincte dans la masse cérébro-viscérale. Les nerfs viscéraux sortent du ganglion viscéral; seulement, le nerf génital naît déjà souvent de la commissure viscérale, quelquefois encore assez près du ganglion, dans d'autres cas, plus ou moins au milieu de la commissure. En général, il n'y a pas de ganglion à l'origine du nerf génital, mais, chez *Facelina drumondi*, j'y ai trouvé une cellule ganglionnaire (26, Pl. I, fig. 4) et chez *Rizzolia*, BERGH en a rencontré deux (8, Pl. I, fig. 4). Dans d'autres cas, il y existe un petit ganglion, comme par exemple, chez *Polycera quadrilineata*, d'après BERGH (32, Pl. fig. 6), tandis que chez d'autres espèces de *Polycera*, ce ganglion deutoviscéral fait défaut. On voit donc que chez les Nudibranches, comme chez les Tectibranches, le ganglion génital de la *commissure viscérale* est une formation secondaire, bien différente du ganglion génital développé *sur le trajet du nerf génital*.

Si nous faisons abstraction de ce ganglion génital de la commissure viscérale, la composition du système nerveux central est la même chez les Nudibranches typiques (excl. Sacoglosses) que chez les Pleurobranchides et chez une partie des Tectibranches, sinon chez la plupart. Les genres de Tectibranches qui nous apparaissent comme les plus archaïques : Umbrellidæ, *Tylodina*, *Pelidæ*, ont un système nerveux de la même composition que les Pleurobranchides et les Nudibranches typiques; c'est-à-dire qu'il n'y a que trois paires de ganglions : cérébraux, pédieux et protoviscé-
raux, confondus en un protoganglion uni à celui de l'autre côté par une commissure très courte; les commissures sont aussi les mêmes : en dehors des commissures buccales, j'en ai décrit trois, pour les Nudibranches, dont l'une, que j'ai appelée subcérébrale, n'était pas connue jusque-là. Mais actuellement, je sais (et j'ai déjà indiqué, 32, p. 18 et suiv.) qu'il y en a quatre, dont je vais m'occuper ici.

1° Dans beaucoup de cas et même dans la règle chez les Nudibranches typiques, la *commissure viscérale* est simple; dans d'autres cas, elle donne naissance au nerf génital, originairement issu du ganglion protoviscéral droit. Chez une partie des Nudibranches (la plupart des Dorididæ, etc.), la commissure viscérale est unie aux autres commissures dans une gaine névrilemmatique com-

mune, où les commissures sont quelquefois distinctes, quelquefois plus ou moins confondues. Dans d'autres cas, la commissure viscérale est séparée des autres, surtout quand le nerf génital s'est déjà déplacé sur cette commissure : c'est le déplacement de ce nerf sur la commissure viscérale qui est la cause pour laquelle cette dernière se sépare des autres.

La réunion complète de toutes les commissures, très fréquente chez les Dorididæ, se rencontrerait aussi, d'après les travaux de BERGH, chez certains Phanérobanches, par exemple chez les genres *Bæolidia*, *Fenrisia* et quelques *Tritonia* (*plebeia* et *lineata*).

On voit donc que chez les Nudibanches et chez les Tectibanches, le processus de la formation des ganglions deutoviscéraux est complètement le même, et l'on doit en conclure que le système nerveux « notoneure » à commissures réunies et confondues, et avec yeux et otocystes sur la face dorsale de la masse protoganglionnaire, représente le stade le plus primitif connu jusqu'ici pour les Ichnopodes.

Mais ces différences au sujet de la commissure viscérale n'ont pas d'importance pour la classification, puisqu'il y a des espèces à commissure sans nerf ou à nerf génital avec ou sans ganglion génital deuto-viscéral, tant chez les Æolidiidæ que chez les Dorididæ, etc. Il est facile de se convaincre de ces faits, qui ont été décrits de la même façon par BERGH et par moi ;

2° Des trois autres commissures infra-œsophagiennes, la *pédieuse* est toujours la plus forte, assez variable, du reste, en longueur ;

3° A côté d'elle se trouve, chez les Nudibanches la commissure que j'ai appelée *subcérébrale*, presque toujours rapprochée de la pédieuse et quelquefois confondue avec elle. Chez les Nudibanches, elle sort du ganglion pédieux, mais elle n'y a pas son origine, qui se trouve dans le ganglion cérébral. VAYSSIÈRE a découvert cette commissure chez les Tectibanches. Elle existe aussi chez les Branchiopneustes, où elle a été décrite pour *Limnæus* par DE LACAZE-DUTHIERS et BÆHMIG (10), et chez les Néphropneustes, où je l'ai signalée pour *Peronia* et *Vaginulus*, et SIMROTH, BÆHMIG et AMAUDRUT (1) pour les Helicidæ.

Chez les Tectibanches, j'ai découvert une autre commissure reliant les deux ganglions pédieux et qui donne naissance à un nerf pédieux impair : c'est la *commissure parapédieuse*. Elle est tou-

jours plus longue et moins grosse que la commissure pédieuse et située en arrière d'elle. C'est évidemment une fausse commissure, formée par l'anastomose des deux nerfs, et l'artère pédieuse s'enfonce dans le pied, entre elle et la commissure pédieuse proprement dite. Elle fut trouvée par moi et VAYSSIÈRE chez tous les Tectibranches examinés, et VAYSSIÈRE l'a rencontrée aussi chez *Umbrella*. Il serait intéressant de savoir si les Peltidæ la possèdent déjà. Elle existe aussi chez *Auricula* (VON JHERING) et *Limnæus* (DE LACAZE-DUTHIERS), donnant ainsi une preuve de plus des relations intimes qui existent entre les Tectibranches et les Branchiopneustes. Mais on ne l'a rencontrée ni chez les Nudibranches et Pleurobranches, ni chez les Néphropneustes ;

4° La quatrième commissure infra-œsophagienne des Ichnopodes paraît surtout développée chez les Nudibranches. Elle ne donne pas origine à des nerfs. Je l'ai observée chez *Polycera* (32) où elle sort du ganglion protoviscéral ; il semble que BERGH l'a vue aussi chez un autre genre de Polyceridæ, *Idalia* (5, p. 17, Pl. II, fig. 2 et 5), où elle sort aussi du ganglion viscéral, tandis que la commissure subcérébrale, toujours en relations avec les ganglions pédieux, paraît y être confondue avec la commissure pédieuse. Je propose de nommer cette quatrième commissure la *paracérébrale*. BERGH l'a observée chez *Acanthopsole lugubris* (6, p. 31, Pl. VI, fig. 12), où il dit que la commissure subcérébrale est double. Il n'a pas examiné l'origine de ces commissures, mais il est probable que la paracérébrale sort du ganglion pédieux. Le même auteur l'a encore vue chez *Melibe* (7, Pl. X, fig. 5e), où il la décrit comme une « commissure sympathique ». Il me semble que là où cette commissure paracérébrale n'existe pas d'une façon apparente, elle est confondue avec la viscérale.

Jusqu'ici elle n'a été observée que chez les Nudibranches, mais il serait possible qu'elle existât aussi chez les Néphropneustes. C'est ainsi que WYMAN indique grossièrement, chez *Glandina*, trois connectifs reliant la masse ganglionnaire infra-œsophagienne aux ganglions cérébraux (66, p. 419, Pl. XXIII, fig. 4). Les recherches de AMAUDRUT (1) paraissent plus exactes. Cet auteur a observé une commissure subcérébrale unissant les ganglions cérébraux en dessous de l'œsophage, située en avant des ganglions pédieux et accolée au connectif cérébro-pédieux. Comme je n'ai pas vu cette

commissure, je n'en puis rien dire ; mais je trouve remarquable que DE LACAZE-DUTHIERS, en étudiant les connectifs et le nerf acoustique, chez les Pulmonés, ne l'ait point aperçu. Ne possédant d'ailleurs pas le travail de AMAUDRUT, je ne saisis pas la relation de cette commissure avec l'aorte céphalique. Si celle-ci passe en dessous d'elle, cette dernière ne correspond pas à la commissure paracérébrale, car celle-ci, comme les trois autres commissures qui lui sont plus ou moins réunies, forme une anse par laquelle passe l'œsophage et l'aorte.

AMAUDRUT croit que la commissure qu'il a trouvée chez les Pulmonés est la subcérébrale et que je me trompe en croyant que cette commissure subcérébrale est plus ou moins confondue avec la pédieuse ; mais c'est là une erreur. L'explication du système nerveux des Pulmonés nous est donnée par celui des Opisthobranches, chez lesquels il est prouvé par mes recherches, celles de BERGH et VAYSSIÈRE, que la commissure subcérébrale est toujours accolée à la pédicule ou même confondue avec le connectif cérébro-pédieux.

Il est possible que la commissure paracérébrale, sortant du ganglion viscéral, ait son origine réelle dans le ganglion cérébral et naisse par conséquent tantôt du ganglion proto-viscéral, tantôt du cérébral. La commissure décrite par AMAUDRUT correspond donc peut-être à la paracérébrale des Nudibranches, ou peut-être à la commissure labiale, c'est-à-dire à l'anastomose entre deux nerfs labiaux que l'on ne connaît jusqu'ici seulement chez *Archidoris*, *Limnæus* et *Vaginulus*, mais qui est probablement beaucoup plus répandue.

Je ne puis donc pas, pour le moment, me faire une idée sur l'homologie de la commissure décrite par AMAUDRUT, mais il est certain pour moi, que cet auteur a fait erreur en la prenant pour la subcérébrale.

Il faut, en tout cas, de nouvelles recherches sur cette question des commissures. On voit bien cependant qu'il faut distinguer entre les commissures véritables et primitives et les secondaires. Chez quelques genres de Dorididæ, etc. (1), les commissures sont plus ou

(1) D'après DE LACAZE-DUTHIERS (40 a) les recherches de BERGH et les miennes ne seraient pas exactes quant aux commissures de *Thetys*, genre qui est déjà célèbre par les erreurs que certains savants ont commises sur son organisation (40 b, etc). L'étude que j'ai faite de sections transversales de prétendus *Phænicurus* (ou *Vertumnus*), m'a montré quelquefois, au milieu, le petit tube hépatique qui manque dans d'autres cas. Je crois que les papilles où il manque sont des papilles régénérées.

moins confondues. Nous avons suivi les modifications que subissent ces commissures, dont le nombre peut s'élever à quatre, et que je propose d'appeler les *archi-commissures*. Outre la commissure paracérébrale, les archicommissures sont alors la pédieuse et la sub-cérébrale, qui sont plus ou moins intimement accolées ou unies, tandis que la viscérale est celle qui se détache des autres la première. Les *commissures accessoires* ou secondaires sont le parapédale et la labiale.

Je ne crois pas que l'on puisse étudier le système nerveux des Ichnopodes sans arriver au résultat que j'ai exposé ; et, si l'on peut encore en douter, j'appellerai l'attention sur un fait curieux sur lequel j'ai déjà insisté une fois. La masse ganglionnaire sous-œsophagienne des Helicidæ, même chez les genres où s'observe la plus grande concentration des centres, est toujours perforée au centre par l'artère pédieuse. Je crois qu'il est impossible de donner de ce fait une autre explication que celle d'après laquelle cette artère pédieuse se serait formée chez des genres où ces centres étaient bien éloignés, comme par exemple chez les Tectibranches. D'après mes recherches et celles de VAYSSIÈRE, l'artère pédieuse passe, chez les Mollusques, entre les commissures pédieuse et parapédale. Si alors se produit la concentration des ganglions de la commissure viscérale, l'artère passera nécessairement entre les centres pédieux et viscéraux, comme c'est, en effet, le cas chez les Helicidæ.

D'un autre côté, il est évident que la réunion des commissures chez les Nudibranches ne représente pas le cas d'une concentration secondaire, puisque l'artère pédieuse ne passe pas entre les commissures viscérale et pédieuse. Ce fait prouve donc que l'artère pédieuse des Tectibranches et Pulmonés s'est formée seulement depuis la séparation des commissures viscérale et pédieuse, étant jusque-là fonctionnellement remplacée par cinq autres rameaux. Je ne comprends pas comment BOUVIER peut dire que ce sont là des considérations que l'on peut admettre « si l'on veut ». Pour moi, au contraire, c'est la seule explication des faits découverts par moi, et que moi-même ai seul discutés.

C'est, à mon avis, une lacune très sensible, dans presque tous les travaux modernes sur le système nerveux, de n'avoir pas observé les relations des artères aux centres nerveux et aux commissures. VAYSSIÈRE seulement s'est occupé de cette question. BOUVIER n'a

malheureusement observé ces relations que chez *Buccinum*, où l'artère pédieuse passe, comme chez les autres Cochlides que j'ai observés, en avant du ganglion pédieux, tandis que chez les Ichnopodes elle passe *en arrière* de ces ganglions. Il serait possible que, parmi les Cochlides les plus modifiés, comme les Sténoglosses, il y ait des genres où se forment déjà de nouveaux rameaux artériels passant en arrière des ganglions pédieux; mais, jusqu'ici, il ne semble pas qu'un tel cas ait été observé; ce serait d'ailleurs une exception à la règle constatée jusqu'ici pour les Cochlides. Il est donc évident que les observateurs futurs doivent étudier avec plus de soin les relations des centres nerveux avec les intestins et les artères. Ainsi, par exemple, PELSENER (51) a donné de nouvelles recherches sur le système nerveux des Ptéropodes; mais, comme il n'a pas observé les relations de l'artère pédieuse, on ne peut juger de la valeur morphologique de la seconde commissure pédieuse qu'il a découverte. Est-ce la commissure parapédale existant chez tous les Tectibranches et Branchiopneustes, ou la commissure subcérébrale ou encore celle-ci confondue avec la pédieuse? Si elle correspond à la parapédale déplacée un peu en avant, l'artère pédieuse passera entre elle et la commissure pédieuse.

On voit donc bien qu'il est possible de poursuivre toutes les modifications que subit le système nerveux dans la classe des Ichnopodes; et il n'y aura que ceux qui se rendent compte de ces différences et de leur développement qui seront capables de juger les homologues des centres nerveux. Quelle différence n'y a-t-il pas entre la formation du ganglion pédieux des Cochlides et celle du même ganglion des Ichnopodes, entre les ganglions intestinaux des Orthoneures et pariétaux des Helicidæ? S'il y a néanmoins encore des tentatives de comparer entre eux les ganglions viscéraux des « Gastropodes », ce sont des anachronismes, comme la théorie que les sept premières plaques de *Chiton* correspondent à la coquille des Neritacés et la dernière à l'opercule, celle que les Lamellibranches correspondent à deux Gastropodes confondus, et autres réminiscences du temps de la « Natur-philosophie ». Comparer le système nerveux de *Ampullaria* à celui de *Limnæus*, à l'encontre de tous les résultats de l'anatomie comparée, chercher l'homologie des gan-

glions intestinaux chez les Ichnopodes, etc., n'est pas d'une méthode scientifique, et ne vaut pas la peine de s'en occuper.

Les observations sur l'embryologie du système nerveux sont encore assez douteuses. Tandis que, d'après FOL, les centres sous-œsophagiens naissent du mésoderme chez les Pulmonés, les autres observateurs ont contesté ce résultat, en laissant naître ces centres de l'ectoderme, mais indépendamment des ganglions cérébraux. Il serait très curieux de savoir si quelque chose dans l'embryogénie rappelle les différences que l'anatomie comparée a fait voir entre le système nerveux des Cochlides et des Ichnopodes. Si l'embryologie répétait toujours le développement phylogénétique, l'origine des ganglions devrait être unique, un ganglion naissant de chaque côté de l'ectoderme du vertex, ganglion qui donne alors, par séparation, naissance aux différents centres. Mais on sait bien que ce n'est pas là le cas. Au contraire, chez les Nudibranches, d'après RHO (53), les proto-ganglions se développent isolément au lieu où ils se trouvent plus tard.

Il est donc évident que, dans la série des Ichnopodes, l'embryologie subit des modifications importantes. Nous savons que, ni chez les Mollusques, ni chez les Vers, il n'y a un système nerveux central de ganglions isolés, sans contacts. Or, comme dans le développement, les centres apparaissent séparés et se mettent seulement plus tard en connexion par des commissures, il est certain que, dans ce cas, l'embryologie n'est pas la récapitulation de la phylogénie. L'anatomie comparée et la paléontologie nous donnent des informations plus positives sur la phylogénie, tandis qu'il faut beaucoup de prudence dans la discussion des faits embryogéniques. Rien n'est plus étonnant que la hardiesse de certains auteurs, qui, en étudiant *une seule espèce* au point de vue embryologique, croient pouvoir démontrer les relations naturelles et la phylogénie des Mollusques.

II. — Le Foie.

Parmi les organes qui montrent les relations entre les Néphropneustes et les Opisthobranches, il y en a un qui me paraît digne

d'être étudié avec plus de soin : c'est le foie. Chez la plupart des Néphropneustes, il y a deux foies.

Il me semble qu'on ne peut saisir les homologues de cet appareil sans tenir compte des annexes du tube digestif des Nudibranches. Chez les Dorididæ, etc., il n'y a qu'un foie unique ; mais ces animaux ne présentent probablement pas un état primitif, puisqu'ils ont l'appareil génital triaule. Chez les autres Nudibranches que BERGH a nommés « Cladohépatiques », il n'y a pas de foie compact ; cet organe est formé de tubes ramifiés, comme chez les Planaires dendrocèles. La partie stomacale se prolonge en arrière comme un cul-de-sac impair énorme à nombreuses ramifications ; et l'intestin se détache de l'estomac au point de jonction entre le grand cul-de-sac et la partie antérieure de l'estomac qui est pourvue de deux foies antérieurs que je nommerai les foies accessoires. Pour ne pas répéter ici des choses bien connues, je renvoie au travail de BERGH (4) qui traite bien des trois foies et des canaux biliaires des Phanérobanches. Je fais seulement remarquer que même le genre *Phyllirhoe*, avec ses deux paires de foies, a trois canaux biliaires s'ouvrant dans l'estomac.

Nous trouvons la même disposition chez les Néphropneustes les plus inférieurs, ceux qui sont encore opisthobranches, qui n'ont pas encore la rétractilité complète des tentacules ni l'uretère secondaire et qui ont encore l'appareil génital triaule : c'est ainsi que *Peronia* a les trois foies bien développés (Pl. iv, fig. 6). L'estomac de ce genre est composé de deux parties : l'une qui est membraneuse dans laquelle s'ouvrent l'œsophage, l'intestin et les deux foies accessoires, l'autre qui est formée d'un sac très fort à parois épaisses et musculueuses à l'extrémité duquel s'ouvre le conduit excréteur du foie principal.

Chez *Vaginulus* (Pl. iv, fig. 7), les deux foies secondaires sont rapprochés mais non confondus. Il y a comme chez *Peronia* un estomac musculueux où débouche le foie principal, tandis que les foies secondaires s'ouvrent sur la partie membraneuse, entre le cardia et le pylore. De ces deux derniers foies, qui sont inégaux en forme et en grandeur, l'un a deux lobes et l'autre trois. Les deux lobes du premier débouchent l'un près de l'autre dans un diverticule commun qui ne diffère pas du reste de l'estomac, tandis que les trois lobes de l'autre foie accessoire s'ouvrent dans un sac qui est

séparé, par une saillie circulaire, du reste de l'estomac dont il se distingue par ses parois plus minces. L'œsophage est d'abord étroit, puis très vaste, en forme de jabot. Les deux espèces que j'ai étudiées (*V. tuberculosa* et *V. angustipes*) sont identiques à ce point de vue.

La seule différence entre *Peronia* et *Vaginulus*, au sujet du tube digestif, consiste donc en ce que les deux foies secondaires ont leurs canaux biliaires rapprochés chez *Vaginulus*, éloignés chez *Peronia*. Chez les autres Néphropneustes, la partie musculeuse de l'estomac a disparu, de sorte qu'il n'est plus possible de dire quel est celui des deux foies qui est homologue des foies secondaires confondus.

Comme chez les Tectibranches, les trois foies n'existent jamais aussi bien séparés — les Limnées et les Planorbes n'en ont qu'un seulement — il est évident que les Peroniidæ et les Vaginulidæ donnent l'explication des relations des foies des Néphropneustes, et que ces deux mêmes familles montrent, au sujet de leurs foies, des dispositions que l'on peut seulement comparer à celles des Phanérobanches.

III. — Organes génitaux et urinaires des « Pulmonés ».

On a conservé jusqu'ici un ordre de Pulmonés, réunissant les Pulmonés aquatiques ou basommatophores et les Pulmonés terrestres ou stylommatophores. J'ai émis, de mon côté, l'opinion que cet « ordre » est un groupe entièrement anti-naturel, parce que les Pulmonés basommatophores ne sont que des Tectibranches modifiés, tandis que les Pulmonés stylommatophores sont plus voisins des Nudibranches. Le poumon des uns, mes Branchiopneustes, correspond à la cavité branchiale des Tectibranches, tandis que celui des Helicidæ, etc., représente une portion modifiée du rein ou de son uretère, soit la partie terminale dilatée, soit un diverticule de celui-ci. Je ne crois pas devoir insister ici sur les relations des Branchiopneustes et des Tectibranches; je renvoie pour cela à mes travaux antérieurs.

Les Auriculidæ ont la même larve que les Opisthobanches (SEMPER;

voyez aussi BERGH, 9, p. 175). Leur système nerveux est identique, jusque dans les détails caractéristiques, comme la commissure parapédale et le nerf impair de la commissure buccale des Tectibranches qui existent aussi chez les Auriculidæ et les Lymnæidæ. Chez une espèce de *Auricula*, j'ai trouvé les plaques stomacales si communes chez les Tectibranches et qui manque habituellement aux Auriculacés ; et, d'autre part, l'estomac des Lymnæidæ, bien que dépourvu de ces plaques, est fort et musculeux à l'encontre de celui des Helicidæ. L'organe sensoriel décrit par LACAZE-DUTHIERS est pareil à celui situé chez les Tectibranches dans la cavité branchiale. Hormis la perte de la branchie, il n'y a de différence importante que dans l'appareil génital, pourvu de gouttière ciliaire chez les Tectibranches, et de vas deferens chez les Lymnæidæ. Mais ce vas deferens est d'une énorme longueur, parce que le pénis, comme chez les Tectibranches, est très éloigné de l'ouverture femelle. Il est donc très probable que ce vas deferens s'est développé phylogénétiquement, aux dépens de la gouttière ciliaire des Tectibranches et que ce processus, sinon chez les *Limmæus*, au moins chez les Auriculidæ, est répété encore dans le développement. Cette hypothèse n'est pas hasardée, puisque nous voyons ce phénomène se produire parmi les Néphropneustes : chez *Peronia* il y a encore une gouttière ciliaire, mais, au fond de cette gouttière, s'est déjà détaché le vas deferens situé dans la paroi du corps, tandis que chez *Vaginulus*, le vas deferens, également situé dans la paroi du corps, est sans connexion avec une gouttière ciliaire, qui, au moins à l'état adulte, n'existe plus. La gouttière ciliaire de *Peronia* est déjà un organe rudimentaire, sans fonction chez l'adulte.

Je ne comprends pas comment SEMPER et BERGH ont pu méconnaître cette signification de la gouttière ciliaire. Chez les Néphropneustes, comme chez les Branchiopneustes, se produit le même processus, qui transforme la gouttière ciliaire en canal mettant en relation, avec l'orifice génital, le pénis qui en est assez éloigné. Chez les deux sous-ordres, la formation de ce vas deferens aux dépens de la gouttière ciliaire est prouvée par sa situation dans la paroi du corps, comme nous l'avons vu pour *Vaginulus* et *Peronia*, et comme c'est la règle chez les Branchiopneustes. Les *Ancylus* font déjà exception, puisqu'ils possèdent un vas deferens libre ; et il est de même chez quelques espèces de *Planorbis* (*Pl. nitidus* et *fontanus*,

d'après LEHMAN, 43, p. 223-227), tandis que chez les autres, il est situé dans la paroi du corps. Le même processus s'effectue donc dans les deux sous-ordres, et il n'y a pas d'hypothèse qui soit capable d'expliquer ces faits si ce n'est celle d'après laquelle ce canal situé dans les parois du corps, entre les deux orifices génitaux, correspond à la gouttière ciliaire et que c'est d'elle que s'est détaché le vas deferens. Si nous voyons encore cette gouttière exister chez *Peronia*, n'est-ce pas la preuve de l'exactitude des résultats tirés de l'anatomie comparée ? La meilleure démonstration en est que j'avais exposé ces résultats pour *Limnæus* (30, p. 279) longtemps avant que le développement de l'appareil génital de cet animal fût étudié par KLOTZ, qui les a confirmés.

D'après les recherches de KLOTZ (37) sur le développement de l'appareil génital de *Limnæus*, le pénis y a une origine toute différente et indépendante du reste de l'appareil ; il se forme comme une invagination ectodermique, qui n'entre que secondairement en relations avec les autres parties de l'appareil, qui se forment dans l'intérieur du corps, aux dépens du mésoderme. C'est la confirmation par l'embryologie, du même résultat que j'avais depuis longtemps obtenu par l'anatomie comparée (30, p. 279). Chez les Tectibranches, le pénis est aussi complètement indépendant de l'appareil génital avec lequel il est réuni par la gouttière ciliaire, qui font cependant encore défaut chez quelques familles (Peltidæ, Umbrellidæ). Si l'on tient tous ces faits en considération, il est impossible de nier les affinités des Branchiopneustes et des Tectibranches, dont la cavité branchiale est alors homologue à la cavité palléale ou pulmonaire des Branchiopneustes. Il paraît, d'après les recherches de FOI, que le développement de la cavité pulmonaire n'est pas complètement le même chez les Helicidæ et les Limnæidæ ; mais il faudrait de nouvelles recherches sur ce sujet, principalement pour les Branchiopneustes.

La cavité pulmonaire des Néphropneustes, d'après BEHME (2) est indépendante de la formation du manteau. BEHME a observé que la cavité pulmonaire et le rein se forment chez *Helix* aux dépens d'une invagination qui paraît ectodermique et dont le fond forme le rein, et la partie distale, le poumon. Nous connaissons un genre de Néphropneustes où le sac pulmonaire ne dépasse jamais cet état primitif : c'est le genre *Philomycus*. Le poumon est là une poche libre,

à parois minces, sans relations avec le manteau et située entre celui-ci et les intestins. Vers l'ouverture de cette poche se trouve l'orifice du rein. Chez *Vaginulus* et *Peronia*, le poumon est aussi bien différent de celui des *Helix*, etc., étroit et situé dans la paroi du corps.

J'ai démontré (30) que l'uretère des Helicidæ n'existe pas toujours, et qu'il se forme dans ce sous-ordre, où quelques genres de Bulimides en sont complètement privés, tandis que chez d'autres genres ou espèces, la rainure urétrale est à moitié fermée ou finalement tout à fait. BEHME a entièrement confirmé ces observations, qu'il faudrait étendre à tous les genres de Néphropneustes. Sur quelques points je ne puis m'accorder avec les conclusions de BEHME. Il me paraît que son expression de « uretère primaire » n'est pas bien choisie et qu'elle ne correspond pas à ce que j'ai appelé ainsi. Chez *Borus* et *Philomycus*, il n'y a pas d'uretère primaire, qui n'existe que quand le rein est plus allongé. Il n'y a pas de séparation distincte entre le rein et la partie de celui-ci que BEHME appelle « uretère primaire ». Pour moi, ce dernier n'est que la partie antérieure du rein lui-même, un peu modifié dans son épithélium, et il n'y a là d'homologie qu'entre les orifices primitifs des reins, que celui-ci s'ouvre au fond du poumon ou près du pneumostome. La signification du « rein accessoire » ne paraît pas toujours la même.

La cavité pulmonaire est beaucoup plus réduite chez les formes archaïques que chez les Helicidæ s. str., et chez *Vaginulus* elle est très étroite, mais dans la ligne de continuation de ce qui correspond au rein accessoire, tandis que chez *Philomycus*, le poumon est développé à côté du rein. Mais je ne vois là rien qui puisse donner à BRAUN et à BEHME, de raison pour contester ma théorie des Néphropneustes. La position de l'orifice primaire du rein peut varier depuis les environs du pneumostome jusqu'au fond de la cavité pulmonaire, et nous ne savons pas encore quel est l'état le plus archaïque. Le développement montre l'unité du rein et du poumon ; et dans quelques cas le poumon peut être l'uretère primitif modifié, comme dans d'autres cas il peut représenter un diverticule, comme chez *Philomycus*. Une des questions capitales est la signification de cette poche pulmonaire du *Philomycus*. Il faudra étudier, par la méthode des sections, les relations avec les autres organes, chez les Néphropneustes comme chez les Branchiopneustes, et étudier le dévelop-

pement de la cavité pulmonaire, en continuant le travail de BEHME dans les autres familles.

En tous cas, ces études ont confirmé que l'uretère de *Helix*, etc., est une formation secondaire, comme je l'avais déclaré.

La différence la plus importante qui existe entre les Branchiopneustes et les Néphropneustes, est celle de l'appareil génital. L'anatomie comparée, comme je l'ai montré (33, p. 517 et suiv.), nous montre trois différents stades, quant aux conduits génitaux issus de la glande hermaphrodite. L'appareil génital des Monauls a ce conduit simple ; il y a seulement une rainure avec des plis longitudinaux pour la séparation des conduits mâle et femelle, mais cette séparation est incomplète. Je ne sais pas si elle est déjà complète chez les Actæonidæ comme chez les Branchiopneustes. Tous les genres étudiés par VAYSSIÈRE et par moi (*Umbrella*, *Gastropteron*, *Philine*, *Doridium*, *Aplysia*, *Bulla*) nous ont montré la même conformation. Chez les Tectibranches, le pénis est très éloigné de l'orifice génital, et, dans la règle, en communication avec lui par la gouttière ciliée. On ne peut douter que l'embryogénie prouve l'indépendance complète du pénis et de l'appareil génital, puisque cette indépendance fut démontrée pour les Limnæidæ.

Chez les Nudibranches et les Pleurobranches, il n'y a pas de pénis séparé de l'appareil génital. Le pénis n'est pas autre chose que la partie terminale du vas deferens, qui peut être dévaginé, ou rentré dans le corps par son muscle rétracteur. Le conduit génital est d'abord simple, mais dans sa partie moyenne, il se divise en deux conduits recteurs, mâle et femelle, qui se rapprochent et se confondent de nouveau à l'orifice extérieur : j'ai appelé ce stade : *diavule*. Je pense que la formation de la diavule est ici différente de celle des Branchiopneustes comparativement aux Tectibranches. Il n'y a pas de plis longitudinaux pour la séparation des conduits, mais les deux parties se séparent seulement par étranglement, formant une rainure pour le transport du sperme, qui se ferme plus tard et se sépare du reste du conduit. Au contraire, chez les Tectibranches il n'y a pas d'étranglement du canal primitif ; mais les deux plis s'y élèvent de plus en plus. Il faudra étudier si cette différence est conservée dans la formation embryogénique de l'appareil

génital des Helicidæ et des Branchiopneustes. Nous n'avons jusqu'ici aucune notion sur le développement de l'appareil génital des Nudibranches, mais il est très probable que les recherches futures démontreront que cet appareil diaule se forme par différenciation d'un appareil excréteur monaule, comme chez les Limnées.

Parmi les Nudibranches, il y a un groupe de familles : les Dorididæ ou Anthobranches, et les Phyllidiidæ, dont l'appareil génital est différencié en trois canaux : le vagin, le canal des spermatocystes et le vas deferens ; j'ai nommé ces familles à appareil compliqué, les *Triaules*. Le pénis y est conformé comme celui des Nudibranches diaules ; la différence consiste en une nouvelle division longitudinale qui partage le conduit femelle en deux canaux, de nouveau réunis à l'extrémité du vagin (33, p. 518, fig. c).

Nous avons déjà vu que les Branchiopneustes à appareil diaule se rapprochent tellement des Tectibranches, que leur appareil génital doit être considéré comme homologue de celui de ces derniers, quoique ceux-ci soient Monaules. Mais dans le principe, l'appareil diaule des *Lymnæus* est aussi monaule, d'après KLOTZ (37), et il y a peut-être déjà des Tectibranches diaules. L'appareil génital des Néphropneustes n'est pas en apparence très différent de celui de *Lymnæus*, mais en réalité il en diffère beaucoup. En général, l'appareil génital des Néphropneustes est diaule, mais on a déjà depuis longtemps signalé l'existence d'un appareil triaule chez certaines espèces : C'est ainsi que d'après LEHMAN (43), chez *Clausilia biplicata*, *cana*, *plicata* et *plicatula* le conduit du receptaculum seminis a une longue branche copulatrice aboutissant à l'utérus. Chez d'autres espèces, cette branche n'a pas de rapport avec l'utérus, comme chez les Helicidæ. En tout cas les recherches de LEHMAN, SCHMIDT, MOQUIN-TANDON ne sont pas assez précises et doivent être contrôlées. D'après LEIDY et BINNEY, cette communication existerait aussi chez quelques Héliciens des États-Unis ; mais leurs recherches manquent aussi de précision sur ce point. SEMPER, au contraire, a observé la communication du receptaculum avec l'utérus chez *Ariophanta raroguttata* (57, p. 53, pl. III, fig 17), tandis qu'elle n'existe pas chez les autres espèces.

Il serait très étonnant de voir des différences aussi importantes dans l'appareil génital d'espèces réunies dans le même genre, si l'on

ne savait maintenant que l'appareil génital diaule des *Helix* passe, dans son développement, par le stade triaule.

ROUZAUD (55) et BROCK (15) (1) ont, en effet, montré que chez *Limax*, *Helix*, etc., l'appareil génital entièrement formé par le mésoderme et monaule dans le principe, devient triaule par la division longitudinale de la partie moyenne, par deux sillons. BROCK n'avait pas bien interprété tous les faits nouveaux qu'il avait observés, et ses erreurs ont été aussitôt corrigées par moi, SEMPER et SIMROTH. Il n'y a plus aucun doute que de ces trois conduits embryonnaires, l'un est le vas deferens, un autre l'utérus, et le troisième, le receptaculum seminis réuni à l'utérus par un conduit provisoire qui disparaît bientôt, mais persiste quelquefois, comme SEMPER (58) l'a montré pour un individu anormal de *Helix pomatia*. BROCK a plus tard reconnu lui-même son erreur ; il insiste sur une observation intéressante de MANGENOT sur l'atrésie génitale d'un *Helix pomatia* où l'appareil reproducteur complètement développé se trouvait retenu dans l'intérieur du corps, sans communication avec l'extérieur, parce que l'invagination ectodermique ne s'était pas faite. Cette observation confirme les recherches de BROCK, prouvant l'origine mésodermique de l'appareil génital, comme aussi celles de KLOTZ sur *Limnæus*.

SEMPER a observé chez *Peronia* (58) contrairement aux observations de JOYEUX LAFFUIE (36) et chez *Vaginulus*, que l'appareil génital est triaule, possédant un canal qui fait communiquer le receptaculum avec l'utérus. En étudiant *V. tuberculatus* j'ai reconnu l'exactitude de cette observation. Je représente Pl. v, fig. 10, les organes génitaux de cette magnifique espèce, qui n'ont presque pas besoin de description, et sur lesquels je reviendrai pour les comparer à ceux de *Bulimus*.

Je ne doute pas que plus tard on retrouvera cette communication receptaculo-utérine dans beaucoup de cas. On sait que, chez beaucoup de *Helix*, *Bulimus*, *Clausilia*, *Zonitidæ*, etc., le canal du receptaculum seminis ou de la poche copulatrice possède un long diverticule, la branche copulatrice. Elle sert généralement ou

(1) Le travail de ROUZAUD fut corrigé, pour certains points importants, par BROCK ; mais il me semble que, parmi les points essentiels dont il est question ici, il y a une concordance remarquable entre les deux auteurs, sur l'existence de deux fentes longitudinales qui produisent l'appareil triaule, et sur la formation d'un bourgeon pénial.

toujours, pour recevoir le spermatophore. Je ne sais s'il existe sur ce dernier corps des recherches exactes qui me sont inconnues, mais les miennes propres (31) m'ont prouvé qu'il n'y a pas du tout d'appareil expulsif, comme dans ceux des Céphalopodes. Ce que j'en dis est parce que SIMROTH (59, p. 229) croyait que le spermatophore de *Amalia* est explosif, ce qui n'est pas exact. Je crois qu'il faudra de nouvelles études histologiques sur le capreolus ou spermatophore des Néphropneustes. Je connais bien le corps que SIMROTH a décrit comme capreolus chez *Amalia marginata*, mais je l'ai pris pour un organe excitateur. Lorsque j'ai voulu, plus tard, en étudier l'histologie, je ne l'ai plus retrouvé, fait qui semble en faveur de l'opinion de SIMROTH que ce serait le capreolus. Mais il est possible qu'il existe chez ce genre un dimorphisme sexuel, ce qui ne serait pas étonnant d'après les recherches de SIMROTH sur *Agriolimax* et les miennes (VON JHERING, Zur Kenntniss des Americanischen Limax Arten, *Jahrb. d. deutsch. Mal. Ges.* XII, 1885, p. 207) : nous avons trouvé que chez *Agriolimax*, il y a, à côté d'individus normaux, d'autres qui sont femelles, puisque le pénis et le vas deferens font défaut, et d'autres qui, présentant seulement l'appareil mâle bien développé, doivent être considérés comme de ce sexe. SIMROTH croit que ce sont les phases successives du développement génital, qui serait tantôt protandrique, tantôt protogyne ; mais je crois que cette hypothèse ne peut pas expliquer toutes les modifications rencontrées, et qu'il faut reconnaître qu'il y a là dimorphisme sexuel, à côté d'exemplaires normaux hermaphrodites. Chez *Anodonta riograndensis*, v. JHER, qui est hermaphrodite, j'ai rencontré des individus mâles, tandis que l'on ne voit pas de femelles. Ce serait donc un cas plus surprenant de voir, parmi les limaciens, des exemplaires de *Amalia*, pourvus du corps excitateur qui manqueraient à d'autres individus.

La raison pour laquelle je suis de cette opinion est non seulement que je n'ai pas vu de sperme, dans ce corps, mais aussi que je l'ai vu fixé, par sa base, à la paroi du receptaculum. SIMROTH a fait la même observation, mais il dit que le spermatophore s'était « fixé solidement par succion » (59, p. 219) à la paroi du receptaculum. Mais cela n'est pas possible, le spermatophore étant un corps cuticulaire, sans vie et sans muscles, comme aussi sans appareil expulsif. Dans *Cionella lubrica*, j'ai observé que, dans le receptaculum, cinq plis

longitudinaux, dont deux plus développés, sont munis d'excroissances élevées, en forme d'anneau; en haut, ils sont réunis, mais fixés. On peut facilement s'imaginer que ces corps peuvent produire un corps excitateur, comme celui de *Amalia*, que je crois être homologue. J'ai noté une fois que ce corps se trouvait libre dans la cavité du receptaculum; probablement il s'était détaché de son insertion pendant l'accouplement et peut-être les individus qui n'en possèdent point l'ont-ils perdu par l'accouplement, comme *Helix* perd son dard. C'est donc bien un corps excitateur et non un capreolus.

J'ai représenté (Pl. v, fig. 11 B.) le capreolus du grand *Bulimus* (*Borus*) *oblongus*. C'est un nouveau type de capreolus pour les Néphropneustes, puisqu'il n'est pas fermé. Il se trouvait dans le diverticule (*di*, fig. 11 A) du receptaculum; il avait 24 millim. de long; la partie renflée, qui contient le sperme, mesure 8,5 millim. de long et 5 millim. de haut. Tout le capreolus n'est qu'une lame cuticulaire un peu enroulée, fermée seulement en avant de la partie renflée. L'extrémité antérieure est formée par deux petites cornes courbées. Est-ce là la forme primitive du capreolus des Néphropneustes? Nous connaissons déjà des types de ce corps, lisses, ornés ou pourvus d'épines, à paroi simple et à cavité unique ou à cavité divisée par des cloisons en de nombreux compartiments, enfin une foule de différences, qui présenteront peut-être, avec le temps, de l'importance pour la classification, si l'on étudie mieux que jusqu'ici, c'est-à-dire par des coupes microscopiques, la structure de ces corps.

J'ai trouvé un spermatophore assez simple chez *Polycera* (32, Pl. I, fig. 4); mais je ne sais s'il y en a aussi chez les Tectibranches et les Branchiopneustes.

La figure 11 A représente l'appareil reproducteur du même *Bulimus*. Ce qui y est surtout remarquable est la séparation des deux orifices génitaux et la position du vas deferens près de la paroi du corps, entre les deux orifices. Il est intéressant de comparer cette figure avec celle de l'appareil génital de *Vaginulus tuberculosus* (fig. 10), qui se distingue surtout par l'existence du canal anastomotique (*an*) qui s'ouvre dans le diverticule du receptaculum seminis: ici ce canal se détache du vas deferens. Néanmoins, il est, à mon avis, homologue de celui des Héliciens, la différence s'expliquant par le déplacement de l'origine. On constate qu'il y a eu de

tels changements, en comparant les deux figures et en voyant la position différente du talon et de sa glande (*t* et *g*), qui sont réunis chez *Bulimus* et assez éloignés chez *Vaginulus*, où, outre l'origine du canal anastomotique, la glande aussi est déplacée sur le vas deferens. En comparant l'appareil génital de ces deux genres, il est évident que la partie supérieure du vas deferens, très longue chez *Vaginulus*, est entièrement raccourcie chez *Bulimus*, où, en outre, la branche anastomotique n'existe plus chez l'animal adulte, de même que la partie inférieure du vas deferens est aussi raccourcie chez le *Bulimus*. Une particularité spéciale de l'utérus de *Vaginulus* est la disposition de sa partie moyenne en un corps enroulé en spirale.

La branche copulatrice est quelquefois énormément développée, comme chez les *Campylœa* et les *Pentatœnia* surtout; dans d'autres cas, elle finit en un appendice filiforme, qui est probablement le reste de la communication receptaculo-utérine. En tout cas, il faudrait étudier l'embryogénie de cette branche pour savoir si cette hypothèse est exacte. Il ne semble pas que cette branche puisse servir pour la classification basée, non pas sur cet appareil, mais profitant des renseignements qu'il fournit. Qu'est-ce que le genre *Helix*? Un assemblage de *coquilles* plus ou moins pareilles! Je ne crois pas que, pour la séparation des sous-genres de *Helix*, on puisse faire usage du développement de l'uretère secondaire, puisqu'il est tantôt ouvert ou fermé en partie, tantôt complètement fermé, comme chez les *Bulimidæ*; mais je crois qu'il faut exclure tous les sous-genres où, comme chez *Vallonia*, n'existe pas du tout d'uretère secondaire. Je propose de restreindre le genre *Helix* aux formes à uretère secondaire plus ou moins fermé, à poches du dard et glandes multifides.

Pour résumer les différences dans l'appareil génital, nous avons donc trouvé deux facteurs d'une importance capitale pour la classification naturelle des Ichnopodes: l'état monaule, diaule ou triaule du conduit excréteur et l'homologie du pénis. Chez les Nudibranches et les Pleurobranches, le pénis n'est jamais que la partie terminale, plus ou moins modifiée du vas deferens, quelquefois un peu distant de l'orifice femelle, mais jamais très éloigné de ce dernier. Ce pénis est toujours une partie du conduit excréteur, et, comme il ne présente qu'un renflement du vas deferens, je propose d'appeler cette disposition de l'appareil génital: *pyxikale* (pénis renflé). Le pénis

des Tectibranches, au contraire, est une formation tout à fait indépendante de l'appareil génital, issu d'une invagination ectodermique, très éloigné de l'orifice femelle ; on peut nommer cette disposition : *érémo-kaule* (pénis éloigné ou isolé [de l'appareil génital]). Les Tectibranches, Branchiopneustes et Ptéropodes sont érémo-kaules. Mais on sait que chez les Branchiopneustes, la communication entre l'orifice génital et le pénis se fait par une gouttière qui s'est transformée en canal. Néanmoins, le développement du pénis est le même, c'est-à-dire ectodermique et indépendant.

Si maintenant nous voulons déterminer la position des Néphropneustes, nous avons déjà vu qu'ils sont triaules, et que par l'atrophie, à l'état adulte, de la branche anastomotique receptaculo utérine, la plupart des espèces ont un appareil génital diaule. Cette diaulie n'est donc pas comparable à la diaulie primitive des Nudibranches ; elle est secondaire ou acquise : nouveau signe que l'identité de conformation anatomique ne prouve pas nécessairement l'homologie, qui n'est démontrée que par l'identité morphogénétique. Aussi, l'appareil génital diaule des Branchiopneustes n'est-il pas homologue à celui des Néphropneustes ; mais c'est là, pour le moment, tout ce que nous pouvons dire sur celui de ces derniers. La question du pénis n'est pas encore éclaircie. SCHIEMENZ (56) a critiqué Brock parce qu'il n'admet pas l'homologie du pénis de *Limnæus* et des Helicidæ ; cependant, si l'on tient en considération l'embryologie seulement, on doit reconnaître que le pénis ectodermique des Branchiopneustes érémo-kaules est bien différent de celui des Pyxikaules, auquel, d'après l'embryogénie des Helicidæ, on attribuera un pénis mésodermique. Mais les résultats de l'embryogénie et de l'anatomie comparée ne sont pas concordants ici, comme nous le verrons.

Les *Peronia* et *Vaginulus* sont triaules, aussi à l'état adulte, mais ils sont érémo-kaules, et non pyxikaules comme les Nudibranches. *Vaginulus* correspond, quant au pénis, au stade de *Limnæus*, parce que la communication entre l'orifice génital et le pénis s'y est déjà transformée en canal ; mais, chez *Peronia*, où l'appareil génital est presque le même, il y a encore une gouttière ciliaire, comme chez les Tectibranches. Néanmoins l'appareil de *Peronia* ne peut être comparé à celui de ces derniers, parce qu'il est triaule au lieu d'être monaule. Il est bien naturel de comparer les Peroniidæ aux

Nudibranches triaules, mais il y a aussi des différences trop grandes, pour qu'on puisse prendre les concordances pour l'expression d'une affinité directe. Chez tous les Nudibranches triaules, il y a aussi deux spermatocystes au lieu de la poche copulatrice unique des Néphropneustes. En outre, les Triaules ont une ou deux glandes hématiques (Blutdrüse, ΒΕΡΓΗ) comparables au thymus qui n'existent ni chez les Néphropneustes, ni chez les autres Nudibranches ; en outre, le pénis des Peroniidæ est érémodaule. Il est donc évident que les Néphropneustes triaules ne sont pas des Nudibranches triaules ; mais on peut supposer qu'il y avait, à l'époque paléozoïque, un grand nombre de familles éteintes de Nudibranches triaules, dont les Dorididæ se sont détachés comme les Peroniidæ. Mais alors nous avons cette nouvelle difficulté que les Nudibranches, excepté les Triaules, sont pyxikaules et que les Peroniidæ et Vaginulidæ sont érémodaules. A cet égard les genres cités concordent avec les *Limnæus* ; mais il y a, comme je l'ai déjà dit, cette grande différence que ces dernières sont diaules, et nous savons, par Klotz, qu'il n'existe jamais chez eux de stade triaule. Cette différence entre les Néphropneustes et les Branchiopneustes est incontestable ; mais l'homologie du pénis, pour le moment du moins, ne peut être décidée. Il faut de nouvelles recherches sur l'embryogénie de l'appareil génital des Nudibranches et des Néphropneustes et surtout de ceux qui sont dépourvus d'uretère, comme les *Bulimus*, *Pupa*, *Daudebardia*, *Philomycus*, etc.

Pour le moment, il n'est pas possible de saisir complètement la relation qui existe entre les Peroniidæ et Vaginulidæ d'une part, et les Helicidæ, d'autre part. D'après les données de l'anatomie comparée, on doit soupçonner que le stade représenté par *Vaginulus* s'est transformé en celui de Helicidæ par des modifications et par le déplacement de l'orifice génital femelle, ce qui donne lieu au rapprochement des orifices génitaux. D'après les données de l'embryogénie, on dirait que le pénis ectodermique des Branchiopneustes ne peut être homologue de celui de Helicidæ qui est d'origine mésodermique ou pyxikaule. Dans ce cas, les Peroniidæ et Vaginulidæ ne seraient pas les ancêtres des Helicidæ, ni des formes plus ou moins voisines de ces ancêtres, mais ils représenteraient un groupe aberrant. *Vaginulus* est en tout cas un peu aberrant, car son poumon ne correspond pas complètement à celui des Helicidæ. Mais d'un autre côté, il n'est pas certain que l'étude embryologique des

organes génitaux de *Pupa*, *Bulimus*, etc., donne le même résultat que chez *Limax* et *Helix*. Il y a même, dans l'embryogénie de *Limax*, une observation quant à l'origine pyxikale du pénis des Néphropneustes : c'est celle faite par ROUZAUD et BROCK que le pénis naît par bourgeonnement de l'extrémité distale de l'appareil génital et se confond seulement plus tard avec la partie prostatique du vas deferens. N'y a-t-il pas là un processus cénogénétique (1) qui fait naître au point de sa position définitive, sans répétition des déplacements phylogénétiques, le pénis d'abord ectodermique? Tout en reconnaissant que la question ne peut pas être décidée maintenant, il me paraît probable que c'est de cette manière que vont s'expliquer les discordances qui existent entre les résultats donnés par l'embryologie et l'anatomie comparée. Je rappelle l'observation, rapportée plus haut, des deux orifices génitaux séparés et d'un vas deferens joignant ces deux orifices, comme chez les *Limnæidæ*.

Je crois que l'on ne peut étudier tous ces faits sans se convaincre de ce que j'ai déclaré depuis quatorze ans : que l'ordre des Pulmonés est aussi anti-naturel que la division des Pulmonés operculés. On sait maintenant que des représentants de familles très différentes de la classe des Cochlides se sont adaptés à la vie terrestre et je ne crois plus nécessaire de combattre comme autrefois l'« ordre des Pulmonés operculés », surtout que l'étude comparée de la radula avait déjà démontré que c'est un groupement artificiel.

Quant aux Pulmonés, on n'a pas jusqu'ici suffisamment tenu compte de mes travaux sur eux. Ils ont cependant démontré que les Branchiopneustes, dans leur configuration générale : tentacules non invaginables, à yeux sur leur base, système nerveux à commissure parapédale, organe de LACAZE-DUTHIERS, armure à l'estomac musculueux de quelques Auriculidæ, conformation de la mandibule, etc. sont tout à fait différents des Héliciens, mais voisins des Tectibranches. D'un autre côté, les paléontologistes accordent beaucoup de valeur à la résorption des parties internes de la spire chez les

(1) Si le même organe, le pénis, des Branchiopneustes et des Néphropneustes naît de l'ectoderme chez les uns, du mésoderme chez les autres, c'est preuve que dans cette question, l'embryologie a moins d'importance que l'anatomie comparée, comme je l'ai toujours soutenu. Un même cas se présente chez les Vertébrés, où la corde dorsale naît tantôt de l'endoderme, tantôt de l'ectoderme. L'identité anatomique est incontestable, même s'il n'existe pas d'identité embryogénique.

Actæonina, et, chez les Auriculidæ, j'ai vu la même disposition dans *Pythia pollex*, *Melampus fasciatus*, *Cassidula crassiuscula*.

Si maintenant on tient compte des différences considérables existant dans l'appareil génital, je ne crois pas qu'il y ait des zoologistes qui soutiennent encore l'ordre des Pulmonés; il ne peut être maintenu, non plus, par conséquent, que ses subdivisions: Pulmonés stylommatophores et P. basommatophores. Comme j'ai été le premier à reconnaître la différence fondamentale entre les deux groupes de « Pulmonés », ce sont les noms proposés par moi qui ont la priorité, et que l'on doit appliquer, si même on ne partage pas mes idées sur la valeur morphologique du poumon.

Quant à cette dernière question, les faits que j'ai mentionnés rendent au moins très probable que la théorie émise par moi est exacte. Il est démontré que l'uretère des Helicidæ est une formation secondaire et l'embryologie a prouvé l'unité génétique du poumon et du rein chez *Helix*. La participation du manteau à la formation du poumon est secondaire: chez *Philomycus* qui représente la persistance d'un état développé chez *Helix* dans l'embryogénie seulement, l'appareil néphropneustique n'a jamais aucune relation avec le manteau. J'ai représenté (30, fig. 12) les poumon et rein de *Philomycus australis*, mais j'ai observé aussi que le poumon, plus grand que le rein, dans cette espèce, est plus petit chez *Ph. carolinensis* (30, p. 9). Chez *Triboniophorus*, le poumon est aussi plus petit, à peu près de la longueur du péricarde. Je ne reviens plus sur ce que j'ai dit sur les poumons de *Peronia* et *Vaginulus*. Tous ces genres sont beaucoup plus voisins que les Helicidæ, des ancêtres des Néphropneustes, et tous ces genres sont privés de coquille, ou, comme *Triboniophorus*, en ont seulement l'équivalent composé de quelques pièces rudimentaires.

On pourrait m'objecter que les Néphropneustes nus, les Lima-ciens, dérivent des Héliciens à grande coquille; mais ce ne pourrait être que l'idée de ceux qui ne savent rien de l'organisation de ces genres. Nous savons, en effet, que dans presque toutes les grandes familles de Néphropneustes, il existe des genres devenus secondairement nus, et nous pouvons, comme l'a fait FISCHER, réunir tous les stades successifs de ce processus. D'après FISCHER, les *Amphibulina* sont des Bulimidæ devenus nus, et j'ai démontré la même chose pour *Peltella*. Celui-ci a néanmoins conservé son muscle columel-

laire, comme aussi *Parmacella*, *Limax*, etc. L'existence du muscle columellaire nous prouve que ces formes dérivent de genres testacés. Je renvoie à ce que j'ai dit sur la différence de musculature de *Limax* et *Arion* (Ueber die systematische Stellung von *Peronia*. Erlangen, 1877, p. 33), et que SIMROTH a confirmé.

Il faut donc réunir les genres devenus nus secondairement, aux Testacellidæ, Succineidæ, Zonitidæ, Bulimidæ, etc., et lorsqu'on a fait cette répartition, il reste un certain nombre de familles, distinctes des Limaciens, sans relation avec des genres testacés, et dont le défaut de muscle columellaire et la répartition régulière et symétrique des muscles montrent qu'ils ne dérivent pas de formes à coquille. C'est le cas des Arionidæ, Vaginulidæ et Peroniidæ. Trouvant alors, chez ces familles, des caractères archaïques tels que : poumon petit, sans relation avec le manteau, appareil génital triaule, tentacules peu ou pas rétractiles, absence d'uretère, opisthobranchie, etc., on reconnaîtra que les genres en question sont plus voisins que les autres des ancêtres opisthobranches et nudibranches des Néphropneustes. Certains savants, occupés de l'étude des Néphropneustes limaciformes (BINNEY, HEYNEMANN, etc.) tendent à retirer des Néphropneustes les Peroniidæ, parce qu'ils ont l'habitat marin ; mais l'étude anatomique montre, entre *Vaginulus* et *Peronia*, des relations qui s'opposent à une telle idée.

IV. — Phylogénie des Ichnopodes.

On voit donc bien que Branchiopneustes et Néphropneustes se rapprochent des Opisthobranches ; mais, tandis que les premiers ne sont que des Tectibranches modifiés d'eau douce, les Néphropneustes dérivent de formes éteintes à appareil génital triaule, intermédiaires entre les Tectibranches et les Nudibranches, et se rapprochent de ceux-ci par l'absence de coquille. Parmi les Tectibranches, il y a quelques formes sans gouttière ciliée, que l'on est obligé de regarder comme les plus inférieures : Umbrellidæ et Peltidæ. Les premiers sont déjà pourvus de coquille, mais *Pelta* en manque, tandis que dans le second genre de Peltidæ, *Ildica*, BERGH (3, Heft XVI, p. 868), il existe une coquille rudimentaire de 0,4 millim. de long,

attachée à la partie postérieure du corps. C'est pour moi, la preuve que ce sont des genres où la coquille larvaire commence à être conservée à l'état adulte.

Lorsque cette coquille larvaire commence à être conservée, elle ne peut aussitôt présenter toutes les dispositions connues et typiques. C'est en effet ce que nous observons : comme chez les Peltidæ, la coquille existe ou manque chez les Pleurobranchidæ, où *Pleurobranchæa* en est dépourvu, de même que *Posterobranchæa* parini les Philinidæ, où *Gastropteron* en possède une, membraneuse, rudimentaire. Chez les Aplysiidæ, il y a généralement une coquille élastique, qui manque dans d'autres genres ; elle est souvent rudimentaire, souvent interne, tantôt calcaire, tantôt élastique ou membraneuse. Ce n'est donc pas un effet du hasard, si, dans ces mêmes genres, on trouve le système nerveux composé par les trois paires de centres du proto-ganglion, les ganglions deutoviscéraux faisant défaut ou étant représentés seulement par un petit ganglion génital. Quant aux Tectibranches plus élevés et typiques, ils ont d'une façon bien évidente les ganglions deutoviscéraux, la gouttière ciliée, la coquille bien développée et calcaire, etc., tandis que chez les Peltidæ et Umbrellidæ, la coquille est plus ou moins petite et variable ou manquante, la gouttière ciliée absente et le système nerveux très simple.

Si j'ai cru autrefois pouvoir réunir les Umbrellidæ aux Pleurobranchidæ, je dois reconnaître maintenant que VAYSSIÈRE a prouvé que *Umbrella* est un Tectibranche. La branchie, il est vrai, est à peu près la même dans les deux familles, mais l'appareil génital est assez différent ; pour cette raison, l'on ne peut considérer les Umbrellidæ comme intermédiaires entre les Tectibranches et les Pleurobranches.

La famille des Lophocercidæ occupe une position singulière dans le système. Comme ils ont la radula des Sacoglosses, je les avais réunis à ces derniers, malgré les différences dans l'appareil génital et l'existence de la coquille ; mais ultérieurement je les ai retirés des Sacoglosses et réunis aux Tectibranches (33, p. 523). J'ai vu seulement depuis, que VAYSSIÈRE avait déjà exprimé cette opinion avant moi ; mais je ne m'explique pas bien la différence qu'il y a entre VAYSSIÈRE et moi, au sujet de la gouttière ciliée, que j'ai vue chez *Lobiger krohni* et qui y manquerait d'après VAYSSIÈRE. Cet

organe serait-il variable dans ce genre? BERGH (4) considère maintenant les Lophocercidæ ou Oxynoeidæ, comme intermédiaire entre les Sacoglosses et les Tectibranches, reprenant ainsi la vieille idée de l'affinité des *Elysia* et des *Aplysia*. Je ne puis accepter cette idée, que contredit la morphologie de l'appareil génital, de même que je crois que c'est une erreur de BERGH de faire dériver les *Æolidiidæ* des Sacoglosses et les Néphropneustes des Branchiopneustes. L'anatomie très difficile des Sacoglosses n'est pas encore aussi bien connue que celle des autres Nudibranches, et il faudra y consacrer de nouvelles recherches, surtout à l'aide des séries de coupes microscopiques. Je crois qu'alors les affinités des Lophocercidæ avec les Sacoglosses paraîtront moins intimes que ne le pense BERGH. L'origine commune des Sacoglosses et Tectibranches explique d'ailleurs les ressemblances partielles. Mais pour faire dériver les Néphropneustes et les Nudibranches de formes testacées, comme le veut BERGH, il faut nier toutes les relations que j'ai exposées ici et les séries phylogénétiques démontrées jusqu'ici par la morphologie comparée.

BERGH qui a si bien réussi, à l'aide de ses coupes génériques, à établir l'arrangement actuel des Nudibranches, est beaucoup moins heureux dans ses idées sur l'affinité des familles et sous-ordres. Il a divisé les Nudibranches en Holohépatiques et Cladohépatiques, c'est-à-dire à foie compact ou ramifié. Précédemment, il comprenait seulement les *Æolidiidæ* dans le second groupe (Die Pleuroleuriden, *Zool. Jahrb.* 1888, p. 348), tandis que maintenant, il donne, au terme Cladohépatiques, une signification bien plus générale, puisqu'il y comprend les Tritoniidæ, qui, d'après leur foie, seraient holohépatiques. Il n'est pas du tout exact que les Tritoniidæ soient, comme BERGH l'explique, une famille intermédiaire entre les *Æolidiidæ* et les Dorididæ, puisque ces Tritoniidæ sont des formes voisines des *Æolidiidæ*, mais privées de tubes ramifiés du foie. Il est donc juste que BERGH les réunisse maintenant à cette dernière famille; mais alors c'est preuve que le foie ne donne pas le moyen de distinguer les différents groupes de Nudibranches, et si c'est d'après ce caractère qu'on veut arranger ces animaux, on ne peut réunir dans les Nudibranches cladohépatiques des formes cladohépatiques et holohépatiques.

Cette classification imparfaite ne peut donc être admise, d'autant

plus que l'appareil génital suffit parfaitement ici pour le classement; tous les genres de Phanérobanches, VON JHERING (qui correspondent aux Cladohépatiques) ont l'appareil génital diaule, tous les Triales, VON JHERING, l'ont triale, et cette règle ne présente pas une seule exception. Je renvoie, sur ce point, à un travail où j'ai donné plus d'explications (33, p. 517 et suiv.).

Quant aux Sacoglosses, c'est une erreur de BERGH de les croire intermédiaires aux Tectibranches et Phanérobanches. Il n'existe pas un seul genre qui y soit plus ou moins intermédiaire, car la ressemblance extérieure que quelques-uns des Sacoglosses ont avec les *Æolidiidae*, aussi bien que celles des *Elysia* et *Aplysia*, est une de ces simples analogies comme nous en rencontrons à tout moment chez les Mollusques.

Les Sacoglosses et les Tectibranches ont probablement des ancêtres communs dont la masse buccale s'est conservée chez les Sacoglosses, chez les Lophocercidae et quelques Dorididae (les Dorididae phanérobanches de BERGH, dont le « Saugkropf » correspond à la partie dorsale de la masse buccale primitive). L'anatomie comparée et l'embryologie de cet organe nous donneront des éclaircissements. Il est donc à remarquer, d'après ce que j'ai dit sur les Lophocercidae, que les Sacoglosses, tels que je les entends, ne correspondent plus à ceux de BERGH où les Lophocercidae se trouvent compris.

Quant aux Néphropneustes, BERGH ne peut continuer à les faire dériver des Branchiopneustes, ainsi que je l'ai démontré d'après l'appareil génital. Celui-ci est, en effet, toujours diaule chez les derniers, tandis que dans la plupart des Néphropneustes, il est triale dans le développement, passant ainsi par le stade que les Peroniidae, les Vaginulidae et peut-être d'autres Néphropneustes, ont conservé à l'état adulte. Pour suivre les différences plus loin, il sera nécessaire d'étudier la morphologie comparée des mandibules, formées par des bâtonnets cuticulaires chez les Tectibranches et probablement chez les Branchiopneustes, où ils sont évidents chez *Ancylus*, par exemple, tandis que les Phanérobanches et les Néphropneustes ont les mandibules formées de masses cuticulaires homogènes qui ne sont jamais composées de bâtonnets isolés.

La question sur laquelle PELSENER (52 a, p. 84-87) a attiré l'attention est très compliquée, parce que chez les *Æolidiidae*, il y a,

outre les mandibules, des plaques cuticulaires que BERGH a nommées le « disque labial » et dont il faudra examiner la valeur morphologique, — nouvelle preuve de ce que j'ai dit sur la nécessité d'études exactes de la masse buccale des Cochlides et des Platydes, parce qu'il est probable que cet organe, bien qu'il existât déjà chez les ancêtres des Mollusques, a subi des modifications assez différentes dans les divers ordres et classes. Si, jusqu'ici, on était disposé à interpréter chaque ressemblance chez les Mollusques comme signe d'affinité, dans l'avenir, on n'admettra plus cinq homologies apparentes avant qu'elles n'aient été prouvées.

Une hypothèse défendue avec opiniâtreté par BERGH, et cependant inexacte, est l'idée que *Peronia* ne serait pas un genre plus ou moins archaïque de Néphropneustes, mais une forme dérivée des Pulmonés testacés et adaptée secondairement à la vie marine. Maintenant que nous savons que les Peroniidæ conservent dans leur organisation à l'état adulte, une disposition des organes génitaux qui, chez les autres, ne se voit que dans le développement, il n'est plus probable que BERGH trouve d'approbation pour son idée. C'est pourquoi je ne crois pas nécessaire de défendre mon opinion, à l'appui de laquelle j'ai donné tant d'arguments, et je me borne à insister sur un désaccord particulier qui existe entre nous : BERGH trouve « à peu près incompréhensible » que j'aie pu trouver le système nerveux des Peroniidæ intermédiaire à ceux des Néphropneustes et des Nudibranches. Comme BERGH n'explique pas les différences entre ces sous-ordres, je dois les exposer ici, en faisant abstraction des Peroniidæ et des Vaginulidæ, et en considérant seulement les faits qui sont communs à tous les autres Néphropneustes ; c'est ainsi, par exemple, que je ne parlerai pas de la longueur de la commissure cérébrale, qui est assez variable chez les Néphropneustes.

La disposition générale du système nerveux est la même chez les Néphropneustes et les Phanérobanches : chez tous, il y a les trois paires de centres (cérébraux, pédieux et protoviscéraux), toujours réunis entre eux de la même façon par des commissures et des connectifs. La principale différence réside dans le développement des ganglions deutoviscéraux, dont les Phanérobanches, quand ils en ont, ne possèdent qu'un seul (tout comme *Peronia*) : le ganglion génital, tandis que les Néphropneustes, en règle générale, en ont

trois. Le développement de ces ganglions se fait, comme je l'ai prouvé, par le déplacement des nerfs viscéraux, qui quittent les ganglions protoviscéraux pour naître sur la commissure viscérale, où se développent alors de nouveaux centres, les ganglions deutoviscéreaux. Le même processus que chez les Phanérobanches et les Néphropneustes a été reconnu chez les Tectibanches par moi et VAYSSIÈRE. Le résultat est partout le même : tous les nerfs du ganglion protoviscéral naissant de la commissure viscérale, ce ganglion, alors complètement ou presque complètement dépourvu de nerfs, est devenu le ganglion commissural.

En même temps, les ganglions pédieux et protoviscéraux reliés aux cérébraux, chez les Phanérobanches par des connectifs très courts, s'éloignent de plus en plus des centres supra-œsophagiens, de sorte que se développent alors les deux connectifs latéraux accolés parallèlement, qui relie ces derniers centres aux infra-œsophagiens. Les deux commissures développées entre les ganglions pédieux se raccourcissent de manière à ce que ces derniers se touchent sur la ligne médiane, ce qui ne s'observe jamais chez les Phanérobanches. Les connectifs cérébro-viscéraux s'allongent aussi. Les différences qui distinguent le système nerveux des Néphropneustes de celui des Phanérobanches sont donc :

1° Le développement de trois ganglions deutoviscéreaux, au lieu d'un seulement chez les Phanérobanches ;

2° Le changement du ganglion protoviscéral en ganglion commissural duquel ne naissent apparemment plus de nerfs ;

3° L'allongement des connectifs cérébro-pédieux et cérébro-viscéraux ;

4° Le raccourcissement des commissures pédieuses, qui fait joindre les ganglions pédieux sur la ligne médiane.

Si nous comparons alors le système nerveux des *Peroniidæ* à celui des Néphropneustes et des Phanérobanches, nous voyons que chez *Peronia* ne se voient pas les deux connectifs parallèles sur les côtés de la masse, parce qu'ils sont courts et irréguliers ; que les ganglions pédieux ne se touchent pas, mais sont réunis par deux commissures très bien développées et assez longues ; que les ganglions protoviscéraux donnent naissance à des nerfs et ne sont

pas changés en ganglions commissuraux ; qu'il n'y a qu'un seul ganglion deutoviscéral, le génital. C'est donc aux Phanérobanches et non aux Néphropneustes que ressemble *Peronia*, par son système nerveux, et il n'y a que cette seule différence, que les connectifs latéraux sont déjà plus longs chez les Phanérobanches, mais c'est là un point encore douteux. En effet, d'après moi et JOYEUX LAFFUIE (36), ces connectifs sont très courts, tandis que d'après BERGH (9), *Onchidium tonganum* aurait le ganglion protoviscéral accolé au cérébral du côté droit et réuni à lui par un connectif très court au côté gauche.

Il y a certainement, à cet égard, des différences entre les espèces ; je ne doute pas, d'ailleurs, que BERGH, en voulant donner une description beaucoup meilleure que la mienne et celle de JOYEUX, qu'il trouve « à peine convenable », a commis une confusion très grande. On sait par JOYEUX et par moi, que la commissure pédieuse de *Peronia* est double. BERGH le nie, mais il décrit la commissure viscérale comme double. Or, cette prétendue commissure viscérale supplémentaire, n'est autre chose que la pédieuse. Dans la figure de BERGH (9, p. 178), les centres *h* et *g* sont les ganglions pédieux, comme le prouve aussi leur position en arrière des autres centres ; tandis que *f* et *d*, à gauche, sont les ganglions protoviscéraux, et *d*, au milieu, le ganglion génital. Ces erreurs, une fois corrigées, je ne vois pas de différence entre la description de BERGH et la mienne, sauf que, d'après moi, le nerf génital sort de la grosse commissure viscérale, et de cellules ganglionnaires, à mon avis, tandis que d'après BERGH, il existe au milieu de la commissure, un ganglion distinct. Je ne doute pas de l'exactitude de l'observation de BERGH sur ce point, mais cette différence est de peu d'importance.

Il reste donc hors de doute que sur tous les points mentionnés, *Peronia* est plus comparable aux Phanérobanches qu'aux Hélicidæ. Il en est de même pour les Vaginulidæ ; et, chez les Philomycidæ et les Janellidæ aussi, il n'y a pas de connectifs latéraux apparents, ni de ganglion commissural bien séparé. Chez les Hélicidæ, etc., alors même que les ganglions pédieux soit en contact sur la ligne médiane, les deux commissures pédieuse et subcérébrale restent néanmoins séparées.

Que l'on examine donc le foie ou le poumon, le système nerveux, l'opisthobranchie ou les organes génitaux, il reste toujours évident

que les Peroniidæ et Vaginulidæ sont intermédiaires aux Héliciens typiques et aux Opisthobranches ; qu'il n'y a chez eux, ni dans l'anatomie comparée, ni dans l'embryogénie, aucun vestige d'une branchie atrophiée ou d'une cavité branchiale ; que l'orifice du pouvoir de ces familles correspond à l'ouverture du rein des Phanérobanches et que le poumon des Néphropneustes n'est que la partie terminale et modifiée de l'uretère ou un diverticule de cet appareil, formé par invagination ectodermique. Bien que les Peroniidæ offrent beaucoup de relations avec les Phanérobanches, il n'y a pas, parmi les représentants vivants de ceux-ci, de formes auxquelles ils puissent être comparés ; cela a déjà été prouvé ci-dessus par les relations de l'appareil génital. BERGH a figuré un nerf impair médian de la commissure buccale. Je croyais auparavant que ce nerf se trouvait seulement chez les Tectibranches et les Branchiopneustes ; mais depuis, je l'ai vu chez *Pleurophyllidia undulata*, et BERGH chez différents *Tritonia*. En tous cas, il n'est que peu répandu chez les Phanérobanches et il paraît manquer toujours chez les Triales et les Sacoglosses.

Quant au système nerveux, les Tectibranches archaïques dépourvues de gouttière ciliaire (Umbrellidæ et Peltidæ) ont la même organisation que les Pleurobranchidæ et la plupart des Nudibranches. C'est donc preuve que les ganglions deutoviscéraux manquant entièrement chez *Umbrella* comme chez la plupart des Nudibranches, constituent une acquisition secondaire chez les Ichnopodes plus modifiés.

Dans son état primitif, le système nerveux forme donc, de chaque côté, une masse ganglionnaire supra-œsophagienne, le protoganglion, plus ou moins confondu dans beaucoup de genres, divisé distinctement chez d'autres en trois ganglions, et trois ou quatre commissures. Celles-ci ne sont que les parties différenciées d'une seule, la protocommis sure, comme le prouve leur réunion dans une seule névrilemme. Chez quelques Nudibranches — *Tethys*, Dorididæ, — les parties du protoganglion sont si confondu es qu'il y a, au milieu, des cellules impaires sans symétrie. Les otocystes sont situés sur la face dorsale du protoganglion, comme les yeux, qui sont placés devant. Dans ce stade simple, le système nerveux central des Nudibranches correspond exactement à celui de *Rhodope* et des Planaires, pourvu d'une protocommis sure chez *Mesostomum* et *Micros-*

tomum (28, p. 584), et portant l'otocyste et les yeux sur la face dorsale de la masse ganglionnaire.

On ne peut donc pas trouver, dans le système nerveux, de raison pour repousser l'affinité des Ichnopodes et des Turbellariés. Je ne répéterai pas ici ce que j'ai déjà publié sur ce sujet, et je rappellerai seulement que dans ces deux classes, l'épiderme vibratile muni quelquefois d'organes urticants, l'intestin dendritique, le rein tubuleux et l'appareil génital, offrent de nombreuses analogies. Mais j'insisterai sur le fait que, chez les Turbellariés comme chez les Ichnopodes, il y a toujours un appareil génital hermaphrodite, que jamais le rein ne joue aucun rôle dans le transport des produits génitaux et que le rein des Ichnopodes est toujours impair. Ce sont là des différences très importantes entre les Cochlides et les Ichnopodes, et on se convaincra toujours plus de ces différences en étudiant systématiquement les prétendues homologues.

On m'objectera que la radula existe comme organe homologue dans les deux groupes ; mais la prétendue homologie n'est plus soutenable, depuis que RÖSSLER (54) a montré que la formation de la radula est plus ou moins identique chez les Cochlides, Hétéropodes, Céphalopodes et Chitonidæ, tandis qu'elle est tout à fait autre chez les Opisthobranches et Pulmonés, c'est-à-dire chez les Ichnopodes. Chez les premiers groupes de Mollusques, la radula est formée par des saillies ou compartiments, dont chacun forme une dent, à la formation de laquelle participe en outre l'épithélium dorsal de la poche radulaire. Ces compartiments sont pavés avec un épithélium de petites cellules, peu différentes de celles du reste de l'épithélium du sac radulaire. Au contraire, chez les Ichnopodes, chaque dent est formée par quatre ou cinq cellules très grandes, disposées en séries longitudinales dont les premières forment la membrane basilaire et les autres les dents. Je propose de nommer *odontophyte* le groupe de quatre ou cinq grandes cellules qui forment les dents d'une série longitudinale, pour les distinguer des petites cellules épithéliales *odontoplastiques* qui composent en grand nombre les compartiments formateurs de la dent, chez les Cochlides. Il faudra encore étudier, à ce point de vue, les Solénoconques et les Ptéropodes, bien qu'il soit probable que les premiers ressemblent aux Cochlides et les derniers aux Ichnopodes, par la formation de leur radula. On

voit donc que ce résultat intéressant n'est pas en faveur de l'unité du groupe « Gastropodes ».

Il me paraît bien évident que tous les faits ici mentionnés confirment l'hypothèse que les Opisthobranches dérivent de formes sans coquille. BERGH et les autres naturalistes qui ont combattu cette idée paraissent convaincus de l'unité du groupe des Gastropodes. Or, nous venons de voir ce qu'est cette unité. Si BERGH, FOL et autres, considèrent les Nudibranches comme des Gastropodes qui ont perdu leur coquille, ils croient pouvoir le prouver par le fait que les larves de ces animaux ont une coquille nautiloïde ; mais ce n'est pas là un argument réel. Puisque, en tous cas, les Mollusques dérivent de de Vers, il est évident qu'il y a eu de leurs ancêtres qui étaient sans coquille ; et, comme la coquille larvaire est beaucoup plus répandue que la coquille définitive, on ne peut douter que cette coquille était seulement, à l'origine, une acquisition de la larve. J'ai déjà fait quelques remarques sur ce sujet.

Il me paraît impossible de méconnaître les dispositions spéciales des larves des Mollusques, qui, vivant à cette période à l'état libre, sont soumis à tous les facteurs d'évolution qui sont la cause de la transformation des espèces. Il est donc bien possible que la larve acquière des organes n'ayant une valeur et une signification que pour la vie larvaire. Tel est pour moi le cas des reins primitifs de ces larves. Chez les Lamellibranches, il y a deux yeux céphaliques, comme organes larvaires, qui se perdent avec la métamorphose ; c'est le cas aussi pour les Chitonidæ et probablement pour les Lepetidæ, Patelles aveugles. Les ancêtres des Cochlides étaient aveugles, comme le sont encore les Lamellibranches, les Amphineures, les Solénoconques et les Lepetidæ.

Chez les Zeugobranches, la formation de l'œil n'est pas terminée. Nous savons maintenant, par BRAUN, FRAISSE et HILGER, qu'ils ont l'œil ouvert et dépourvu de corps lenticulaire, comme il l'est aussi chez *Patella*. Et même les Rhipidoglosses les plus modifiés, les Trochidæ, et Neritidæ, qui ont l'œil fermé, sont encore dépourvus de lentille cristalline. On sait que, chez les Céphalopodes, le même cas se présente, l'œil de *Nautilus* ne possédant pas de corps lenticulaire et étant ouvert comme celui de *Haliothis* et *Patella*. La formation de l'œil est donc commencée chez *Nautilus* et les Zeugo-

branches, et leurs ancêtres étaient aveugles comme les Lamelli-branches, les Chitonidæ et les Solénoconques. Si les larves des deux premières de ces classes possèdent des yeux céphaliques, il me paraît évident que ce sont simplement des organes larvaires, et qu'ils ne peuvent être considérés comme la preuve que leurs ancêtres étaient munis d'yeux à l'état adulte. L'œil des Ichnopodes, toujours muni de lentille, paraît représenter un type assez différent.

Si nous examinons l'appareil génital des Ichnopodes, nous voyons que l'état primitif est l'état monaule. A ce point de vue, les Tectibranches sont les plus archaïques, et parmi eux, le stade le plus primitif est représenté par les Umbrellidæ et les Peltidæ privés de gouttières ciliaire. Le stade précédent, sans pénis, de l'appareil génital monaule (et pyxikaule ?) n'est pas encore connu ; probablement il ne se trouve plus représenté chez les Ichnopodes actuels. Au contraire, les Nudibranches ont conservé le stade pyxikaule, de même qu'ils ont conservé dans leur système nerveux des conditions plus primitives que la plupart des Tectibranches. Mais nous ne connaissons pas de formes intermédiaires. BERGH a, avec raison, réfuté la position que j'avais assignée à *Telhys*, mais le fait de la conformation très simple de son système nerveux n'est pas altéré par cela, quoiqu'il n'y ait que des différences graduelles avec les autres genres de Phanérobanches.

Auparavant, j'avais aussi rapproché *Rhodope* des Nudibranches, m'accordant en cela avec KÖLLIKER et VON GRAFF. Mais je suis maintenant, avec BERGH, de l'avis que ce genre ne peut être réuni aux Nudibranches. Les observations de TRINCHESE sur le développement de *Rhodope* montrent qu'on ne peut l'admettre parmi les Ichnopodes. C'est, d'ailleurs, de peu d'importance, la question capitale étant de savoir si *Rhodope* est une forme intermédiaire aux Ichnopodes et Turbellariés. L'anus latéral, le système nerveux et les organes des sens, la position latérale des orifices génitaux, etc., l'éloignent des Turbellariés, comme GRAFF l'a démontré, tandis que le défaut de cœur et de péricarde ne permet pas de le joindre aux Ichnopodes. En allant plus loin, et en disant qu'il est impossible de l'admettre parmi les Mollusques (Protocochlides, mihi), on ne serait plus logique, car on admet parmi ces Mollusques, les Solénoconques,

qui sont également dépourvus de cœur et de péricarde. Je crois que si l'embryogénie de *Rhodope* avait révélé une coquille nautiloïde, personne n'aurait rejeté ce genre hors des Mollusques, malgré les différences anatomiques, plus importantes à mon avis.

Il me semble bien possible qu'une coquille larvaire a pu se former deux fois chez des Vers, et je ne donne pas à ce fait la même importance que beaucoup d'autres zoologistes ; mais je suis convaincu, au contraire, que les Ichnopodes dérivent de Vers à coelome développé, parce que de cette manière seulement s'explique l'orifice péricardique du rein. Il se peut donc qu'au temps prépaléozoïque, il y avait des Vers intermédiaires entre les ancêtres des Ichnopodes et les ancêtres des Arthromalakia, et que les traits qui sont généraux à tous les Mollusques s'expliquent ainsi, et de ces mêmes Vers dériveraient d'un côté les Annélides, de l'autre les Turbellariés. Mais je trouve hasardé, dans l'état actuel de nos connaissances, de discuter cette question, ce que j'ai évité déjà dans mon livre sur le système nerveux.

Je crois impossible aussi de discuter la phylogénie des Vers, et je n'ai donné à ce sujet que des indications vagues, auxquelles je n'accorde pas une valeur définitive. Ce que j'avais déclaré à propos de la phylogénie des Mollusques, c'est que des Vers s'étaient développés en deux sens différents pour former deux groupes de Mollusques (26, p. 31) ; les *Arthromalakia* (Céphalopodes, Lamellibranches, Solénoconques, Amphineura, Cochlides) et les *Platymalakia* (Ichnopodes et Ptéropodes) et que, par conséquent, une classe de Gastropodes, ayant une origine polyphylétique, ne peut être conservée.

Tout ce que nous avons appris de nouveau depuis a confirmé ce résultat. D'un autre côté, il devient déjà plus probable qu'avec le temps on pourra établir la convergence de ces deux phylums de Mollusques. Si la commissure sous-pharyngienne des Amphineures correspond à la commissure viscérale, la différence entre les deux groupes consiste surtout dans le sort de cette commissure qui reste simple chez les Arthromalakia et se divise en trois ou quatre commissures chez les Ichnopodes, dont les ganglions pédieux, comme nous l'avons vu, ont une origine très différente de ceux de l'autre groupe.

V. — La Cavité branchiale des Cochliodes et des Ichnopodes.

Parmi les tentatives de sauver l'unité de la classe des Gastropodes, la plus remarquable fut celle de SPENGLER, qui en identifiant la pseudobranchie à l'organe de LACAZE, croyait pouvoir démontrer l'homologie de cet organe chez tous les Gastropodes. J'ai déjà réfuté cette manière de voir, en démontrant que l'innervation hétéropleure de la pseudobranchie est bien différente de l'innervation homopleure de l'organe de LACAZE, qui est toujours impair, tandis que la pseudobranchie était originairement double et symétrique chez les Chiastoneures. Comme la pseudobranchie n'est bien développée que chez les Pectinibranches, et qu'elle représente, chez les Zeugobranches, un organe naissant, très peu développé (ce qui est prouvé aussi par l'opposition que les idées et observations de SPENGLER pour les Rhipidoglosses ont trouvé auprès de BERNARD, GIBSON, DAVIS et autres), il est évident qu'elle représente une acquisition des Chiastoneures, et qu'elle manquait aux ancêtres orthoneures de ceux-ci, comme elle manque encore aux Orthoneures actuels. Il est donc évident que l'organe de LACAZE ne peut être identique à la pseudobranchie.

Mais l'hypothèse que la cavité branchiale des Cochliodes et des *Platydes* soient homologues est aussi inexacte. Pour le prouver, je représente quelques coupes et d'autres figures montrant les relations des organes qui aboutissent à la cavité branchiale.

La fig. 12 (Pl. v), représente une section sagittale de *Patella* ; on y voit que le bord du manteau, muni postérieurement de feuillets branchiaux (*br*), se joint directement au muscle columellaire, développé ici en forme de fer à cheval et interrompu en avant. Là se trouve une large cavité s'étendant sur la nuque entre la tête et le manteau. Au fond de cette cavité branchiale, qui chez *Patella* a perdu la branchie cervicale, et que j'appellerai *Trachélome* pour rappeler sa position nuchale, on trouve le cœur, tandis que le rein et l'anus déplacés à droite chez *Patella*, ne sont pas intéressés par la coupe ; mais en arrière du péricarde, on voit le rectum (*re*).

La figure 13 est une coupe transversale passant par le traché-lome d'un *F'ssurella* de la Méditerranée que j'ai déterminé *F. costaria*. On y remarque l'anus (*a*) et, se détachant du tube anal, une membrane qui est, de chaque côté, en connexion avec le septum horizontal de la branchie (*br*). L'orifice rénal droit (servant aussi pour l'appareil génital entotrème) est situé sous la membrane qui attache, au tube anal, le septum de la branchie.

La fig. 14 se rapporte à *Cerithium vulgatum*. Le rectum et l'appareil génital étant déplacés au côté droit, il n'existe plus que la branchie gauche (*br*), au côté externe de laquelle est la pseudo-branchie (*ps*), tandis qu'à son côté interne se trouve la glande mûcipare formée de plis épithéliaux, dont la signification physiologique n'est pas encore bien connue. Au côté externe du rectum, s'observe une lamelle qui limite un sillon dans lequel sont transportés les produits génitaux. Le rein s'ouvrant plus en arrière, entre la branche et le rectum, ne se voit pas dans cette figure. Chez la femelle, la membrane (*ge*), que je crois identique à l'épitàenia, existe aussi, mais est plus forte, et son extrémité antérieure est fendue, se continuant postérieurement par un canal. Un second canal, s'ouvrant aussi en avant, se trouve à la base de la membrane, qui est munie de nombreux plis transversaux dont la sécrétion semble être transportée par les canaux susmentionnés ; l'un de ceux-ci est peut-être le précurseur du receptaculum seminis. En tous cas, le vas deferens, comme l'utérus, est ouvert, formé seulement par une membrane un peu enroulée.

Ampullaria canaliculata (fig. 17 et 18, Pl. VI) nous montre les conduits génitaux situés aussi dans la cavité branchiale ou traché-lome, mais déjà fermés. La fig. 17, représentant la coupe antérieure, montre la branchie déplacée à droite jusqu'au rectum et fort éloignée de la pseudobranchie qui est courte mais haute et située au bord antérieur, comme chez *Valvata*. L'utérus est fermé, avec un pli longitudinal ; mais, à son côté interne, on voit la crête épitàeniaie. Je soupçonne qu'elle participe, dans le développement, à la formation du conduit génital, de sorte que chez l'adulte, elle ne serait qu'un organe rudimentaire, sans fonction ; mais ce n'est là qu'une hypothèse. Chez les jeunes individus que j'ai examinés, l'utérus a déjà, comme chez l'adulte, croisé l'épitàenia, en se rendant dans le milieu du traché-lome (sous l'épitàenia) vers la cavité intestinale, où la

glande de l'albumine (*gl.* fig. 18) est excessivement développée. Au contraire, l'épiténia se continue en arrière jusqu'à la fin du trachélome, conservant toujours la même position quant au rectum. Si cette hypothèse est juste, on peut s'attendre à voir l'épiténia reconnu comme organe embryonnaire, par des recherches sur le développement du trachélome des Pectinibranches. Dans la fig. 18, on voit le péricarde, le poumon et le rein, qui est situé entre le rectum et la branchie. L'ouverture du rein chez le mâle est représentée fig. 3 ; chez la femelle, cette ouverture paraît un peu différente ou au moins plus petite. Contrairement à BOUVIER, je crois, je ne trouve pas grande différence, à cet égard, avec les autres Pectinibranches.

La cavité branchiale des Ichnopodes est très différente. On voit (fig. 19) la formation de cette cavité chez *Aplysia*, sp. « *depilans* L. » de la Méditerranée. Cette cavité est développée à droite et renferme la grande branchie dont l'insertion à droite est coupée dans la figure. Accolé à son côté dorsal, on voit le rein qui s'ouvre là au fond de la cavité, près de la branchie. Le rectum est situé en arrière de la branchie ; s'ouvrant à côté d'elle, en arrière et inférieurement. La fig. 20 (*Gastropteron*) où le bord du manteau (*l*), qui couvre la branchie, se trouve relevé, montre encore mieux ces dispositions. En avant de la branchie, on voit l'ouverture génitale avec la rainure ciliée. En arrière, la branchie est insérée sur une membrane ou un fort pli, de sorte qu'elle possède une face inférieure ventrale et une autre dorsale ou supérieure. Le rein, comme chez *Aplysia*, correspond à la face ventrale, le rectum et l'anus à l'autre. C'est à peine si l'on peut ici parler d'une cavité branchiale ; la branchie elle-même est petite et située tout à fait de côté. Mais chez *Aplysia*, elle est non seulement plus grande, mais aussi plus enfoncée dans le corps, s'étendant jusqu'au côté opposé.

La fig. 21 est une section transversale de *Limax*. On y voit, à droite, traversés près leur orifice, le rectum et l'uretère, et puis la cavité pulmonaire interrompue dans son milieu, sur une certaine étendue, par le rein (*r*) que touche à gauche et inférieurement le péricarde où le bulbe de l'aorte (*ba*) est traversé. L'ouverture bien étroite du poumon ne peut pas être vue de cette section.

Les fig. 8, 15, 16 et 22 se rapportent à une espèce brésilienne de *Ancylus*. Dans la figure 22, j'ai représenté un animal conservé en alcool et choisi entre beaucoup d'autres, parce que les contractions y ont poussé en dehors le péricarde (*pe*) dans lequel on aperçoit le cœur; celui-ci étant situé en avant de la branchie, l'animal est opisthobranche. En avant de la branchie (*br*) on voit l'orifice génital (*o. ge*); et en arrière du cœur, le rein (*r*), constituant un tube replié en plusieurs branches dont deux communiquent à l'extrémité postérieure. A la face dorsale de la branchie, on voit s'étendre le rectum dont l'ouverture (*a*) est située au bord antérieur de la branchie. Au-dessous de celle-ci, on voit l'entrée assez large du poumon (*cbr*). Si j'appelle cette dernière cavité « poumon », c'est pour me conformer à l'expression habituelle, qui s'explique probablement par le fait que les *Ancylus* d'Europe peuvent se servir de cette cavité comme d'un poumon. *Ancylus moricandi*, au contraire, alors même qu'il s'élève un peu au-dessus de l'eau en rampant sur les plantes, n'a jamais d'air dans cette cavité, qui est remplie d'eau et n'est pas autre chose qu'une cavité branchiale correspondant à celle des Tectibranches ou à une partie de celle-ci. Il me semble aussi que cette espèce a la branchie mieux développée que celle des espèces européennes. On voit, par la fig. 22, que cette branchie est située à gauche.

La conformation de cette cavité et de la branchie se comprennent bien par la coupe transversale, fig. 15, où l'on observe le rectum (*re*), à la base de la branchie, et le rein (*r*). Enfin, la fig. 16 représente une coupe sagittale, dirigée un peu à gauche pour rencontrer le poumon et le rein. Ce que je trouve surtout remarquable, c'est l'existence de la cavité palléale (*Tr*), qui correspond au trachélome des Cochlides, sans lui être homologue. En effet, ce trachélome reçoit le rectum et l'appareil urogénital, et le cœur lui est accolé; ici tout est disposé autrement et la cavité branchiale est située latéralement: c'est pourquoi je l'appellerai *pleurome*.

Dans la fig. 8, j'ai représenté, sur la coquille de *Ancylus moricandi*, les insertions musculaires. On voit que, du côté anal, il y a deux muscles au lieu d'un qu'il y a sur l'autre côté. Comment cela s'explique-t-il? C'est pour moi la preuve que la cavité pleuromique se formait chez les ancêtres de *Ancylus* lorsque le muscle columellaire constituait une masse unique en forme de fer à cheval; c'était donc le cas de *Siphonaria*. Lorsque plus tard la concentration du

muscle s'est produite, rien ne s'y opposait au côté antianal ; mais, au côté anal, le muscle restait divisé par la cavité branchiale. De cette façon il est facile de comparer la musculature de *Ancylus* et *Siphonaria*.

Une forme un peu aberrante paraît être le genre *Gadinia*, assez voisin de *Siphonaria*. Chez *G. garnoti*, dont je ne connais que la coquille, l'asymétrie du muscle columellaire n'est pas facile à voir ; peut-être la partie antérieure en est-elle peu développée à droite. Au contraire, chez *G. peruviana*, dont je connais l'animal, la partie antérieure droite, détachée, du muscle est très bien développée, comme on l'observe dans la fig. 9. De ce muscle antérieur s'étend un ligament jusqu'à l'autre côté, à l'extrémité du muscle gauche. Il y a donc, à droite, une ouverture assez large menant dans la cavité branchiale qui est un pleurome. Je ne saurais dire s'il y a une branchie, mais j'ai très bien vu cet organe chez deux espèces de *Siphonaria*. La disposition du pleurome et de la musculature concorde absolument avec *Siphonaria*, et la radula est aussi pareille. Chez *G. peruviana*, les nombreuses dents latérales sont bicuspidées et portent à la base trois ou quatre denticules étroits, de chaque côté. Les dents bicuspidées de *Siphonaria leucopleura* possèdent aussi un ou deux de ces denticules à la base, mais seulement au côté externe. Ces faits, joints à l'hermaphroditisme de l'appareil génital, qui est pourvu d'un pénis invaginable, ne permettent pas de douter que *Gadinia*, comme *Siphonaria*, est un vrai Ichnopode, dont la position naturelle ne sera pas très éloignée de *Ancylus*. La prosobranchie et la coquille operculée sont d'ailleurs représentées chez les Ichnopodes. *Siphonaria* est tantôt prosobranchie, tantôt opisthobranchie ; la coquille de la larve de *Auricula* est operculée.

Le genre *Ancylus* me paraît prouver que la position des Branchiopneustes est bien celle que j'ai exposée. L'appareil génital de ce genre, avec vas deferens libre, est semblable à celui des autres Branchiopneustes dont *Ancylus* est un représentant un peu aberrant. La coexistence du trachélome et du pleurome chez *Ancylus* est un fait qui ne permettra plus, à l'avenir, de confondre la cavité branchiale des Cochlides avec celle des Ichnopodes. La discordance consiste non seulement dans la situation différente de ces cavités mais aussi dans les différences importantes quant aux organes qui s'y ouvrent.

Nous avons vu que, chez les Tectibranches, la branchie est située entre le rectum et le rein, tandis que chez les Pectinibranches elle est placée en dehors du rectum et du rein, ce dernier se plaçant entre les deux autres. Les différences dans l'appareil génital sont encore plus importantes. Chez les Aspidobranches, l'organe génital s'ouvre dans la cavité branchiale et chez les Pectinibranches il en est de même, mais il y a, en outre, un conduit formé par l'épithélium et la paroi de la cavité branchiale, et servant au transport des produits génitaux. Chez les Ichnopodes et les Ptéropodes, l'orifice génital est situé complètement hors de la cavité branchiale, avec laquelle il n'a aucune connexion.

Il est donc bien évident que *le trachélome des « Cochlides » et le pleurome des Platydes sont des organes complètement différents*. On n'a pas, jusqu'ici, reconnu cette différence. On a remarqué que l'ouverture du poumon est large chez les Pulmonés operculés, étroite chez les Pulmonés proprement dits; mais c'est une différence secondaire. Chez *Ancylus*, le pneumonostome est encore assez large, et chez les Tectibranches l'entrée du pleurome est toujours large. Seulement, le pneumonostome des Néphropneustes, correspondant à l'orifice primitif du rein ou à une invagination de l'épiderme au point de son orifice, ne peut être qu'étroit.

Où est donc l'homologie de la cavité branchiale des Gastropodes? Sera-t-il plus juste de tirer de toutes ces différences les résultats que j'en ai tirés ou de continuer, — en proclamant l'unité des Gastropodes au lieu de la prouver, s'il est possible — de déclarer qu'on n'admet pas mes idées parce qu'elles sont contraires à ce qui est admis généralement. Quand le temps en sera venu, on appréciera plus justement les résultats de mes recherches sur les Mollusques, dont il semble que j'étais ou que je suis jusqu'ici le seul partisan.

III.

LE SYSTÈME NATUREL DES MOLLUSQUES.

Il est curieux que, malgré cette opposition, les nouvelles modifications, qui ont été proposées pour la classification des Mollusques,

se sont rapprochées du système que j'ai proposé. C'est ainsi que HUTTON, en 1882, a proposé de diviser les Gastropodes en Monœca et Diœca, dont les premiers correspondent exactement aux Cochlides, les derniers aux Ichnopodes. De son côté, SPENGLER (60) proposait de diviser les Gastropodes en Streptoneura et Euthyneura.

Dans cette classification SPENGLER a commis une singulière confusion en comprenant dans ses Euthyneura mes Ichnopodes *et* Pulmonés, alors que mes Ichnopodes sont créés pour les Opisthobranches *et* Pulmonés. Si l'ordre des Euthyneura devait être conservé, il entrerait en synonymie des Platymalakia, mihi, comme les Streptoneures, dans la synonymie de mes Cochlides ; mais la question est encore plus compliquée ! SPENGLER, en généralisant ses observations trop peu nombreuses, croyait que tous les Cochlides étaient Chiasstoneures, et il proposait alors de diviser les Gastropodes en formes à commissure viscérale croisée — Streptoneures —, et à commissure simple — Euthyneures. Or, nous avons vu que la généralisation de SPENGLER est exagérée, puisque BOUVIER et moi avons prouvé qu'il existe, parmi les Aspidobranches, des Chiasstoneures et des Orthoneures. Et, d'après la classification de SPENGLER, les Orthoneures devraient entrer dans l'ordre des Euthyneures, résultat inadmissible.

Plus tard, DE LACAZE-DUTHIERS (39) a accepté et modifié la classification de SPENGLER. Il conserve les Streptoneures et divise les Euthyneures en trois sections : les Pulmonés, qu'il appelle Gastroneura, les Nudibranches ou Notoneura, et les Tectibranches ou Pleuroneura. De toutes ces divisions, la plus mal choisie me paraît être celle des Pleuroneura. Il n'y a pas d'importance morphologique dans le fait que les ganglions viscéraux soient situés bien symétriquement ou un peu déplacés à droite ou à gauche. D'ailleurs, PELSENEER (52) a montré qu'il y a des Aplysiidæ, etc., qui présentent la symétrie de ces centres. En outre, le système nerveux des Branchiopneustes, et surtout des Auriculidæ, n'est pas différent de celui des Tectibranches. Je ne répète plus ce que j'ai déjà dit sur la valeur de l'ordre des Pulmonés, mais j'insiste sur l'absence de la commissure parapodale chez les Néphropneustes, et sa présence chez les Branchiopneustes et Tectibranches. DE LACAZE-DUTHIERS n'a pas tenu compte du processus de développement que mes recherches et celles de VAYSSIÈRE ont fait connaître ; et il a ainsi

réparti les Tectibranches dans trois sous-ordres. En réalité, les Tectibranches, comme VAYSSIÈRE et moi nous les comprenons, c'est-à-dire avec les Umbrellidæ et sans les Pleurobranches, représentent un ordre assez naturel, tant par le système nerveux que par l'appareil génital monaule et érémaukaule. Les différences peu importantes entre cette classification et celle de CUVIER ne me paraissent plus suffisantes pour justifier le remplacement du nom Tectibranches par celui de Stéganobranche que j'avais donné autrefois.

La subdivision des Cochlides dans le système de DE LACAZE, n'est pas plus propre à servir dans la classification, ainsi qu'on le voit bien en examinant mes recherches et celles de BOUVIER. En outre, on ne peut admettre qu'il soit toujours proposé de nouveaux noms pour des ordres ou sous-ordres déjà créés.

La classification de DE LACAZE-DUTHIERS est plutôt une classification des systèmes nerveux que des Gastropodes. Et, bien qu'à ce point de vue, elle ne corresponde pas à ce que j'ai expliqué, je crois qu'elle peut arrêter l'attention, dans ce sens, puisque, si les noms proposés dans ce système ne correspondent pas à des subdivisions naturelles, ils sont néanmoins significatifs comme termes de description du système nerveux.

Ainsi, d'après mes recherches et celles de BOUVIER, les Aponotoneurés se sont développés hors des Epipodoneurés, par déplacement du ganglion palléal, et que les Gastroneurés et Pleuroneurés représentent le stade extrême des modifications subies par le système nerveux des Ichnopodes, lequel commence par le stade notoneure.

SCHEMENZ m'a censuré pour avoir proposé de nouvelles expressions anatomiques, dans mes travaux malacologiques; je crois que c'est à tort. Car la terminologie, lorsqu'elle correspond à des dispositions morphologiques caractéristiques, est toujours avantageuse, comme je crois que l'est celle que j'ai proposée pour l'appareil génital des Ichnopodes. Et il me paraît que cela est juste aussi pour le système nerveux. Mais, ce qu'il faut censurer, c'est la création de nouveaux termes pour des conceptions déjà faites et nommées, car l'accumulation des synonymes n'est pas moins embarrassante dans la morphologie que dans la systématique.

Pour terminer, je donne ici l'exposé du système des Mollusques, tel qu'il résulte de mes recherches, avec les nouvelles modifica-

tions qui ont été rendues nécessaires, et j'y ajoute les diagnoses modifiées.

I. **ARTHROMALAKIA**, v. JHERING (1876).

Animaux pseudocœliens, symétriques, à l'exception des Cochlides dont l'asymétrie est acquise. Respiration par des branchies ou par la cavité branchiale transformée en poumon. Cavité branchiale représentée par un trachélome chez les Cochlides. Coquille calcaire, presque toujours operculée, disparue par métamorphose rétrograde chez quelques Hétéropodes et Céphalopodes, toujours développée, à l'exception des Amphineures. Coelome spacieux, contenant le cœur et le rectum, communiquant avec les reins et recevant les produits génitaux (Amphineures, Céphalopodes, etc.), réduit au péricarde (souvent traversé par le rectum) chez les autres, chez lesquels l'appareil génital s'ouvre dans les reins ou dans l'un d'eux (entotrèmes) ou, en se déplaçant, au dehors, à côté de l'orifice du rein (ectotrème) Système nerveux lytoneure, à ganglions palléaux confondus avec les cérébraux, devenant kleistoneure chez les Cochlides, par déplacement du ganglion palléal. Système nerveux buccolabial développé et quelquefois régénéré. Appareil digestif à radula, qui manque seulement aux Lamellibranches, pourvu de foie et d'anus. Radula formée par des compartiments pavés par l'épithélium buccal odontoblastique. Reins pairs, redoublés chez *Nautilus*, réduits à un chez la plupart des Cochlides. Deux glandes génitales dont une peut être atrophiée (Cochlides). Sexes séparés ou réunis. Représentants connus dès l'origine de l'époque paléozoïque.

Parmi les classes de ce Phylum, nous nous sommes occupés ici de celle des

Cochlides, v. JHERING, 1878 (Arthrocochlides 1876.)

Arthromalakia asymétriques, ou à symétrie bilatérale incomplète (Zeugobranches), à coquille calcaire spirale dextre, rarement sénestre ou patelliforme, manquant à quelques Hétéropodes. Pied rampeur, modifié en nageoire chez les Hétéropodes. Système nerveux orthoneure ou chiastoneure. Respiration branchiale, rarement pulmonaire, bran-

chies logées dans une vaste chambre palléale (trachélome) dans laquelle s'ouvrent le rein et l'appareil génital. Cavité palléale parfois changée en poumon, par disparition de la branchie et s'ouvrant alors dorsalement sur la nuque, par une très large ouverture. Un organe sensoriel (pseudo-branchie) de la cavité branchiale, développé chez les Chiastoneures et les Hétéropodes, à innervation hétéropleure. Oreillettes et veines branchiales situées en avant du cœur (sauf chez *Ampullaria*). Sexes séparés (à l'exception des Valvatidæ, quelques Marseniidæ et Ampullariidæ). Coquille nautiloïde de la larve véligère, toujours présente. Pénis constituant, lorsqu'il existe, un organe extérieur, solide, non invaginable.

II. **PLATYMALAKIA**, v. JHERING (1876).

Platycochlides ou Platydes, v. JHERING.

Animaux pseudocœliens asymétriques, avec ou sans cavité branchiale, nus ou à coquille presque toujours sans opercule (excepté Tornatellidæ et Limacinidæ); pourvus de coquille nautiloïde à l'état larvaire. Respiration cutanée, branchiale ou pulmonaire. Cœlome réduit au péricarde, qui communique avec le rein et renferme le cœur. Système nerveux notoneure ou gastroneure avec ganglions deutoviscéraux sur la commissure viscérale. Cavité branchiale ou poumon, représentés lorsqu'ils existent, par un pleurome. Appareil digestif avec radula, foie et anus. Radula formée par des odontophytes (? Pléropodes). Appareil génital toujours hermaphrodite, sans relation avec le rein (qui est simple) et s'ouvrant hors de la cavité branchiale ou du poumon. Des représentants testacés connus dès le Dévonien.

1. **Ichnopoda**, v. JHERING (1876).

Platydes à pied rampeur ventral et à tête bien développée, nus ou à coquille presque toujours inoperculée. Système nerveux notoneure ou gastroneure plus ou moins asymétrique. Respiration dermique, branchiale ou pulmonaire. Poumon, lorsqu'il existe, formé d'un

pleurome, à pneumonostome latéral et étroit. Branchies logées dans une cavité branchiale latérale (pleurome) ou développées librement sur le dos ou les côtés du corps. Un organe sensoriel (organe de LACAZE-DUTHIERS) développé dans la cavité branchiale chez les Tectibranches et Branchiopneustes, à innervation homopleure. Oreillette située en avant ou en arrière du ventricule. Appareil génital hermaphrodite monaule, diaule ou triaule. Pénis formé par le vas deferens et invaginable (pyxikaule) ou éloigné de l'orifice génital (érémokaule). Développement à coquille nautiloïde et vélum chez les marins, modifié chez les autres.

Les ordres de cette classe qui nous ont surtout occupés ici sont ceux dont les diagnoses suivent :

1° *Nephropneusta*, v. JHERING.

Ichnopodes terrestres (à l'exception de *Feronia*), nus ou testacés sans opercule. Tentacules rétractiles, portant l'œil au sommet. Poumon formé par une invagination cloacale, jointe intimement au rein, qui est souvent muni d'un uretère. Système nerveux à deux commissures pédieuses et sans commissure parapédieuse; oreillette en arrière, ou généralement, en avant du ventricule. Mâchoire simple. Estomac membraneux (sauf chez *Peronia* et *Vaginulus*). Appareil génital triaule, à pénis érémokaule, ou diaule à pénis pseudo-pyxikaule, provenant, dans le développement, d'un appareil triaule;

2° *Branchiopneusta*, v. JHERING.

Ichnopodes aquatiques, à coquille inoperculée, tentacules rétractiles, portant l'œil à leur côté interne. Poumon consistant en une cavité branchiale modifiée. Branche présente ou absente. Oreillette en arrière ou généralement en avant du ventricule. Système nerveux avec deux commissures pédieuses et une commissure parapédieuse. Mâchoire simple ou composée de plusieurs pièces. Estomac musculéux, quelquefois armé de plaques. Appareil génital à pénis érémokaule.

2. Pteropoda, CUVIER.

Platydes pélagiques, à pied modifié en nageoires aliformes, situées aux côtés ou en arrière de la bouche ; à tête peu séparée et développée, munie quelquefois d'appendices buccaux ; nus ou testacés. Système nerveux gastroneure (insuffisamment connu quant aux commissures pédieuses). Branchies manquant ou développées dans une cavité branchiale ventrale. Oreillette en arrière du ventricule. Appareil génital monaule à pénis éremokaule. Développement à coquille nautiloïde et vélum, quelquefois avec un second stade larvaire bien différent.

Au sujet du tableau du système naturel des Mollusques, je dois ajouter que je ne comprends dans les Orthoneures que les Neritidæ et Helicinidæ.

Quant aux Ptéropodes, bien que dérivés probablement des Tectibranches, ils ne doivent pas y être réunis plus que les Branchiopneustes. Les relations des Gymnosomes aux Tectibranches sont assez problématiques, et le procédé réservé de BOAS (9 b) me paraît plus acceptable que l'opinion de PELSENER (52 a p. 94, 95) qui fait dériver les Gymnosomes de *Notarchus* et des genres voisins. Considérant l'origine non définie et probablement polyphylétique des Ptéropodes, et la possibilité que les Tectibranches et Ptéropodes dérivent d'ancêtres communs éteints, et en l'absence de formes intermédiaires, il me paraît plus justifié de réunir seulement les Ichnopodes et les Ptéropodes dans un groupe commun, que de réunir plus intimement encore ces derniers aux Tectibranches. Une classification faite de cette façon ne pourra être contestée, tandis que la relation phylogénétique des Ptéropodes et des Tectibranches pourra être jugée d'une façon assez différente par les différents savants. Les Ptéropodes offrent d'ailleurs des particularités caractéristiques à eux, et non représentées chez les Ichnopodes, ce qui est un motif suffisant pour ne pas les réunir avec ces derniers.

Parmi les Tectibranches, je range aussi les Umbrellidæ, Peltidæ et Lophocercidæ.

Les Nudibranches triaules comprennent les Dorididæ et les Phylidiidæ ; les Phanérobanches sont tous les autres Nudibranches à l'exception des Sacoglosses.

Ces choses notées, on peut représenter comme suit le système naturel des

MOLLUSCA, CUVIER.

I. Phylum *Arthromalakia*, VON JHERING.

1. Classe *Amphineura*, VON JHERING.
2. Classe *Acephala*, CUVIER.
3. Classe *Cephalopoda*, CUVIER.
4. Classe *Solenocoenchæ*, LAGAZE-DUTHIERS.
5. Classe *Cochlidæ*, VON JHERING.
 1. Ordre *Orthoneura*, VON JHERING.
 2. Ordre *Chiastoneura*, VON JHERING.
 3. Ordre *Heteropoda*, LAMARCK.

II. Phylum *Platymalakia*, VON JHERING.

1. Classe *Ichnopoda*, VON JHERING.
 1. Ordre *Nudibranchia*, CUVIER.
 1. Sous-ordre *Phanerobranchia*, VON JHERING.
 2. Sous-ordre *Triaula*, VON JHERING.
 2. Ordre *Sacoglossa*, VON JHERING.
 3. Ordre *Pleurobranchia*, VON JHERING.
 4. Ordre *Tectibranchia*, CUVIER.
 5. Ordre *Branchiopneusta*, VON JHERING.
 6. Ordre *Nephropneusta*, VON JHERING.
2. Classe *Pteropoda*, CUVIER.

L'opposition que l'on fit dans les premiers temps, à ma conception du système naturel des Mollusques paraît s'affaiblir. La réunion des Hétéropodes avec les Prosobranthes, que j'avais proposée, n'a pas rencontré beaucoup d'opposition. BOUVIER l'accepte aussi ; mais il commet la faute de nommer mes Cochlides, des Prosobranthes. Il

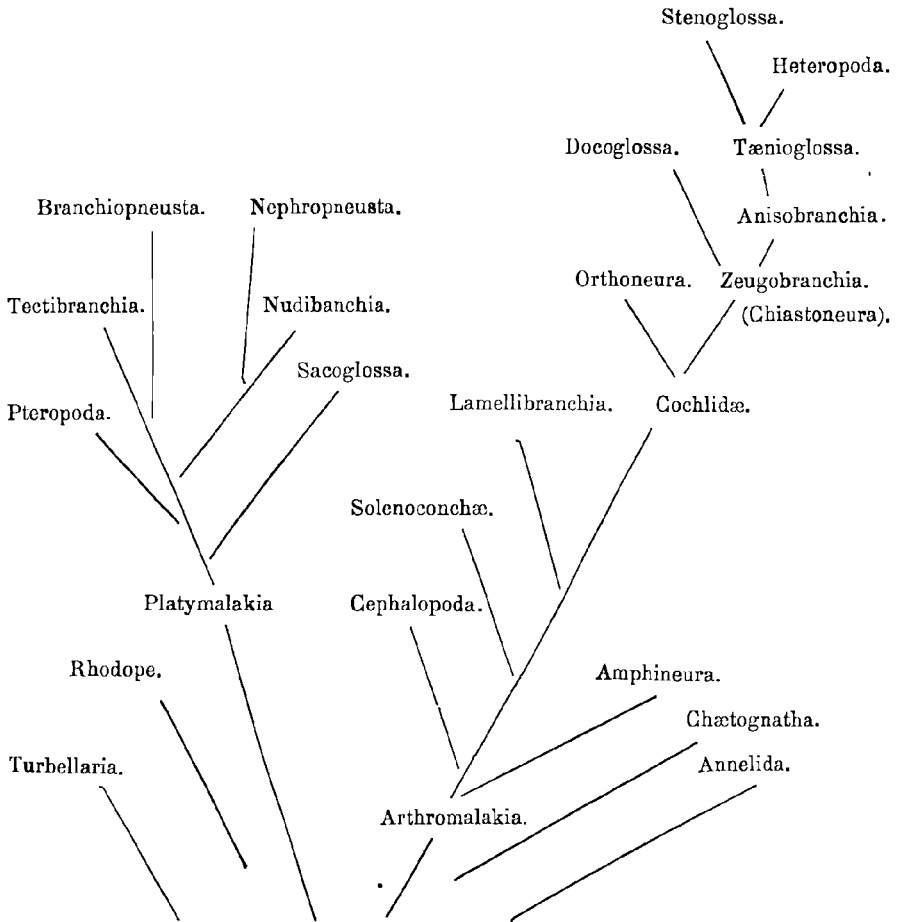
est bien évident que ce qu'on a entendu, d'après la proposition généralement acceptée de H. MILNE EDWARDS, comme Prosobranches, n'a rien à faire avec les Hétéropodes. Et, si on les réunit maintenant, on ne peut appeler le nouveau groupe « Prosobranches », pas plus qu'on ne peut représenter $a + b$ par a . Par conséquent, si l'on accepte ma proposition de réunir les Hétéropodes aux Prosobranches, on doit aussi accepter mon nom de Cochlides pour ce nouveau groupe.

On sait d'ailleurs que la division des « Gastropodes » en Prosobranches et Opisthobranches ne fut conservée, incorrecte comme elle est, que faute de mieux. Chez *Ampullaria canaliculata*, on trouve le cœur au côté gauche où l'oreillette occupe la situation la plus postérieure, le ventricule le milieu et le bulbe aortique la situation antérieure. *Ampullaria* est donc « opisthobranche », et n'est certainement pas le seul cas d'opisthobranche parmi les « Prosobranches ».

D'un autre côté, les anatomistes qui se sont occupés des Ptéropodes dans ces dernières années, BOAS et PELSENER surtout, ont accepté la position que j'ai assignée (34) aux Ptéropodes en les réunissant avec les Ichnopodes. Il est donc assez difficile d'admettre pourquoi on s'opposerait encore à la dissolution du groupe « Gastropodes ». Les Mollusques de ce groupe étaient jusqu'ici répartis en trois classes : Ptéropodes, Hétéropodes, Gastropodes. Maintenant, j'ai divisé les Gastropodes en Cochlides et Ichnopodes, et réuni les Hétéropodes aux premiers, les Ptéropodes aux derniers.

Pour continuer l'exemple choisi plus haut, on se trouve dans le cas où $\frac{a}{2} + b$ et $\frac{a}{2} + c$ représentent maintenant ce qui autrefois était représenté par a, b, c . Et, si l'on veut continuer à désigner $\left(\frac{a}{2} + b\right) + \left(\frac{a}{2} + c\right)$ sous le nom de Gastropodes, je ferai observer que le terme Gastropodes correspond seulement à a . On sera donc forcé, ou bien de conserver simplement la vieille méthode, ou bien, reconnaissant les progrès que la science a faits, d'accepter les nouvelles combinaisons. Et comme celles-ci sont basées sur mes recherches, je puis aussi réclamer que, pour les divisions proposées par moi, on accepte les dénominations que j'ai créées.

Pour terminer ce travail, je représente, par le tableau suivant, la façon dont j'entends les relations phylogénétiques des Mollusques :



Il est intéressant d'observer la distribution paléontologique des Ichnopodes. Les Ptéropodes ne sont connus que depuis le Tertiaire; les prétendus « Ptéropodes » paléozoïques sont des restes d'Arthromalakia, dont la nature de l'animal n'est pas connue et que j'ai proposé de nommer *Leptoceratites* (35, a, p. 88). Au contraire, les

ordres d'Ichnopodes pourvus de coquille sont connus depuis le carboniférien (*Actæonina* parmi les Tectibranches, *Physa* et des Auriculidæ, d'après WALCOTT, plusieurs espèces de *Pupa*, *Zonites*, d'après DAWSON, qui a aussi décrit un Néphropneuste dévonien, sous le nom de *Strophiles grandæva*).

Si les divers ordres principaux des Ichnopodes sont ainsi déjà représentés à l'époque paléozoïque, c'est pour moi la preuve qu'ils sont aussi anciens que les Cochliides, etc.; mais qu'on n'en trouve pas de représentants dans les périodes plus reculées parce qu'ils étaient nus. Ces questions seraient mieux élucidées si la position systématique des Pyramidellidæ était connue, ce qui est un desideratum urgent de la Malacologie; lorsqu'elle sera déterminée, les erreurs que les paléontologistes commettent aujourd'hui dans la discussion des relations de cette famille deviendront impossibles.

En finissant ce travail, je prie encore mes honorés collègues qui contribuent par leurs études à augmenter nos connaissances sur la Morphologie et la Phylogénie des Mollusques, de vouloir bien me favoriser par l'envoi de leurs travaux, vu qu'il m'est assez difficile de suivre convenablement les progrès de la science.

Post-scriptum. — Dans un travail que M. J. THIELE vient de publier (*Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd XLIX, 1890, p. 385-432) sur le système nerveux des Mollusques, il croit pouvoir prouver que le nerf circulaire palléal des Lamellibranches est l'homologue du nerf palléal primaire des Amphineures, en identifiant les papilles du bord du manteau des premiers aux branchies des *Chiton*.

On sait que les branchies que j'ai appelées épipodiales, et que SABATIER et moi avons reconnu chez les Mytilidæ, sont pour moi homologues à celles de *Chiton*. Mais je crois que la question, telle qu'elle est traitée par THIELE, doit être poursuivie.

THIELE prend, comme base de ses conceptions théoriques, l'axiome que les Amphineures sont les Mollusques les plus primitifs; et il dit, en conséquence, que chez tous les Mollusques, les nerfs

avaient, à l'origine, le caractère ganglionnaire. Mais cette hypothèse ne peut être défendue que pour les Arthromalakia, tandis qu'elle n'a plus de valeur pour les Ichnopodes.

Au sujet de ces deux groupes, THIELE remarque (p. 412) qu'on ne peut les faire dériver l'un de l'autre, et que, pour les Ichnopodes, le point d'origine reste inconnu. Néanmoins, THIELE n'accepte pas l'origine polyphylétique des Gastropodes, ce qui n'est pas conséquent.

Si cet auteur avait étudié mes publications avec plus de soin, il serait probablement plus d'accord avec moi. C'est ainsi qu'il croit que les yeux des Arthromalakia sont une formation ectodermique issue des organes et tentacules latéraux, tandis que les yeux cérébroïdes des Polyclades seraient sans homologues chez les Mollusques. On sait que je regarde comme homologues de ces yeux, ceux des Nudibranches, qui sont, comme les otocystes, des formations en relation intime avec la face dorsale des ganglions cérébraux.

Cette remarque faite, les idées de THIELE et les miennes, sur la valeur différente des yeux des Ichnopodes et des Arthromalakia, sont identiques.

Tandis que sur ce point et sur d'autres, nos idées concordent, je signalerai certaines différences. Malheureusement, THIELE n'a pas accepté la terminologie proposée par BOUVIER et moi; et comme il parle de « Schlundring », « Bauchstränge der Acephalen », « Ventralganglien », « Eingeweideganglien », etc., il est très difficile de saisir nettement ce qu'il veut dire, surtout qu'il représente des coupes sans figure schématique indiquant leur direction et leur hauteur.

Il semble que THIELE veut confirmer mes données et celles de BOUVIER sur la commissure labiale, contre HALLER; mais dans la figure très schématique qu'il donne du système nerveux de *Haliotis*, il représente trois commissures buccolabiales, ce qui correspondrait en effet au système nerveux de *Chiton*, comme il l'affirme, mais ce qui, je crois, n'est pas exact; car la commissure sous-pharyngienne de *Chiton* n'existe pas chez les Cochlides, où elle est transformée en commissure viscérale ou confondue avec le ganglion pédiéux, question non encore décidée. Nous ne connaissons chez les Cochlides, que la commissure buccale, située sur la radula, mais sous l'œsophage, et la commissure découverte par moi chez *Fissurella*

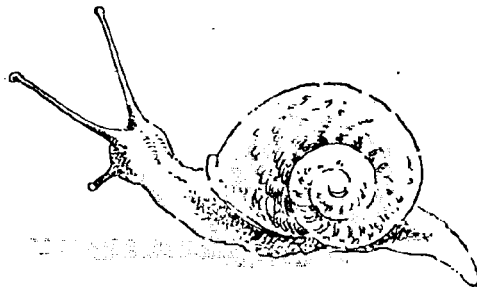
et *Patella*, et nommée commissure pharyngienne (BOUVIER qui l'a trouvée chez tous les Rhipidoglosses, l'appelle commissure labiale).

Je crois donc que THIELE n'a pas raison de trouver la commissure sous-pharyngienne de *Chiton* représentée chez *Haliotis*. C'est cette commissure que THIELE croit homologue à la pédieuse des Lamellibranches, alors que leur viscérale correspondrait aux cordons pédieux primaires des Amphineures. Or, pour moi, les ganglions pédieux des Lamellibranches sont homologues aux pédieux des Cochlides et aux nerfs pédieux primaires de *Chiton*.

THIELE a aussi représenté le système nerveux de *Notomastus* avec un système buccal pareil à celui des Ichnopodes, et peut-être de quelques Amphineures (?) (peut-être non encore étudié exactement à cet égard); mais cela ne correspond pas aux faits, car il n'y a là qu'un « plexus ».

En tout cas, le travail de THIELE montre que les données connues sur le système nerveux des Annélides, quant au système buccolabial et aux nerfs primaires palléaux, sont encore extrêmement incomplètes.

Rio-Grande do Sul, 28 Juillet 1890.



INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. AMAUDRUT, Le système nerveux de quelques Mollusques pulmonés, *Bull. Soc. Philom. Paris* (7), t. X. 1886, p. 107-119.
2. BEHME, TH., Beiträge zur Anatomie des Harnapparates der Lungenschnecken, *Arch. f. Naturg.*, 1889, p. 1-28, pl. I, II.
3. BERGH, R., Malacologische Untersuchungen, dans C. SEMPER, *Reisen im Archipel der Philippinen*, Bd. II, Wiesbaden, 1870-1890.
4. — Die cladohepatischen Nudibranchien, *Zool. Jahrb.*, Bd. V, 1890, p. 1-75.
5. — Ueber die Gattung *Idalia*, *Arch. f. Naturg.*, 1881, p. 140-181, pl. VI-VIII.
6. — Beiträge zur Kenntniss der Aeolidiaden, VII, *Verh. Zool. bot. ges. Wien*, 1882, p. 3-74, pl. I-VI.
7. — Zur Kenntniss der Gattung *Melibe*, *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XLI, 1884, p. 142-154, pl. X.
8. — Beiträge zur Kenntniss der Japan. Nudibranchien, *Verh. Zool. bot. ges. Wien*, 1880, p. 155-200, pl. I-V.
9. — Ueber die Verwandtschaftsbeziehungen der Onchidien, *Morph. Jahrb.*, Bd. X, 1884, p. 172-181.
- 9a. BERNARD, F., Recherches anatomiques sur la *Valvata piscinalis*, *Comptes rendus*, t. CVII, 1888, p. 191-194.
- 9b. BOAS, J.-E.-V., *Spolia Atlantica*, *Dansk. Vid. Selsk. Skr.* (6), Bd. IV.
10. BÖHMIG, L., Beiträge zur Kenntniss des centrales Nervensystemes einiger Pulmonaten, *Diss. inaug. Leipzig*, 1883.

11. BOUTAN, L., Recherches sur l'anatomie et le développement de la Fissurelle, *Arch. Zool. Expér.*, (2), t. III bis, 1886.
12. BOUVIER, E.-L., Système nerveux, morphologie générale et classification des Gastropodes Prosobranches, *Ann. d. Sci. Nat. (Zool.)*, (7), t. III, 1887.
13. — Sur l'anatomie des Ampullaires, *Comptes rendus*, t. CVI, 1888, p. 370-372.
14. VON BRUNN, M., Untersuchungen über die doppelte form der Samenkörper von *Paludina*, *Arch. f. Micr. Anat.*, Bd. XXIII, 1884, p. 413-499, avec 2 pl., — et *Zool. Anz.*, 1884, p. 546.
15. BROCK, J., Die Entwicklung des Geschlechtsapparates der Stylommatophoren Pulmonaten, *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XLIV, 1886, p. 333-345, pl. xxii-xxv.
16. — Ueber die doppelten Spermatozoen einiger exotischen Prosobranzier, *Zool. Jahrb.*, Bd. II, 1887, p. 615-624, pl. xvi.
17. BUTSCHLI, O., Bemerkungen über die wahrscheinliche Herkunft der Asymmetrie der Gastropoden, *Morph. Jahrb.*, Bd. XII, 1886, p. 212-222, pl. xi.
18. CAILLIAUD, F., Des monstruosités chez divers Mollusques, *Ann. Soc. Acad. Nantes*, 1860, 8 p., pl. xv.
19. FISCHER, Sur l'anatomie de *Lyria*, *Journ. d. Conchyl.*, vol. XV, 1867, p. 349 et suiv.
20. GUÉRIN-MÉNEVILLE, *Magasin de Zool.*, II sect., 1839, classe V, pl. 70.
21. GARNAULT, P., Recherches anatomiques sur le *Cyclostoma elegans*, *Arch. Soc. Linn. Bordeaux*, 1887, p. 1-155, avec 9 pl.
22. — Sur l'organisation de la *Valvata*, *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1813-1815.
23. GROBBEN, C.; Zur Kenntniss der Morphologie der Cephalopoden. *Arb. Zool. Inst. Wien*, Bd. VII, p. 61-82.
24. HALLER, B., Untersuchungen über marine Rhipidoglossen, *Morph. Jahrb.*, Bd. IX, 1883, p. 1-98, avec 7 pl.

25. — Beiträge zur Kenntniss der Niere der Prosobranchier, *Morph. Jahrb.*, Bd. XI, 1885, p. 1-53, pl. I-IV.

26. VON JHERING, H., Vergleichende Anatomie des Nervensystemes und Phylogenie der Mollusken, Leipzig, 1876.

27. — Ueber die Thiere von linksgewundenen Buccinen, *Nachr. Blatt deutsch. Mal. ges.*, 1877, p. 51.

28. — Zur Morphologie der Niere der Mollusken, *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XXIX, 1877, p. 583-614, pl. xxxv.

29. — Ueber die Verwandtschaftsbeziehungen der Cephalopoden, *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XXXV, 1880, p. 1-22.

30. — Ueber den Uropneustischen Apparat der Heliceen, *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XLI, 1884, p. 259-283, pl. xvii.

31. — Peltella, *Malak. Blätter*, N. F., Bd. VIII, 1885, p. 57-81, pl. III et IV.

32. — Die Polyceraden des Mittelmeeres, *Malak. Blätter*, N. F., Bd. VIII, 1885, p. 12-48, pl. I et II.

33. — Gibt es Orthoneuren? *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XLV, 1887, p. 499-531, pl. xxiv.

34. — Die Stellung der Pteropoden, *Nachr. Bl. deutsch. Malac. ges.*, 1888, p. 30-32.

35. — Philomycus und Pallifera, *Nachr. Bl. deutsch. Malac. ges.*, 1889, p. 5-12 et 33-38.

35a. — Die Aptychen, *N. Jahrb. f. Min.*, 1881, Bd. I, p. 44-92, pl. III et IV.

36. JOYEUX-LAFFUIE, Organisation et développement de l'Onchidie, *Arch. Zool. Expér.* (1), t. X, 1882, p. 225-383, pl. XIV-XXII.

37. KLOTZ, I., Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Geschlechtsapparates von *Lymnæus*, *Jena. Zeitschr. Naturwiss.*, Bd. XXIII, 1888, p. 1-40, pl. I et II.

38. KOKEN, E., Ueber die Entwicklung der Gastropoden von Cambrium zur Trias, *N. Jahrb. f. Min.*, Beil. Bd. VI, 1889, p. 305-484, avec 5 pl.

39. DE LACAZE-DUTHIERS, La classification des Gastéropodes, *Comptes rendus*, t. CVI, 1888, p. 716-724.

40. — Anatomie du *Gadinia garnoti*, *Comptes rendus*, t. C, 1885, p. 85-90 et 146-151.

40a. — Sur le système nerveux central de la *Tethys leporina*, *Comptes rendus*, t. CI, 1885, p. 135-139.

40b. — Contributions à l'étude du Phœnicure, *Arch. Zool. Expér.* (2), t. IV, p. 77-108, pl. rv et rv bis.

41. LANGERHANS, P., Die Wurmfauna von Madeira, *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XXXIV, 1880, p. 135 et suiv., pl. vi, fig. 57 et 60.

42. LANKESTER, E. RAY, The coelom and the vascular system of Mollusca and Arthropoda, *Nature*, vol. XXXVII, 1888, p. 498. Traduit par JULIN dans *Bull. scientif. France et Belg.*, t. XIX, 1888, p. 257.

43. LEHMAN, R., Die lebenden Schnecken und Muscheln. Stettins, Cassel, 1873.

44. MAYOUX, L'existence d'un rudiment céphalique, etc, de la Pintadine, *Bull. Soc. Philom. Paris* (7), t. X, 1886, p. 97-100.

45. MUELLER, FR., Ueber eigenthümlichen Gebilde in der Samenflüssigkeit von *Janthina*, *Arch. f. Naturg.*, 1863, p. 179-183, pl. x.

46. PIRÉ, L., Recherches malacologiques sur le *Planorbis complanatus*, forme scalaire, *Ann. Soc. Malac. Belg.*, t. VI, 1871, p. 1-6, pl. II et III.

47. PLATE, L., Bemerkungen zur Organisation der Dentalien, *Zool. Anz.*, 1888, p. 509-515.

48. PELSENEER, P., Sur la valeur morphologique des bras et la composition du système nerveux central des Céphalopodes, *Arch. d. Biol.*, t. VIII, 1888, p. 723-756, pl. xxxvii et xxxviii.

49. — Sur l'épipodium des Mollusques, *Bull. scientif. France et Belg.*, t. XIX, 1888, p. 182-200, pl. xv; et t. XXII, 1890, p. 138-157, pl. vi et vii.

50. — Gibt es Orthoneuren? *Bull. scientif. France et Belg.*, t. XIX, 1888, p. 46-52.

51. — Recherches sur le système nerveux des Ptéropodes, *Arch. de Biol.*, t. VII, 1888, p. 93-129, pl. iv.

52. — Sur la classification des Gastropodes d'après le système nerveux, *Bull. Soc. Malac. Belg.*, t. XXIII, 1888, 3 p., ou *Bull. scientif. France et Belg.* t. XIX, 1888, p.

52a. — Report on the Pteropoda collected by H. M. S. Challenger, part. III, Anatomy, *Zool. Chall. Exped.*, part. LXVI, 1888.

52b. — Sur le pied et la position systématique des Ptéropodes, *Ann. Soc. Malac. Belg.*, t. XXIII, p. 348.

53. RHO, F., Studii sullo sviluppo della *Chromodoris elegans*, *Atti Acad. Napoli* (2), vol. I, append. n° 3, 1888.

54. RÖSSLER, R., Die Bildung der Radula bei den Cephalophoren Mollusken, *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XLI, 1885, p. 441-482, pl. xxiv et xxv.

55. ROUZAUD, H., Recherches sur le développement des organes génitaux des Gastropodes hermaphrodites, Montpellier, 1885.

56. SCHIEMENZ, P., Die Entwicklung der Genitalorgane bei den Gastropoden, *Biol. central Blatt.*, Bd. VII, 1888, p. 748-761.

57. SEMPER, C., Landmollusken, in SEMPER Reisen im Archipel des Philippinen, Bd. III, Wiesbaden, 1870, p. 53.

58. — Ueber Brock's Ansichten über Entwicklung des Mollusken Genitalsystemes, *Arb. Zool. Zool. Inst. Wurzburg*, Bd. VIII, 1887, p. 213-222.

59. SIMROTH, H., Versuch einer Naturgeschichte der deutschen Nacktschnecken, *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XLII, 1885, p. 203-366, pl. vii-xi.

60. SPENGLER, J.-W., Die Geruchsorgane und das Nervensystem der Mollusken, *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XXXV, 1881, p. 333-383, pl. xvii-xix.

61. TROSCHER, Ueber *Ampullaria urceus*, *Arch. f. Naturg.*, 1845, p. 197 et suiv.

62. VAYSSIÈRE, A., Recherches anatomiques sur les Bullidés, *Ann. d. Sci. Nat. (Zool.)*, (6), t. XI, 1880.

63. — Recherches anatomiques sur les genres *Pelta* et *Tylo-dina*, *Ann. d. Sci. Nat. (Zool.)*, (6), t. XV, 1883.

64. — Recherches zoologiques et anatomiques sur les Mol-lusques opisthobranches du golfe de Marseille. I, Tectibranches, *Ann. Mus. Marseille*, t. II, 1885.

65. WEGMANN, H., Contributions à l'histoire naturelle des Haliotides, *Arch. Zool. Expér.* (2), t. II, 1884, p. 289-378, avec 5 pl.

66. WYMANN, J., On the anatomical structure of *Glandina truncata*, *Boston. Journ. Nat. Hist.*, vol. IV, 1844, p. 416-422, pl. xxiii.



EXPLICATION DES PLANCHES.

Lettres communes :

<i>a</i> ,	anus.	<i>œ</i> ,	œsophage.
<i>br</i> ,	branchie.	<i>op</i> ,	opercule.
<i>c. br</i> ,	cavité branchiale.	<i>p</i> ,	pénis.
<i>co</i> ,	cœur.	<i>pe</i> ,	péricarde.
<i>col</i> ,	muscle columellaire.	<i>pl</i> ,	pleurome.
<i>coq</i> ,	coquille.	<i>pm</i> ,	poumon.
<i>ep</i> ,	epitania.	<i>ps</i> ,	pseudobranchie.
<i>gl</i> ,	glande de l'albumine.	<i>r</i> ,	rein.
<i>i</i> ,	intestin.	<i>re</i> ,	rectum.
<i>n</i> ,	nerf.	<i>tr</i> ,	trachélome.
<i>o. r</i> ,	orifice du rein.	<i>vd</i> ,	vas deferens.
<i>o. ge</i> ,	orifice génital.	<i>ut</i> ,	utérus.

PLANCHE IV.

Fig. 1. — Pénis de *Ampullaria canaliculata*.

g, gaine de l'appendice filiforme (*ap*); *dr*, une glande du pénis; *rai*, rainure commençant à la base de l'appendice et se continuant dans le sillon sur la surface de *p*.

Fig. 2. — Pénis d'un exemplaire plus jeune; il est coupé à sa base; la gaine (*g*) est fermée. A côté de l'anus est un orifice (*ogl*) qui correspond à l'ouverture de l'utérus de la femelle.

Fig. 3. — L'orifice (*of*) du rein chez la même espèce d'*Ampullaria*, mâle.

Fig. 4. — Spermatozoïde vermiforme (*b*) et son stade primitif de développement chez *Crepidula* sp. de la Méditerranée. $\frac{300}{1}$.

Fig. 5. — Spermatozoïde vermiforme et spermatozoïdes filiformes (*b-d*) en formation, de *Vermetus gigas*. $\frac{300}{1}$.

- Fig. 6. — Tube digestif de *Peronia verruculata*, avec les foies accessoires (*f a*, *f a'*) et le foie principal (*f p*), s'ouvrant, les premiers dans la partie membraneuse, l'autre dans la partie musculaire (*v*) de l'estomac.
- Fig. 7. — Les mêmes organes chez *Vaginulus tuberculosus*.
- Fig. 8. — Coquille d'*Ancylus moricandi*, du Brésil méridional, vue par dedans et montrant les trois insertions de muscles columellaires.
- Fig. 9. — *Gadinia peruviana*; l'animal retiré de sa coquille, pour montrer le muscle columellaire hipocrépi-forme, avec la partie isolée (*mu'*) à droite en avant de l'entrée du pleurome (*e*).

PLANCHE V.

- Fig. 10. — Appareil génital de *Vaginulus tuberculosus*.
dh, conduit hermaphrodite; *t*, talon; *g*, glande accessoire;
o ♀, orifice femelle; *rs*, receptaculum seminis; *di*, diverticulum du receptaculum; *an*, conduit anastomotique du diverticule; *g p*, glandes du pénis.
- Fig. 11. — Appareil génital (A) et caprecolus (B) de *Bulinus (Borus) oblongus*. Lettres comme pour fig. 10.
pr, prostate; *r p*, retractor penis.
- Fig. 12. — Section sagittale du corps de *Patella vulgata*.
br, les branchies palléales.
- Fig. 13. — Section transversale du corps de *Fissurella costaria*.
br, les branchies cervicales; *ug*, la papille commune de l'appareil urogénital.
- Fig. 14. — Section transversale du corps de *Cerithium vulgatum*, passant en arrière du pied.
gla, glande de la glaire; *ge*, pli génital (épitàenia?).
- Fig. 15. — Section transversale de *Ancylus moricandi*.
- Fig. 16. — Section sagittale du même, un peu oblique.

PLANCHE VI.

Fig. 17. — Section transversale du corps de *Ampullaria canaliculata*, passant par la partie antérieure de la cavité branchiale et la masse buccale.

Fig. 18. — Section passant plus en arrière que la précédente.

Fig. 19. — Coupe transversale un peu oblique du corps de *Aplysia depilans*. L'insertion de la branchie est coupée.

gl g, glande en grappe.

Fig. 20. — Vue latérale de *Gastropteron meckeli*, le bord du manteau relevé en haut.

o. g., orifice génital avec la gouttière ciliée.

Fig. 21. — Section transversale du corps de *Limax variegatus*.

u, uretère ; *b. a.*, bulbe aortique.

Fig. 22. — *Ancylus moricandi*. L'animal retiré de sa coquille et vu en dessous.

pd, le pied.

Fig. 23. — Spermatozoïdes vermiformes (*a, b, e*) et filiformes (*c, d*), de *Murex erinaceus* (*a*), de *Chenopus pes pelecani* (*b, c*) et de *Cerithium vulgatum* (*d, e*).

$\left[\frac{300}{1}, \text{sauf } a \left(\frac{500}{1} \right) \right]$.





PROJET
DE RÉGLEMENTATION DE LA PÊCHE DU SAUMON,

PAR

J. KUNSTLER,

Professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Bordeaux.

Depuis quelques années déjà, l'importante corporation des pêcheurs de saumon fait de nombreux efforts pour obtenir la révision de la réglementation de la pêche qui constitue leur gagne-pain. Une satisfaction partielle leur a été accordée, et une commission technique a été nommée pour élaborer une législation définitive.

Je rappellerai ici d'une manière succincte les mœurs des saumons telles que je les ai établies par diverses publications.

Les saumons, venant de la mer, remontent nos cours d'eau, depuis le mois de novembre jusqu'au mois de juillet suivant, en diminuant progressivement et régulièrement de dimensions. Leur corps est alors brillant, argenté, et leur chair rouge, de première qualité. On les a pris à tort pour les reproducteurs. Jamais un saumon de fraîche monte n'a d'œufs développés. Ces poissons, contrairement à ce qu'on croyait, séjournent longtemps dans les eaux douces, dans lesquelles ils passent la saison chaude. Pendant

ce temps, ils se métamorphosent progressivement, et finissent par présenter un aspect bien différent de ce qu'ils étaient d'abord ; ils deviennent « bécards ». Ils sont alors maigres ; leur ventre est orangé-verdâtre, et leur chair décolorée, de mauvaise qualité et de mauvais goût. Les bécards sont les saumons arrivés à leur maturité sexuelle, les seuls qui reproduisent l'espèce. La ponte a lieu à la fin d'octobre et au commencement de novembre. C'est aussi à cette époque que pondent les saumons de Norvège, et même les individus captifs à l'aquarium du Trocadéro. Après la reproduction, les bécards retournent à la mer ; en décembre, on n'en prend plus, si ce n'est tout à fait exceptionnellement. Ils séjournent à la mer pendant tout l'hiver et l'été suivant ; ils reprennent leur aspect brillant, et remontent de nouveau le cours des fleuves pour subir la métamorphose sexuelle. Ils ne pondent donc que tous les deux ans.

L'ancienne réglementation de la pêche des saumons (Décret du 10 août 1875), dont le but était naturellement de protéger leur période reproductrice, interdisait cette pêche du 20 octobre au 1^{er} février. Par la concession récente faite aux désirs légitimes des pêcheurs, on a reporté la période d'ouverture de la pêche au 10 janvier. Cette modification est imparfaitement adaptée aux mœurs des saumons. En effet, les individus qui montent en novembre et décembre, sont encore plus éloignés de la période du frai que tous les autres, et de plus, ils sont les plus gros et les plus beaux. Empêcher de les prendre, c'est priver nos pêcheurs, sans profit pour le bien général, des produits de l'époque la plus lucrative, et favoriser la concurrence étrangère au détriment de l'industrie nationale. Il y a là un intérêt économique important, lésé par une interdiction sans but.

Pour les raisons énoncées ci-dessus — et d'autres trop longues à énumérer ici — on pourrait modifier la réglementation actuelle de la manière suivante :

I. Interdiction absolue de la pêche des saumons de tout âge, au moyen d'engins quelconques, du 15 juin à la fin de novembre.

II. En général, interdiction de la pêche des bécards et même des demi-bécards, quelle que puisse être la saison.

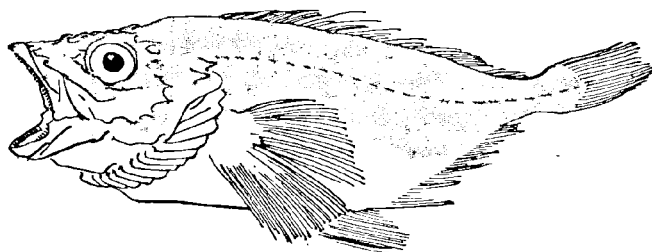
III. Interdiction de la pêche des saumoneaux se rendant pour la première fois à la mer (*smolls*), dont on fait une destruction considérable en diverses régions.

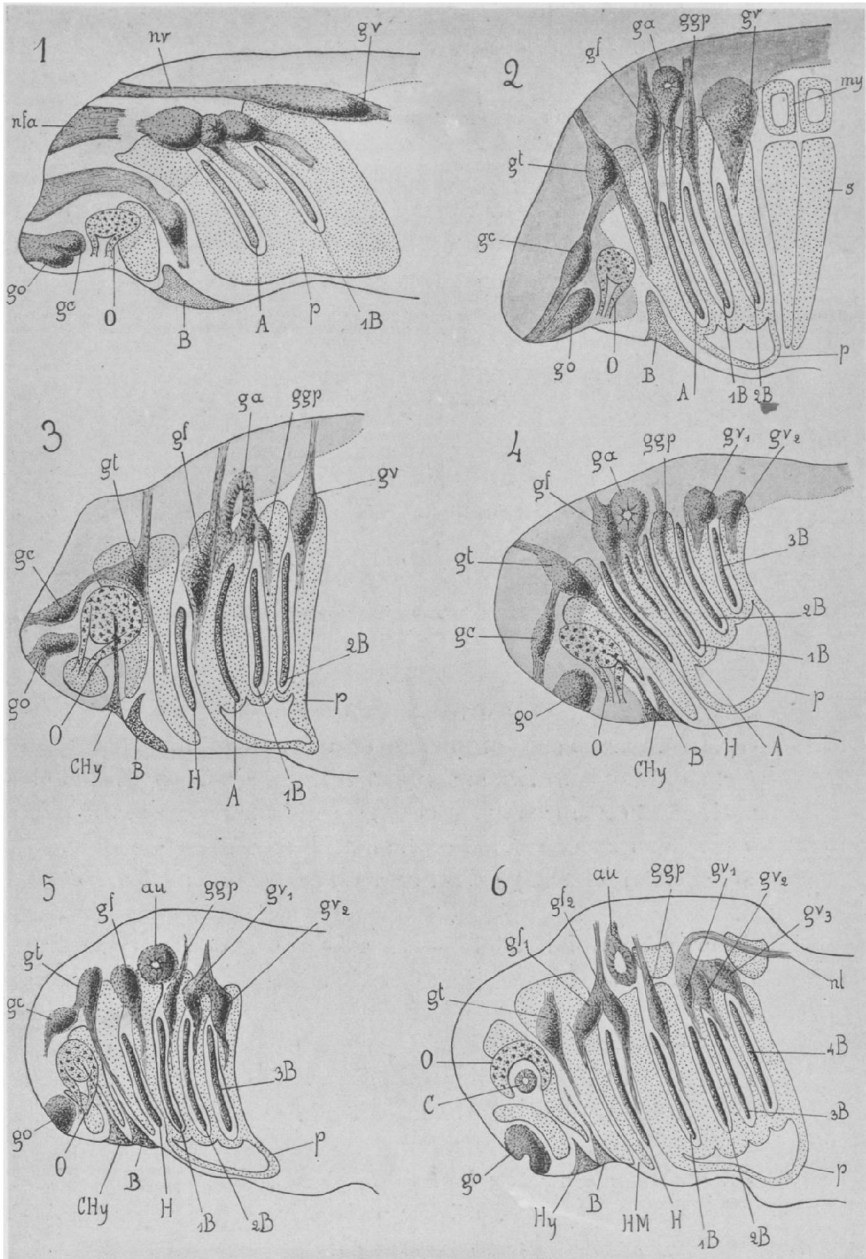
IV. Création de *réserves* près des barrages — qui arrêtent toujours une foule d'individus reproducteurs — en aval desquels la pêche serait interdite jusqu'à 500 ou 1000 mètres. Organisation de frayères en ces points.

V. Extension considérable de la reproduction artificielle. Enseignement méthodique, en des espaces régulièrement espacés, au moyen des produits de la pisciculture (1).

Bordeaux, le 20 Novembre 1890.

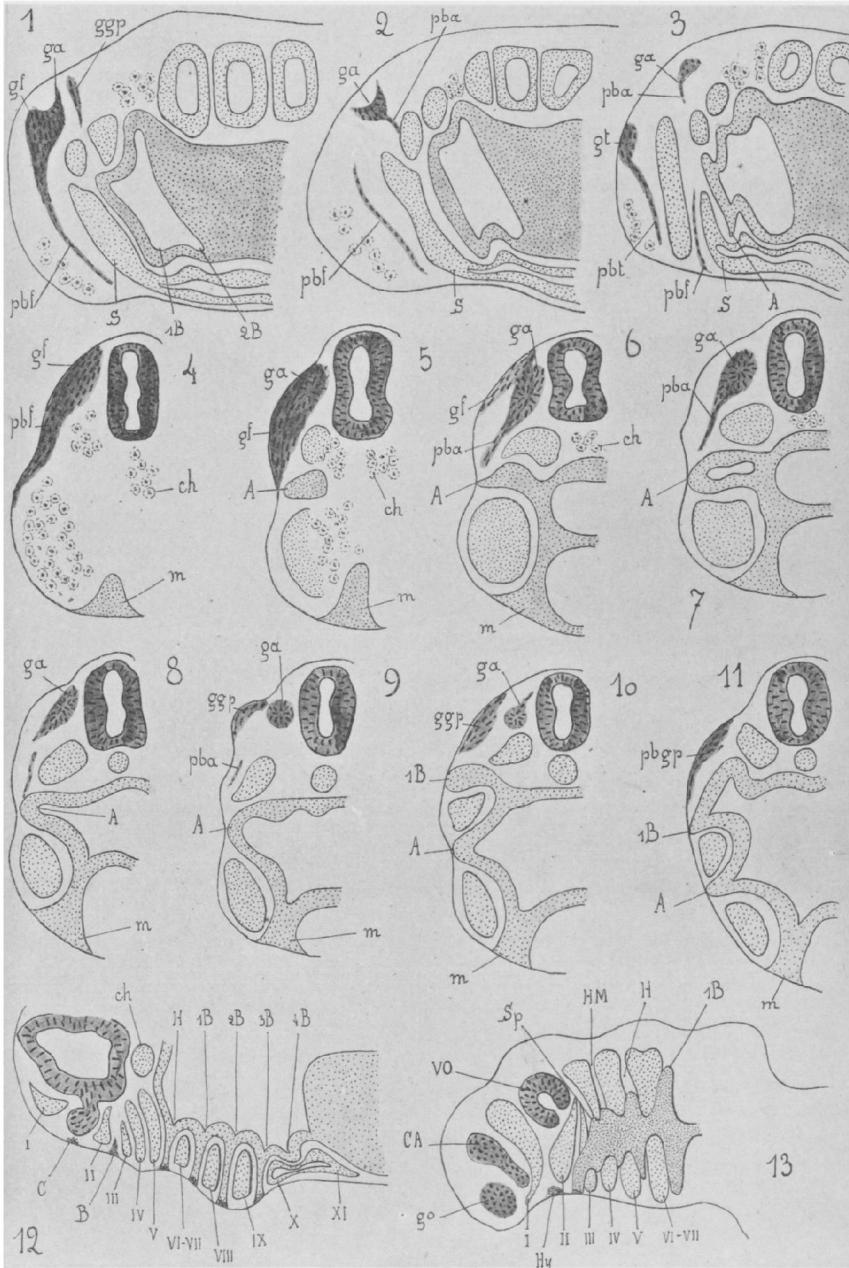
(1) En publiant cette note, nous avons pour but de compléter un petit travail rédigé pour le Ministère des Travaux publics, auquel, faute du temps nécessaire, nous n'avons pas pu ajouter les conclusions qui en découlaient. (Voir : Ministère des Travaux publics. Navigation, 2^e bureau; Commission de la Pêche : Notice sur le Saumon de la Dordogne.)





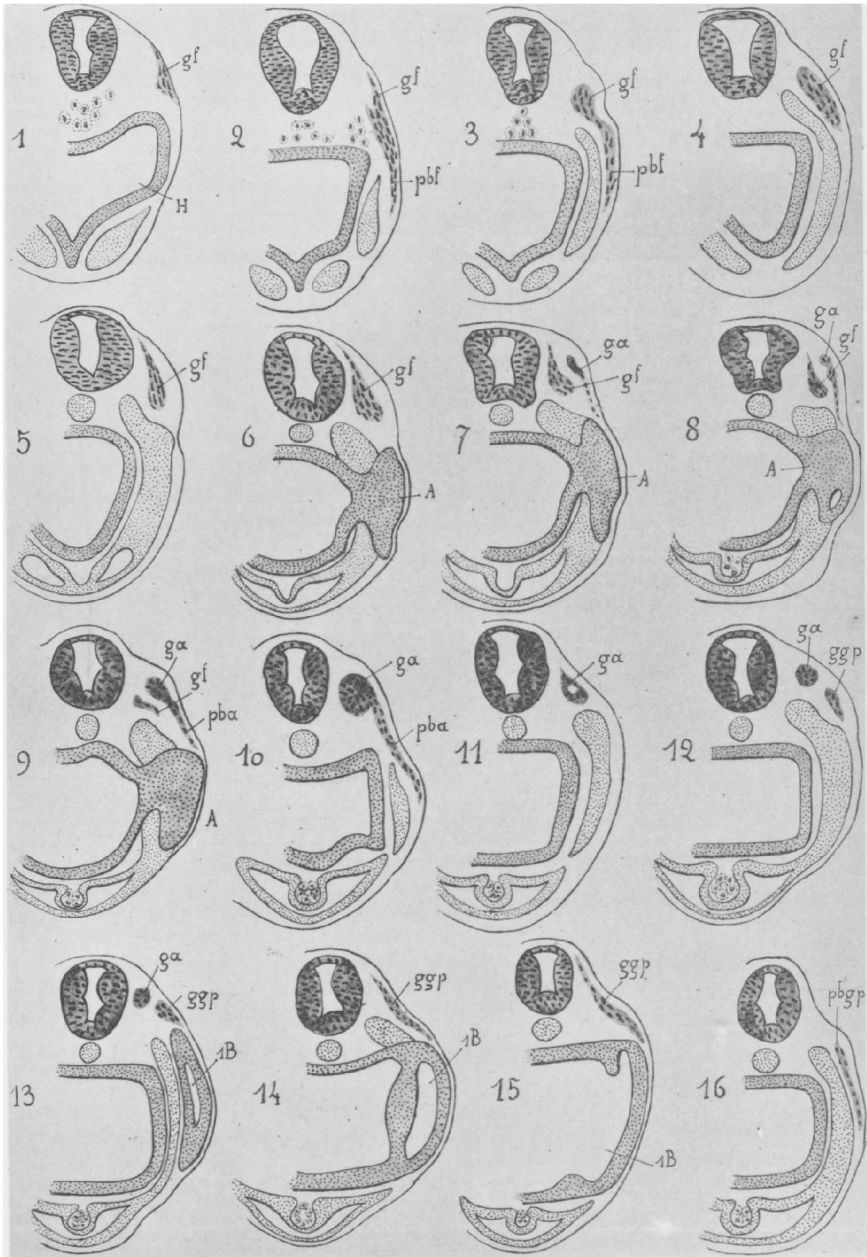
F. Houssay del.

Glyptographie Silvestre et C^o, Paris.



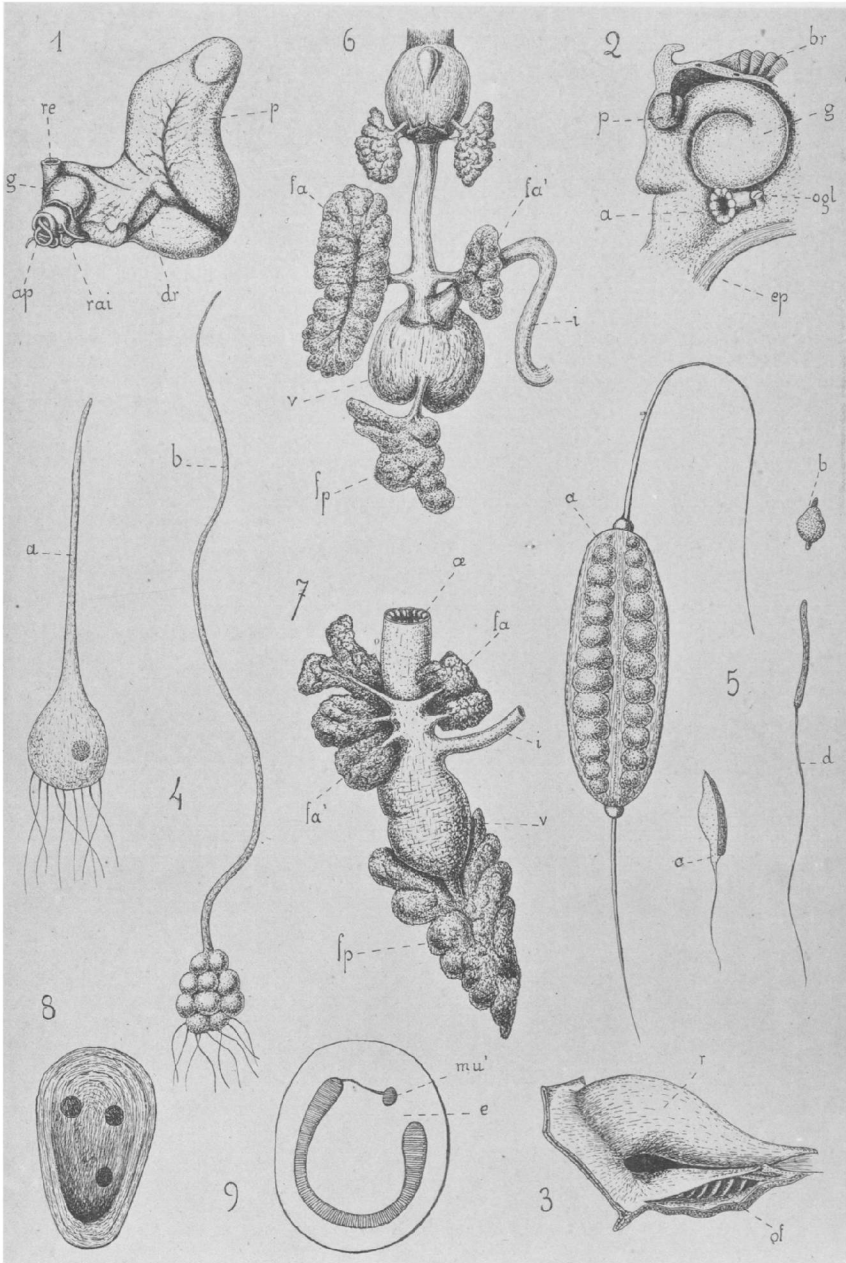
F. Houssay del.

Glyptographie Silvestre et C^{ie}, Paris.



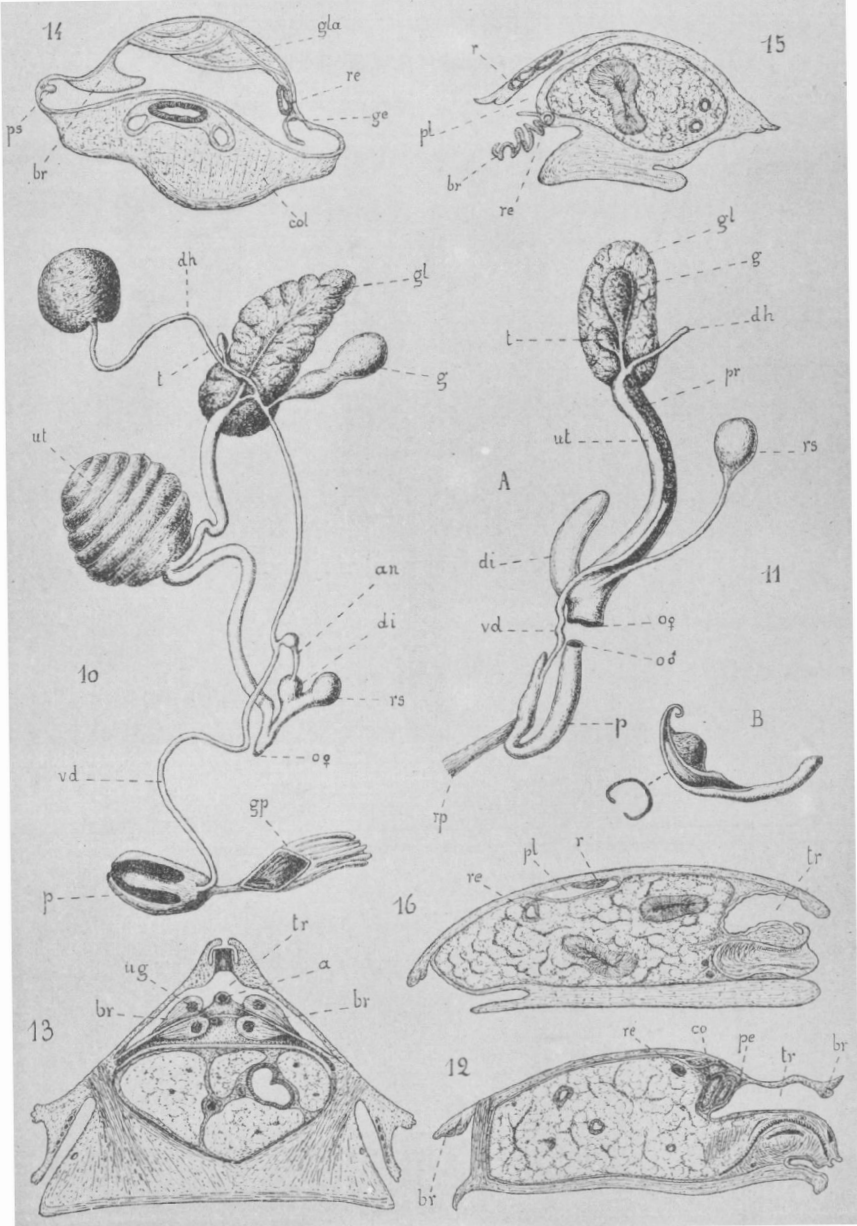
F. Houssay del.

Glyptographie Silvestre et C^o, Paris.



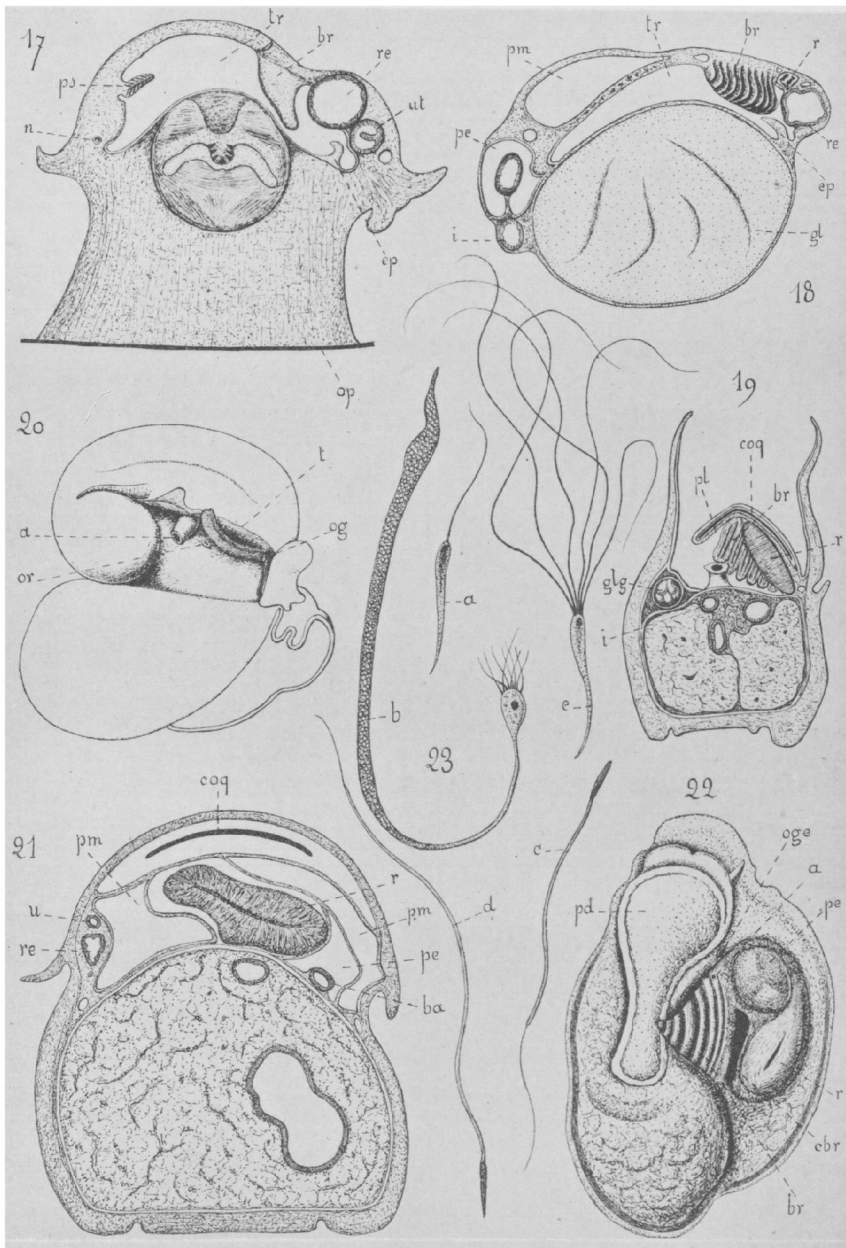
Von Jhering del.

Glyptographie Silvestre et C^o, Paris.



Von Jbering del.

Glyptographie Silvestre et C^o, Paris.



Von Jhering del.

Glyptographie Silvestre et C^o, Paris.

PUBLICATIONS DE
FÉLIX ÂLCAN, ÉDITEUR

108, Boulevard St-Germain, PARIS.

**JOURNAL DE L'ANATOMIE ET DE LA PHYSIOLOGIE NORMALES
 ET PATHOLOGIQUES DE L'HOMME ET DES ANIMAUX**

Fondé par CHARLES ROBIN, professeur à la Faculté de médecine.

Dirigé par MM. G. POUCHET, professeur-administrateur au Muséum d'histoire naturelle, et MATHIAS DUVAL, professeur à la Faculté de médecine de Paris.

Vingt-septième année (1891).

Ce journal paraît tous les deux mois, et contient : 1° des *travaux originaux* sur les divers sujets que comporte son titre ; 2° l'*analyse* et l'*appréciation* des travaux présentés aux Sociétés françaises et étrangères ; 3° une *revue* des publications qui se font à l'étranger sur la plupart des sujets qu'embrasse le titre de ce recueil.

Il a en outre pour objet : la *littérature*, la *chimie organique*, l'*hygiène*, la *toxicologie*, et la *médecine légale* dans leurs rapports avec l'anatomie et la physiologie, les applications de l'anatomie et de la physiologie à la *pratique de la médecine*, de la *chirurgie* et de l'*obstétrique*.

Les treize premières années, 1864, 1865, 1866, 1867, 1868, 1869, 1870-71, 1872, 1873, 1874, 1875, 1876 et 1877, sont en vente au prix de 20 fr. l'année et de 3 fr. 50 la livraison. Les années suivantes, depuis 1878, coûtent 30 fr., la livraison 6 fr.

Un an, pour Paris	30 fr.
— pour les départements et l'étranger	33 fr.
La livraison	6 fr.

REVUE PHILOSOPHIQUE DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

Dirigée par TH. RIBOT, professeur au Collège de France.

Seizième année (1891).

La *Revue philosophique* paraît tous les mois, par livraisons de 6 à 7 feuilles grand in-8°, et forme ainsi à la fin de chaque année deux forts volumes d'environ 680 pages chacun.

Chaque numéro de la *Revue* contient : 1° plusieurs articles de fonds ; 2° des analyses et comptes rendus des nouveaux ouvrages philosophiques français et étrangers ; 3° un compte rendu aussi complet que possible des *publications périodiques* de l'étranger pour tout ce qui concerne la philosophie ; 4° des notes, documents, observations pouvant servir de matériaux ou donner lieu à des vues nouvelles. Les années écoulées se vendent séparément 30 francs, et par livraison de 3 francs.

Sans négliger aucune des parties de la philosophie, la direction s'attache surtout à publier des travaux ayant un caractère scientifique ; la *psychologie* avec ses auxiliaires indispensables, l'*anatomie* et la *physiologie du système nerveux*, la *pathologie mentale*, l'*anthropologie*, la *logique déductive et inductive*, tels sont les principaux sujets dont elle entretient le public. Une analyse complète des ouvrages et des périodiques publiés tant en France qu'à l'étranger la tient au courant du mouvement philosophique et scientifique.

Prix de l'abonnement annuel :

Pour Paris	30 f
Pour les départements et l'étranger	

BULLETIN SCIENTIFIQUE

COLLECTION DES PREMIÈRES SÉRIES.

PREMIÈRE SERIE,

Dirigée par MM. GOSSELET, DESPLANQUE et DEHAENE.

Quelques exemplaires seulement des tomes V, VI et VII (années 1873, 1874 et 1875) sont encore en vente au prix de 15 fr. le volume.

Les tomes I, II, III, IV, VIII et IX (années 1869, 1870, 1871, 1876 et 1877) sont épuisés.

DEUXIÈME SÉRIE,

Dirigée par ALFRED GIARD.

Les tomes X et XI (1878 et 1879) sont épuisés.

		Prix :
Tome XII.	— 1880	10 fr.
» XII.	— 1881	—
» XIV.	— 1882	—
» XV.	— 1883	—
» XVI.	— 1884-85	—
» XVII.	— 1886	20 fr.
» XVIII.	— 1887	Id.

TROISIÈME SÉRIE,

Dirigée par ALFRED GIARD.

Tome XIX.	— 1888	30 fr.
» XX.	— 1889	—
» XXI.	— 1890 (avec la Table des trois premières séries, Tomes I à XXI)	—

QUATRIÈME SÉRIE,

Dirigée par ALFRED GIARD.

Tome XXII.	— 1890	30 f
------------	--------------	------