

DEUXIÈME ETUDE CRITIQUE

DES

TRAVAUX D'EMBRYOGÉNIE

RELATIFS A LA PARENTÉ

DES VERTÉBRÉS ET DES TUNICIERS

(Recherches nouvelles du Prof. KUPFFER)

PAR

**Alfred GIARD**

---

Depuis la publication du dernier numéro de ces Archives, nous avons eu communication d'un travail nouveau du Professeur Kupffer (1) sur l'embryogénie du genre *Molgula* et l'histologie du système nerveux du têtard chez les *Ascidia* (*A. canina* et *mentula*).

La première partie de ce travail renferme un certain nombre de faits depuis longtemps connus des auditeurs du Professeur de Lacaze Duthiers à la Sorbonne et des vues générales qui nous semblent peu fondées. La dernière partie contient l'exposé de la découverte curieuse d'une moelle épinière, de nerfs spinaux et d'un œil très-compliqué chez le têtard de *Ascidia mentula*. Ainsi se trouverait étendu jusqu'aux moindres détails le parallèle entre l'embryon des Ascidiées et les Vertébrés inférieurs. Toutes ces questions offrent un intérêt trop puissant pour que nous laissions passer sans examen les nou-

(1) Le mémoire de KUPFFER est intitulé : *Zur Entwicklung der einfachen Ascidiiden*. Il a dû paraître dans le dernier fascicule du journal de MAX SCHULTZE.

velles recherches du savant professeur de Kiel et les conséquences qu'il cherche à en déduire avec une si profonde conviction.

## I

EMBRYOGÉNIE DU GENRE *MOLGULA*.

Cette partie du mémoire de Kupffer peut se diviser en trois sections que nous examinerons successivement : 1° systématique et descriptions; 2° embryogénie; 3° vues générales.

§ I. *Systématique.*

Kupffer se contente d'établir que les espèces qu'il a étudiées appartiennent bien au genre *Molgula* (Forbes et Hanley), même en admettant le démembrement opéré dans ce genre par Alder et Hancock. Il se flatte de voir bientôt s'enrichir ses collections à la suite de l'exploration des mers allemandes, expédition à laquelle sont attachés deux professeurs de Kiel, Hensen et Moebius, et qui doit avoir lieu l'année prochaine, dans la mer du Nord (1). Aussi remet-il à une publication ultérieure l'exposé de ses idées sur la classification des Ascidies simples.

Cependant comme dans la conclusion de ses recherches, Kupffer laisse entrevoir une partie de ces idées, nous croyons utile d'y opposer celles que nous ont suggérées nos propres observations. Certes nous n'avons pu disposer de matériaux aussi nombreux et aussi variés que ceux mis en œuvre par M. Hancock, et nous n'avons nul espoir de voir ces matériaux s'augmenter par une expédition dans nos mers. Mais nous avons rencontré en abondance à Roscoff et à Saint-Pol de Léon quelques types intéressants dont l'étude nous paraît jeter une certaine lumière sur l'histoire du groupe des *Molgulidées*.

Tout le monde admettait comme un fait général, l'existence d'une

(1) On sait que la première expédition allemande de ce genre a été faite en 1871 dans la mer Baltique sous la direction de Moebius. Voy. *Revue scientifique* (6 avril 72).

larve en têtard chez les Ascidiens, quand le Professeur de Lacaze Duthiers annonça en 1870, qu'une espèce de *Molgula*, qu'il considère comme identique à la *M. tubulosa* de Forbes et Hanley, présentait un embryon anoure doué de mouvements amœboïdes.

Quelques mois plus tard, dans les réunions de l'Association Britannique au congrès de Liverpool, M. Hancock lut un mémoire (1) dans lequel il déclare que la découverte de M. de Lacaze ne peut s'appliquer à tout le genre *Molgula*. Voici les raisons qu'il donne à l'appui de cette manière de voir :

1° Van Beneden a publié en 1846 (2) des recherches sur l'embryogénie des Ascidiés simples. Cet auteur décrit et figure une larve en têtard chez une espèce considérée par lui comme nouvelle, et décrite sous le nom d'*Ascidia ampulloides*. Or, sans aucun doute, cette espèce est une *Molgula*. Elle en offre tous les caractères à quelques différences près, que M. Hancock attribue à une observation insuffisante.

2° M. Hancock a lui-même découvert une larve en têtard chez une autre espèce de *Molgula* qu'il décrit dans sa communication sous le nom de *Molgula complanata*. Cette espèce nouvelle offre quelques caractères particuliers dont le plus saillant est la disposition de l'oviducte : ce canal part de l'extrémité postérieure de la masse génitale et se dirige vers la région dorsale, tandis que chez les autres espèces du même genre, il naît de l'extrémité opposée de l'ovaire et s'ouvre immédiatement dans le cloaque (atrium).

3° M. Hancock va même plus loin ; il affirme que si l'espèce étudiée par M. de Lacaze Duthiers est identique avec la *M. tubulosa* Forbes et Hanley, elle ne fait certainement pas parti du genre *Molgula*. La *M. tubulosa* du *British mollusca* est la *M. arenosa* de Alder et Hancock, décrite dans les *Transactions of the Tyneside naturalists' club*. Mais les caractères de cette espèce, après un nouvel examen, ont été trouvés si différents de ceux du genre où on l'avait placée, que Alder et Hancock ont cru devoir l'en séparer et établir pour la recevoir un genre nouveau, le genre *Eugyra*, dont la diagnose est donnée dans le travail auquel nous faisons allusion.

(1) V. HANCOCK. *On the larval state of Molgula ; with descriptions of several new species of simple ascidians*. (Annals and Magazine of natural History, 4 série, n° 35, November 1870.)

(2) VAN BENEDEN. *Recherches, etc.* (Mémoires de l'Acad. Roy. de Belgique, t. 20, page 93.)

Nous ferons observer d'abord que M. de Lacaze Duthiers n'a jamais suggéré nulle part que sa découverte dût s'étendre à toutes les espèces connues ou inconnues du genre *Molgula*. Toujours au contraire et surtout à propos de ce fait si intéressant, mon savant maître a signalé dans ses cours le danger des généralisations trop hâtives et nul plus que lui ne s'est inspiré de cette pensée de Lamarck : « C'est toujours par trop de précipitation dans nos jugements que nous nous exposons à l'erreur (1). »

D'ailleurs la *Molgula tubulosa* de Roscoff, qu'elle soit ou non identique à l'espèce de Forbes et Hanley, appartient bien réellement au genre *Molgula* et ne peut être une *Eugyra*, puisque chez ces dernières le sac branchial est dépourvu de plis longitudinaux et les organes génitaux forment une masse unique et continue.

Kupffer fait la même remarque pour sa *Molgula macrosiphonica*. Or, chez cette espèce et chez la *Molgula simplex* Alder et Hancock, il a observé un embryon anoure tout à fait comparable à celui de la *Molgula tubulosa*. La troisième objection de M. Hancock est donc dénuée de fondement et c'est bien au genre *Molgula* qu'appartiennent les Ascidies à larves sans queue.

Restent maintenant les deux premiers arguments. En d'autres termes, nous avons à résoudre cette question : y a-t-il dans le genre *Molgula* des espèces à larves urodèles (geschwanzte)? La *Molgula complanata* Alder et Hancock diffère à peine de ses congénères à l'état adulte, mais sa larve a la forme de têtard et rappelle celle de l'Ascidie ampulloïde. Il en est de même d'une espèce voisine que je décris plus loin sous le nom de *Molgula decipiens* et qui se trouve abondamment à Roscoff et à Saint-Pol de Léon. Mais cette espèce comme la précédente est fixée, et dans un travail antérieur (2), j'ai déjà insisté sur la relation qu'il y a dans ce groupe, entre la forme de l'embryon et l'état de liberté ou de fixité de l'adulte. Nous nous trouvons donc ici en présence d'un de ces cas embarrassants signalés par Darwin, quand il dit :

« Une difficulté actuellement insoluble est de savoir quelle est la portée que nous devons assigner dans nos classifications aux différences très-marquées qui peuvent exister sur quelques points, c'est-à-dire à l'étendue de la modification éprouvée et quelle est la part que nous devons attribuer à une ressemblance limitée à une foule

(1) LAMARCK. *Hist. nat. des animaux sans vertèbres*, 2<sup>e</sup> éd., t. 2, p. 475.

(2) Voy. ces ARCHIVES, Fasc. 2, avril 72, pag. 261 et 279.



de points insignifiants, comme indiquant des lignes de descendance ou la généalogie. La première alternative est la plus évidente et peut-être la plus sûre, bien que la dernière paraisse être celle qui donne le plus correctement la véritable classification naturelle (1). »

Il nous semble, en effet, que dans une classification purement généalogique, on ne peut séparer des autres *Molgula* les deux espèces dont nous parlons qui n'en diffèrent d'une manière importante que par un caractère embryogénique transitoire dû à des conditions d'existence particulières. Mais si nous voulons que la classification soit instructive, il ne suffit pas qu'elle représente seulement le résultat brut des opérations de la nature, et que l'animal adulte porte en lui-même, comme le voulait Cuvier, tous les caractères de son ordre, de son genre et de son espèce; il faut que le biologiste fasse comme le mathématicien, qu'il sache, suivant les cas, décomposer un même produit en des facteurs différemment groupés, de façon à faire saisir du même coup, d'où viennent les espèces et comment elles se sont formées.

Ces considérations sont familières aux entomologistes, parce que chez les insectes à cause de la longue durée de la période embryonnaire et de la variété des conditions d'existence dans lesquelles les larves et les nymphes se trouvent placées, ces dernières ont subi des modifications parfois très-importantes, dont la trace ne se retrouve nullement sur l'*imago* (2). Il en résulte que dans cette classe contrairement à ce qui a lieu d'habitude, c'est l'état adulte qui nous renseigne sur la phylogénie, et l'embryon qui nous fournit les caractères systématiques.

Nous nous trouvons dans un cas analogue, bien qu'ici la dissemblance des embryons tienne à des mœurs différentes chez l'adulte et nous ne pouvons mieux faire que d'imiter l'exemple des entomologistes; aussi nous croyons devoir établir un genre nouveau pour recevoir les *Molgula complatana* et *decipiens*, et nous donnons à ce genre le nom de *Lithonephrya* (de λίθος pierre, et νεφρός rein), parce que chez l'espèce qui paraît la plus commune et que l'on retrouvera le plus facilement, on est frappé immédiatement par l'existence d'une concrétion rougeâtre qui remplit tout l'organe rénal.

(1) Voy. DARWIN. *La descendance de l'homme et la sélection sexuelle* (traduit de l'anglais par Moulinié), tom. 1, p. 211.

(2) L'étude de la famille des Bombyciens, chez les Lépidoptères, est des plus instructives à cet égard.

Quant à l'*A. ampulloïdes* de Van Beneden, elle est certainement très-voisine des *Molgula*, mais elle en diffère toutefois par plusieurs caractères assez importants. D'abord elle est fixée et grégaire comme la *Cynthia morus*. Son test est lisse, dépourvu de villosités, comme celui des *Ascidia*, mais transparent comme celui des *Molgula*. Les orifices des siphons sont assez mal décrits et figurés. Il semble pourtant, d'après les figures 2 et 3, pl. I, que ces orifices ne présentent pas le même nombre de dents que chez les *Molgules*, c'est-à-dire six à l'ouverture buccale, quatre à l'ouverture cloacale. La figure 2 montre sept dents à l'orifice buccal : il y en a probablement huit et la disposition des muscles autour du siphon cloacal sur la figure 3 fait supposer que ce siphon se termine par un orifice à six lèvres. Nous aurions donc ici les caractères des *Ascidia*. La branche paraît ressembler à celle des *Molgula*, elle est plissée longitudinalement et forme, d'après Van Beneden, un lacis inextricable de vaisseaux qui s'anastomosent en tous sens. Le foie au lieu de former une glande distincte, est diffus dans les parois de l'estomac; le rein au contraire est tout à fait différencié, comme chez les *Molgula* et les *Lithonephrya*.

Enfin le corps est plus haut que large et les deux siphons occupent les deux extrémités de la partie supérieure de la tunique. Mais c'est là un caractère auquel je n'attache pas une grande importance, car j'ai vu chez la *Cynthia morus* les deux formes dont nous parlons se présenter, l'une ou l'autre, suivant les corps sur lesquels l'*Ascidie* est fixée. Sur les coquilles et sous les pierres, cette espèce est généralement aplatie, comme une *Molgula* ou mieux une *Lithonephrya*, sous les rochers elle s'allonge au contraire beaucoup et devient cylindrique, comme si elle prenait en longueur l'accroissement qu'elle ne peut prendre en largeur, pressée qu'elle est au milieu de ses congénères.

Enfin le têtard de cette espèce diffère de celui des *Cynthia* par la présence d'appendices amœboïdes; il diffère de celui des *Lithonephrya* par la longueur de son appendice caudal qui est plus de trois fois aussi long que le corps, tandis que chez la *Lithonephrya decipiens* cet appendice est environ de la longueur du corps.

Nous ne pouvons donc admettre avec M. Hancock que les différences entre l'*Ascidia ampulloïdes* et les *Molgula* tiennent seulement à une observation incomplète et nous croyons avec Van Beneden que cette espèce doit entrer dans un genre nouveau. Van Beneden pense que ce genre est intermédiaire entre les *Phallusia* et les *Cynthia*. Nous le

placeries plus volontiers parallèlement aux *Cynthia* entre les *Phalusia* et les *Molgula*, auxquelles il se relie intimement par le genre *Lithonephrya*.

Pour rappeler le trait caractéristique qui sépare à première vue ce genre nouveau des *Molgula*, nous proposons de lui donner le nom de *Gymnocystis* (de κύστις vessie, et γυμνός nu). Nous placerons provisoirement dans ce genre une très-petite espèce d'Ascidie commune à Roscoff parmi les bouquets de *Cynthia Morus* qui tapissent les rochers et que nous décrivons plus loin sous le nom de *Gymnocystis comosa*.

DESCRIPTION D'ESPÈCES NOUVELLES CITÉES DANS CE TRAVAIL.

Genre *Molgula*. E. Forbes.

1. *M. macrosiphonica* Kupffer.

*Corps* sphérique atteignant 2 centim. de diamètre; *siphons* longs s'amincissant graduellement de la base à la pointe et ne pouvant pas se rétracter complètement: le cloacal égal au diamètre du corps, toujours courbé, parfois géniculé; le branchial un peu plus court et droit, toute la surface du corps à l'exception des siphons couverte de longues papilles d'adhérence; *tunique* membraneuse transparente surtout vers les siphons; *ouvertures* sans ocelles ni bords colorés; le branchial à six dents, le cloacal à quatre dents obtuses, bien visibles seulement quand on a enlevé la tunique; *sac branchial* offrant de chaque côté six plis longitudinaux; *tentacules buccaux* ramifiés; *intestin* formant à partir de l'estomac deux replis situés sur le côté gauche du sac branchial; *organes génitaux* formant deux corps allongés, séparés l'un de l'autre et situés l'un entre les anses du tube digestif, l'autre au point directement opposé de l'autre côté du corps.

2. *M. simplex* Alder et Hancock (1).

A peine à demi aussi grosse que l'espèce précédente, arrondie; *siphons* courts, coniques, sans ocelles et pouvant se rétracter complètement; *branchies* présentant six replis de chaque côté; *organes génitaux*, à surface déchiquetée et non lisse comme dans l'espèce précédente; *tunique* couverte d'un sable fin.

(1) Voy. ALDER HANCOCK. Ann. and Magaz. of Natur. History, 1870, p. 365.

3. *Molgula adhærens* (n. sp.)

Très-voisine de la précédente dont elle diffère surtout en ce qu'elle est fixée légèrement par sa base ; la tunique est complètement transparente dans son tiers supérieur : la partie inférieure agglutine les grains de sable. Le corps est plus long que large, cette espèce a un embryon anoure qui éclôt parfois dans la chambre cloacale : elle est donc intermédiaire entre les *lithonephrya* et les *molgula*. Je n'en ai trouvé qu'un seul exemplaire à Roscoff sur un pied de fucus et n'ai pu en faire qu'une observation fort incomplète.

Genre *Lithone* (n. gen.).1. *Lithonephrya (Molgula) complanata*. Alder et Hancock.

Corps très-déprimé, plus long que large, adhérent dans toute sa longueur, couvert de sable ou de petits fragments de coquilles. *Ouvertures* rapprochées ; la branchiale située près du bord, l'anale vers le centre du disque. *Tunique* assez mince couverte de longs filaments simples qui agglutinent le sable. *Manteau* transparent, légèrement attaché à la tunique, présentant de forts muscles radiés autour des ouvertures. *Filaments tentaculaires* simplement pinnés. *Branchie* avec 6 plis du côté droit (1), 7 du côté gauche, à mailles agréablement convolutées. *Intestin* formant une seule anse très-longue. *Foie* pâle, vert, plissé ou lamelleux. *Organes génitaux* formant une masse oblongue, ovale de chaque côté : celle du côté droit placée immédiatement au-dessus de l'anse intestinale, l'oviducte tourné du côté postérieur. Longueur du corps 3 1/2 dixièmes de pouce (0<sup>cm</sup>, 889). Têtard semblable à celui de la *G. ampulloïde*.

Cette description est faite d'après un exemplaire unique fixé sur une patelle draguée à Guernesey par M. Jeffreys et le Rev. M. Norman en 1865.

2. *Lithonephrya decipiens* (n. spec).

Cette espèce diffère de la précédente par sa *taille* généralement plus petite (0<sup>cm</sup>, 5<sup>m</sup> environ), *la coloration rouge du manteau autour des orifices*, le corps moins déprimé et presque globuleux ; le *foie* est volumineux, d'un *brun-rougeâtre* ; l'*organe de Bojanus* est complète-

(1) Le côté droit pour M. Hancock est ce que nous regardons comme le côté gauche.



ment rempli par une concrétion brune à cassure conchoïde insoluble dans l'acide acétique, d'une coloration plus foncée que le foie; les ovaires présentent une teinte orangée assez vive; les deux siphons peuvent se rétracter complètement, et leurs dents ne sont bien visibles que quand on enlève la tunique.

Le têtard de cette espèce naît comme celui des *Cynthia* dans l'intérieur de la tunique; il offre des prolongements amœboïdes dont le nombre est variable et peut aller jusqu'à 7 ou 8, la queue est petite (une fois et demi la longueur du corps tout au plus) et elle se rétracte très-rapidement. Le prolongement filiforme est, comme le fait remarquer Hancock pour la *L. complanata*, une lame aplatie; c'est l'extrémité de la queue laissée vide par la rétraction de la partie centrale.

Cette espèce est fort abondante à Roscoff sur les pieds des sargasses qui croissent dans les ruisseaux de la zone du Pentacrine (*Antædon rosaceus*). Elle échappe facilement aux yeux à cause de sa ressemblance avec un petit bloc de sable et aussi parce qu'elle se confond très-aisément avec une espèce de synascidie qui a le même habitat et jouit également de la propriété d'agglutiner sur son test les objets étrangers.

Genre *Gymnocystis* (n. gen.).

1. *Gymnocystis comosa* (n. spec.).

Corps très-petit (0<sup>cm</sup>, 3), plus long que large, adhérent par sa base ou un peu latéralement; ouvertures terminales, à lèvres peu distinctes. Tunique transparente, un peu jaunâtre, couverte de quelques villosités abondantes surtout à l'extrémité du siphon branchial où elles forment une sorte de chevelu autour de l'ouverture. Manteau incolore faiblement adhérent à la tunique, Branchie convolutive. Intestin comme dans le *Gymnocystis ampulloïdes*. Foie volumineux lamellaire. Testicule à canal excréteur unique.

L'embryon ressemble beaucoup à celui du *Gymnocystis ampulloïdes* et des *Lithonephrya*; mais les caractères du foie et des organes génitaux me portent à croire que cette espèce devra être séparée de sa congénère quand on aura fait une étude comparative complète de ces deux types; le *Gymnocystis comosa* est très-commun à Roscoff au

milieu des *Cynthia morus* qui tapissent les dessous de rochers vers Roleah, Carek ar Bleiz, etc.

### § 2. Embryogénie.

Kupffer n'a eu, comme il le dit, que d'assez maigres matériaux de travail. Il ne possédait qu'une paire de *Molgula macrosiphonica* rapportée du golfe d'Hörup pendant le mois de juillet et, quand il arriva à Arendal vers le milieu du mois d'août, la ponte des nombreuses espèces d'ascidiens qu'il y rencontra, touchait à sa fin; la génération de l'anéen n'étant pas encore arrivée à l'état adulte. Au reste nous ne pouvons le plaindre de ce mécompte puisque lui-même déclare que, ses matériaux eussent-ils été plus nombreux, il n'aurait pu aller plus loin qu'il ne l'a fait dans ce travail, parce que les œufs des deux espèces de Molgules qu'il a étudiées sont très-défavorables pour l'observation des processus embryogéniques fondamentaux.

Kupffer annonce que, chez la *Molgula macrosiphonica* et la *Molgula simplex*, il a observé un mode de développement tout à fait concordant avec celui indiqué par M. de Lacaze chez la *Molgula tubulosa* en ce sens que l'embryon est anoure; mais d'un autre côté, ajoute-t-il, *cet embryon ne se présente nullement sous la forme amœboïde et il arrive sans sortir de l'œuf à l'état d'ascidie bien caractérisée avec siphons musculaires, fentes branchiales, cœur pulsatile, etc.*

La première partie de cette critique n'est qu'une querelle de mots. Il est bien évident que, par cette expression *embryon amœboïde*, M. de Lacaze a voulu indiquer seulement le mode de progression de la larve qui est en effet comparable à un mouvement amœboïde très-lent et l'opposer à l'agilité bien connue des autres larves d'ascidies. Quant à la deuxième affirmation de Kupffer, nous verrons plus loin ce qu'il faut en penser.

L'œuf, nous dit-on, se distingue de celui des espèces d'ascidies jusqu'à présent étudiées avec soin (*A. mamillaris*, *mentula*, *canina*) par l'absence d'une couche bien nette de cellules de la tunique à la surface interne de la coque. Cette couche bien nette existe seulement, nous l'avons déjà signalé, chez les *Ciona intestinalis* et *canina*. Les recherches de Kowalevsky sur l'*A. mamillata* et celles que nous

avons pu faire sur d'autres ascidies du même groupe prouvent que la couche du testa s'y rencontre appliquée contre le vitellus et non contre la coque. Pour ce qui est de la formation de cette couche, le nouveau travail de Kupffer confirme implicitement la distinction que nous avons faite de trois groupes différents chez les ascidies. Dans le premier groupe, les éléments du testa apparaissent *avant la formation de la coque*. C'est ce que nous avons indiqué pour les *Asc. sanguinolenta*, *chlorea*, *villosa*, et ce que Kupffer indique aussi pour les *Ascidia mentula*, *parallelogramma* et *conchilega*. Zool. Dan.

Dans le deuxième groupe, les éléments dont il s'agit apparaissent *après la formation de la coque, mais avant le fractionnement*. C'est ce qui a lieu d'après Kupffer pour la *Ciona canina* et nous ajouterons pour la *Ciona intestinalis*, que Kupffer place à tort dans le groupe précédent. Enfin le troisième groupe ne présente les cellules de la tunique qu'*au moment où le fractionnement commence à se produire* comme on peut le voir sur les *Molgula*, les *Cynthia* et aussi les *Botryllus* et le *Perophora*. Les autres caractères embryogéniques (forme des cellules folliculaires, couleur de vitellus, etc.), confirment notre division et si l'on veut, comme le fait Kupffer, scinder notre dernier groupe en deux sections, l'une contenant les *Cynthia*, *Botryllus*, etc., l'autre renfermant les *Molgulidées*, ce n'est pas sur le caractère de la présence ou de l'absence de la queue chez l'embryon que l'on devra s'appuyer, mais bien plutôt sur l'existence ou la non-existence des prolongements amœboïdes, et en second lieu sur le mode de coloration du vitellus et la présence ou l'absence des papilles adhésives (1).

Il y a ponte véritable chez les *Molgula*, du moins chez les *Molgula tubulosa* et *simplex*, c'est-à-dire que l'œuf est rejeté au dehors et subit en liberté toutes ses transformations. Quant à la *Molgula macrosiphonica*, elle présente des faits curieux dont l'exacte interprétation semble avoir échappé au zoologiste qui les a observés.

« Chose étrange, dit Kupffer, la *Molgula macrosiphonica* pond non-seulement des œufs isolés mais aussi des amas d'œufs aggro-

(1) Chez les *Molgulidées*, il y a des prolongements amœboïdes, pas de papilles adhésives et un vitellus généralement assez terne. Chez les *Cynthidées*, il n'y a pas de prolongements amœboïdes, mais les papilles sont bien développées, il y a souvent une sorte de cylindre médian et une série de replis formant une colonnade autour de l'embryon, le vitellus est doué de couleurs éclatantes; les embryons des *Botrylidées* présentent la même disposition: les colonnes latérales sont au nombre de huit: le vitellus généralement d'un beau rose; peut-être les *Cynthia* sont-elles par rapport aux *Botryllus* ce que sont les *Actinies* par rapport aux *Zoanthes*, les *Caryophyllies* par rapport aux *Astrées*, etc.



mérés et réunis par un milieu assez solide amorphe et hyalin comme le frai des Gastéropodes. Ces œufs sont éloignés à l'intérieur de cette masse de distances qui varient entre le demi-diamètre et le diamètre entier de l'un d'eux et ils se développent absolument comme ceux qui sont pondus libres et isolés. Mais une différence se présente sinon dans l'évolution au moins dans les enveloppes de l'œuf : les œufs isolés ont la coque revêtue d'une couche continue de cellules folliculaires qui à la vérité n'adhèrent pas bien fortement, mais qui persistent pour le moins jusqu'au moment où se forme l'épiderme ; les œufs réunis en amas n'ont pas ce revêtement, mais à sa place on voit sur chaque coque en un point de la surface externe un petit pâté formé par les cellules folliculaires détachées de la plus grande portion de la surface de l'œuf et rassemblées en une masse unique. C'est du moins l'interprétation qu'on peut donner d'après la grosseur des cellules qui composent ces amas ; mais je ne puis m'expliquer clairement ce processus. Très-souvent un des prolongements de l'embryon dont nous parlerons plus loin plonge dans l'amas cellulaire comme s'il devait y prendre par endosmose des matériaux de nutrition (1). »

Quelques pages plus loin, Kupffer revient encore sur cette dernière particularité. « Il m'est arrivé assez souvent d'observer un fait bien bizarre : un des prolongements de l'embryon s'étend jusqu'au pâté de cellules qui reposent sur la surface de la coque ; il s'y unit si fortement qu'il reste souvent tout un jour et même plus dans cette adhérence. Ce n'est pas toujours le prolongement le plus voisin de l'amas qui y pénètre ; souvent il y a entre l'un et l'autre un long chemin à parcourir : mais ce n'est pas constant. »

« Enfin, sur les œufs pondus isolément les cellules du follicule sont toujours tombées au moment où apparaissent ces prolongements ; la coque persiste, indiquée seulement par un fin contour qui enveloppe la tunique : aussi pourrait-on facilement ne pas l'apercevoir et considérer l'embryon comme déjà éclos, mais on voit aisément cette membrane dans le voisinage des siphons et à l'extrémité des tubes formés par les prolongements quand ils se rétractent ; d'ailleurs une goutte d'eau distillée suffit pour la manifester, mais par ce procédé on tue l'embryon (2). »

(1) Voy. KUPFFER, L. c., p. 369-370.

(2) Voy. KUPFFER, L. c., p. 373.



Kupffer prétend même avoir retrouvé la coque sur la jeune ascidie déjà formée et c'est sans doute pour cela qu'il affirme que ce qui sort de l'œuf n'est pas un être amœboïde mais un animal pourvu d'un cœur, de fentes branchiales, etc. Cependant il reconnaît lui-même que parfois il n'a pu retrouver la coque sur des embryons de même âge que ceux qui la lui présentaient encore (1); il ne faut pas oublier non plus que Kupffer ne possédait qu'une paire de *Molgula* en état de pondre, que ces ascidies après plusieurs jours de captivité ne sont plus dans leur état normal, enfin que les œufs surtout ceux qui sont pondus les derniers n'offrent pas tous une évolution complète et régulière. Ainsi je ne suis pas éloigné de penser qu'il y a dans les faits observés par Kupffer une certaine part à faire à l'embryogénie pathologique.

Je crois par exemple qu'il n'est pas dans l'ordre naturel que la coque persiste aussi longtemps autour de l'embryon, cette membrane est en général peu élastique; si elle l'était davantage elle se rétracterait en même temps que le prolongement qu'elle a suivi dans son extension.

Les œufs agglomérés et semblables à du frai de gastéropodes ne sont sans aucun doute que des amas d'embryons qui, éclos dans le cloaque par suite de l'état anormal de l'animal mère, se sont agglutinés les uns aux autres n'ayant pas d'autres corps étrangers à leur disposition; la coque et les cellules folliculaires se sont trouvées renfermées entre ces embryons. Quelquefois même un embryon n'étant pas encore entièrement sorti de sa coque au moment où d'autres sont venus se fixer sur lui il en résulte cette apparence d'un prolongement plongé dans le pâté des cellules folliculaires : absolument comme l'embryon de la *Molgula tubulosa* paraît plonger un de ses lobes amœboïdes dans sa coque à l'instant même où il cherche au contraire à s'en débarrasser; cela tient à ce que la coque de l'œuf des *Molgules* se recroqueville au moment de l'éclosion tandis que la couche de la tunique qui entoure l'embryon se gonfle et se dilate rapidement. C'est cette couche tuniciale qui forme la prétendue substance unissante des paquets d'embryons pondus par la *Molgula macrocephonica*.

Il faut donc rejeter complètement cette idée bizarre d'une nutrition s'effectuant par endosmose à travers les prolongements aux dé-

(1) Voy. KUPFFER, L. c., p. 282.

pens des amas de cellules folliculaires ; comment d'ailleurs dans cette hypothèse se nourriraient les œufs isolés qui de l'aveu même de Kupffer *ont perdu leurs cellules du follicule au moment où apparaissent les prolongements ?*

Les observations de Kupffer réduites à leur juste valeur peuvent donc se résumer de la manière suivante :

1° Les œufs de la *Molgula macrosiphonica* ont une évolution très-rapide.

2° Ils perdent facilement et de bonne heure leurs cellules folliculaires.

3° Ils ont une coque douée d'une certaine élasticité, ce qui leur permet de résister quelque temps aux efforts de l'embryon.

Ainsi comprises ces observations présentent un grand intérêt si on les rapproche de celles que l'on peut faire sur l'œuf d'autres *Molgula* et sur celui des ascidies du même groupe.

Chez les *Gymnocystis*, l'œuf perd très-facilement ses cellules folliculaires et en est même souvent déjà dépourvu quand il sort de l'oviducte pour entrer dans la chambre d'incubation. L'embryon est muni d'une queue et doué d'une assez grande agilité.

Chez les espèces du genre *Lithonephrya*, l'embryon a une queue très-courte : son éclosion se fait toujours néanmoins dans le cloaque d'où il s'échappe en partie chassé par les contractions maternelles, en partie à l'aide de ses efforts particuliers ; on arrive ainsi à des *Molgula* telles que la *Molgula adhærens* par exemple, où l'éclosion des œufs se fait encore dans la chambre d'incubation bien que la larve soit complètement anoure. Dans de semblables conditions on comprend aisément que si l'embryon n'est pas rapidement expulsé et que plusieurs œufs viennent à éclore les uns à côté des autres, les embryons formeront de ces amas gélatineux signalés par Kupffer chez la *Molgula macrosiphonica*, et les embryons formant ces amas auront bien peu de chance d'arriver à leur complet développement ; la mort est à peu près certaine pour ceux du moins qui se trouveront au centre de l'amas. Mais si au lieu de sortir de la coque, les embryons acquièrent le même développement en gardant quelque temps cette membrane, comme cela a lieu chez la *Molgula macrosiphonica*, cette circonstance en apparence insignifiante suffit pour atténuer l'influence défavorable de ces pontes défectueuses.

En effet ces amas d'embryons séparés les uns des autres par de fines membranes ne seront plus aussi inextricables que dans le cas

précédent, les coques interposées serviront de point fixe, empêcheront le contact immédiat des larves et ces dernières pourront se dégager successivement de l'amas et gagner par leur déplacement amœboïde un endroit plus propice à leur évolution ultérieure.

De nouveaux perfectionnements se trouvent accomplis si la coque devient moins élastique, ce qui empêche la formation des prolongements et par suite la réunion des œufs ; si les cellules du follicule adhèrent plus fortement et plus longtemps, ce qui agit dans le même sens et en outre favorise la dissémination des œufs en augmentant beaucoup leur volume sans modifier leur poids d'une façon importante, enfin si les œufs sont pondus dans un état moins avancé de développement.

Toutes ces particularités se voient réalisées chez la *Molgula tubulosa* où les œufs sont pondus avant le fractionnement et absolument comme chez les *Ascidia* et les *Ciona* ; les œufs sont disséminés à une assez grande distance les uns des autres et de plus à cause de la résistance de la coque, l'éclosion se fait dès que les prolongements viennent à se produire, l'embryon ne possède encore à ce moment aucun des organes internes qui caractérisent l'ascidie et se trouve à l'état correspondant à la figure 4 de Kupffer.

On voit quelle clarté cette étude comparative jette sur la phylogénie du groupe des Molgulidées et comment des conditions d'existence légèrement différentes ont dû mettre en jeu la sélection naturelle et produire les diverses formes de ce groupe. Les longs siphons musculeux de la *Molgula macrosiphonica* sont produits par la nécessité où se trouvait cette espèce d'expulser fortement ses œufs à cause de la tendance qu'ils ont de s'agglomérer dans le cloaque. Aussi voyons-nous cette disposition disparaître et les siphons devenir très-courts chez les *Lithonephrya* où l'embryon peut sortir *motu proprio* de l'organisme maternel. La même nécessité de faire sortir les œufs très-vite et en plus grand nombre a déterminé également les différences que présente l'oviducte des *Molgula* comparé à celui des *Lithonephrya*. On peut ainsi rendre compte de nombreuses particularités qui demeureraient inexplicables sans ces principes généraux.

Les recherches de Kupffer ne peuvent, comme il le reconnaît lui-même, nous fournir aucune donnée nouvelle sur les premières phases de l'évolution. C'est moins par l'observation directe que par analogie avec les faits connus chez les autres Ascidiés que sont dé-



crites les formations du tube digestif, du système nerveux, etc.

Au moment où l'embryon redevient sphérique et où l'on voit apparaître sur ses bords la couche unicellulaire de l'épiderme, la masse centrale se divise en deux parties : l'une est une vésicule formée par une couche simple de grosses cellules pyramidales à sommets émoussés et complètement opaques de sorte qu'on a peine à reconnaître une cavité au centre de la vésicule. C'est le rudiment de la branchie et du tube digestif. La deuxième portion à peu près aussi grande que la précédente est un amas compacte de corps ronds, obscurs, deux fois aussi gros que les cellules épidermiques mais bien plus petits que les grosses pyramides du sac gastrobranchial. Ces sphères deviennent par la suite de moins en moins nombreuses et se remplissent de graisse sans changer de grosseur. Elles servent vraisemblablement à former les organes suivants : corpuscules du sang, cœur avec son péricarde et vésicule rénale. Mais comme le processus de formation de ces sphères ne lui paraît pas net et qu'il ignore si elles proviennent directement du vitellus, Kupffer renonce à les appeler sphères blastodermiques et les désigne sous le nom de sphères de réserve (Reservekugeln), ce qui ne préjuge rien. Ces sphères sont complètement consommées quand les muscles et les vaisseaux font leur apparition.

Nous n'hésitons pas pour notre part à considérer les sphères de réserve comme le reste des cellules du corps mûriforme repoussées à la partie inférieure de l'embryon par l'invagination du tube digestif. Ce n'est donc pas, comme le dit Kupffer, une formation particulière qui n'a son analogue chez aucune des espèces d'ascidies observées jusqu'à présent.

Le professeur de Lacaze Duthiers insiste avec raison sur l'analogie que présentent ces sphères devenues grasseuses avec l'amas cellulaire provenant de la désintégration de la queue chez les ascidies à larves urodèles. Avant leur métamorphose ces sphères sont donc identiques avec les éléments qui donnent naissance à l'appendice caudal des autres Ascidies.

Si Kupffer avait pu étudier un plus grand nombre d'ascidies il n'aurait certainement pas cru trouver quatre ou cinq queues à l'embryon de la *Molgule* en apercevant les prolongements amœboïdes de cet embryon. Il n'eût pas perdu son temps à chercher avec opiniâtreté (*zähigkeit*) la preuve de cette idée singulière et il eût renoncé de suite à cette recherche qui lui semblait attrayante



(lockende), mais qui ne me paraît guère très-philosophique. Que ces prolongements soient constamment ou presque constamment au nombre de cinq chez la *Molgula macrosiphonica* cela ne me paraît pas non plus hautement remarquable (höchst merkwürdig), car chez des espèces voisines le nombre en est différent et ne présente nulle constance.

Je passe sous silence la formation du système nerveux sur laquelle Kupffer ne nous donne que des *vraisemblances* basées seulement sur deux observations incomplètes, et j'arrive à l'étude de l'organe rénal et d'un autre appareil considéré par Kupffer comme jouissant de fonctions multiples.

L'organe de Bojanus des Ascidiés simples a été décrit pour la première fois en 1846 par Van Bénédén sur l'*Ascidia ampulloides* sous le nom d'organe indéterminé. Plus tard en 1856, Krohn (1) décrit chez la *Phallusia mammillata* une vésicule renfermant des concrétions et apparaissant dans le voisinage de l'amas graisseux. Bientôt d'autres vésicules s'ajoutent à cette première et il se constitue ainsi un complexe de cellules à concrétions qui recouvre la plus grande partie du tube digestif. Krohn incline à considérer cet organe comme un rein, mais l'absence d'un canal excréteur lui paraît en opposition avec cette manière de voir.

Plus récemment encore le Professeur de Lacaze Duthiers signale à côté du cœur chez la *Molgula tubulosa* « un organe renfermant dans ses parois un tissu cellulaire ayant le caractère du tissu du corps de Bojanus, et des concrétions qui semblent être de l'acide urique. Il existe aussi dans la cavité de cet organe des végétations parasites et des corps singuliers qui rappellent des gregariniens (2). »

J'ai retrouvé un corps analogue chez la *Lithonephrya (Molgula) decipiens*, mais chez cette espèce toute la cavité de l'organe est remplie par une concrétion unique (3).

Enfin Kupffer signale aussi une vésicule rénale chez la *Molgula macrosiphonica*. Les concrétions de cette vésicule ne lui ont pas donné la réaction de la muréxide, mais il a obtenu cette réaction avec l'organe rénal de l'*Ascidia conchilega*. Zool. Dan. Chez cette espèce il existe un gros organe plat ayant trois fois au moins l'éten-

(1) Voy. KROHN. *Mullers Archiv.*, 1852, p. 329.

(2) Voy. DE LACAZE DUTHIERS, *Troisième notice sur les travaux scientifiques, etc.*, 1871.

(3) Voy. ces ARCHIVES, fasc. 2, 1872, p. 271.

due de l'estomac et s'étendant sur ce viscère du côté droit. « Déjà à simple vue, dit Kupffer, on reconnaît sur cet organe isolé des cellules plates transparentes pentagonales ou hexagonales avec un noyau brun. *On ne trouve pas de tissu unissant ni de communications des cellules entre elles*, ni de canal excréteur. Le tout se laisse séparer de l'estomac avec quelque difficulté. Les noyaux bruns sont des concrétions analogues à celle de la *Molgula*. Ils sont formés de plusieurs couches concentriques avec de fines stries radiales, le plus souvent ils sont ronds mais quelquefois aussi aplatis. On peut les écraser assez facilement en pressant sur le verre. Ces dépôts vont en diminuant progressivement de grosseur de l'estomac vers l'anus sans que les vésicules qui les renferment diminuent en même temps dans le même rapport. Ce n'est qu'à l'extrémité la plus antérieure seulement que j'ai trouvé quelques vésicules plus petites et plus aplaties et sans dépôt ou avec une concrétion punctiforme seulement. Les animaux étaient adultes. Il y a donc ici une formation continue de l'organe chez l'individu mûr, comme Krohn l'a observé sur l'embryon de l'*A. Mammillata*. C'est à l'extrémité antérieure que commence le dépôt des concrétions sans qu'on puisse dire des cellules postérieures qu'elles ont atteint le terme de leur activité, car il est impossible de saisir un ratatinement ou un collapsus de ces cellules. »

Cette description minutieuse peut s'appliquer parfaitement à l'organe rénal des *Ascidia sanguinolenta*, *chlorea*, *villosa* et de quelques ascidies composées. Je dirai seulement que les concrétions m'ont paru le plus souvent tuberculeuses comme les racines de certaines plantes et non régulièrement arrondies.

Mais nous ne pouvons guère approuver les conclusions que Kupffer cherche à tirer de l'étude histologique de cet organe. Sans doute chez les *Ascidia* que nous venons de citer les vésicules ont une structure identique à celle que Kupffer décrit chez l'*A. conchilega*. La paroi est double, la couche interne est un épithélium pavimenteux régulier et nettement visible. Mais je ne puis admettre que l'organe rénal des *Molgulidées*, que pour abrégé je propose d'appeler *phaséole*, soit l'homologue de l'une des vésicules du rein des Ascidies, et la forme simple de cet organe de sécrétion.

La phaséole des *Molgules* est, au contraire, l'état le plus élevé que la glande de Bojanus atteint chez les Ascidiens; elle représente l'état différencié par rapport à l'état diffus, comme le foie des *Cynthia*

et des *Molgula* opposé aux cellules hépatiques des *Ascidia* et des Synascidies nous montre un perfectionnement organique indéniable. Au reste j'ai trouvé à l'intérieur de la phaséole des *Molgula* et des *Lithonephrya* une couche de ces vésicules qui sont isolées chez les *Ascidia* et la paroi propre de la phaséole n'a rien de commun avec celle de ces vésicules. Le rein des *Ascidia* ne peut même être considéré comme une glande multilobulaire offrant avec la glande des *Molgula* le même rapport que le rein du bœuf avec celui du mouton par exemple. Car, ainsi que l'a fait observer Kupffer lui-même, les vésicules sont complètement indépendantes et ne se relient pas entre elles ni avec un canal excréteur.

Il nous reste encore à parler d'un organe intéressant qui se forme chez un grand nombre d'Ascidies à peu près en même temps que les fentes branchiales. Voici comment Kupffer décrit chez la *Molgula* l'apparition de cet organe énigmatique : « Il apparaît d'abord sous forme d'un petit bâtonnet hyalin appuyé par l'une de ses extrémités sur la paroi externe du tube digestif ; ce bâtonnet s'accroît librement dans l'espace compris entre les deux branches du tube digestif ; puis il se divise et se subdivise à plusieurs reprises. Les ramifications s'unissent en se dirigeant les unes vers les autres, de sorte qu'il se forme un réseau d'anastomoses que j'ai pu suivre jusqu'au moment où quatre ou cinq mailles étaient constituées. Krohn décrit quelque chose de tout à fait semblable chez l'*Asc. mammillata* et, comme les rudiments de cet organe chez l'embryon sont en rapport avec le tube digestif, il en conclut que c'est une glande servant à la digestion. J'hésite à accepter le rôle attribué par Krohn à cet organe car je n'ai pas vu de communication avec le tube digestif et surtout je n'ai pas remarqué que l'épithélium intestinal participât à la formation du premier bâtonnet qui s'appuie sur le canal alimentaire. »

Kupffer a retrouvé cet appareil bien développé sur la *Molgula* adulte et sur la *Ciona canina*. Certains canaux se terminent en cul-de-sac, d'autres présentent des dilatations dans leur parcours. « Les branches les plus épaisses ont, dit-il, une structure identique avec les vaisseaux sanguins et, de fait, de nombreux troncs vasculaires pénètrent de l'extérieur dans ce réseau. Il m'est même arrivé chez l'*A. canina* d'injecter au moins partiellement ce système en poussant l'injection par le cœur. L'injection avait pénétré dans plusieurs des culs-de-sac claviformes dont nous avons parlé. Ces culs-de-sac ne sont pas une nouveauté dans le système vasculaire des Ascidies.



On en trouve de pareils dans les vaisseaux coloniaux de la tunique commune des synascidies; je considère donc le tout comme une portion de l'appareil vasculaire qui a reçu un développement particulier et qui doit avoir, outre la résorption du chyme, encore d'autres fonctions à remplir. Il nous paraît notamment très-vraisemblable que c'est dans cet appareil que se forment certains éléments figurés du sang assez variables dans leur aspect et leur grosseur. Les cul-de-sac sont remplis en tout ou en partie de cellules et l'on voit souvent aussi de petits amas de cellules fortement unies les unes contre les autres qui partent de l'endothélium des canaux et font saillie dans leur lumière. »

Nous avons trouvé cet organe et suivi sa formation chez le *Pero-phora Listeri*, la *Clavelina lepadiformis*, les *Botryllus* et *Botrylloides*. Mais chez toutes ces espèces de Synascidies, les canaux ne présentent pas les anastomoses dont parle Kupffer : ce sont seulement des ramifications plus ou moins nombreuses d'un tronc unique. Tout l'appareil est fortement réfringent et présente un aspect tellement différent de celui des tubes vasculaires des Synascidies qu'il faut vraiment que Kupffer n'ait pas bien vu ces derniers pour établir une semblable comparaison.

Le tronc primitif de l'appareil réfringent part toujours de la région pylorique et de là les ramifications gagnent la partie terminale de l'intestin sur laquelle elles se terminent en serpentant quelque temps le long de la paroi.

J'ignore complètement le rôle de cet organe singulier, mais par son apparence, sa structure et sa position il me paraît offrir quelque analogie avec la *tige cristalline* des mollusques acéphales. De même que la tige cristalline, l'organe réfringent des ascidies présente un développement très-inégal sur les divers individus, car tandis qu'on le trouve parfois avec une grande facilité, il est souvent aussi très-difficile à apercevoir. Peut-être est-il gonflé et plus visible au moment des digestions, ce qui viendrait à l'appui de l'opinion qui en fait un système chylifère; mais je ne puis rien affirmer de précis à cet égard.

Savigny paraît avoir entrevu cet organe chez le *Diazona violacea* et chez la *Cynthia canopus*. C'est du moins ce que je crois devoir conclure des fig. 11 et 12 de la pl. VIII et de la fig. 1 et de la pl. XII de son mémoire. Chez le *Diazona* la partie terminale de l'appareil est seule représentée, et Savigny paraît le considérer comme un organe hépa-



tique. Enfin le Prof. Milne Edwards décrit et figure chez le *Botrylloides rotifera*, « une masse glandulaire qui paraît être un organe hépatique et qui, couché sur le commencement de la troisième portion de l'intestin, donne naissance à plusieurs petits canaux excréteurs qui se réunissent bientôt en un seul tronc, lequel paraît déboucher dans l'intestin près du pylore » (1). Les rapports de position assignés à cet organe coïncident si bien avec ceux que nous avons trouvés d'une manière constante pour l'appareil réfringent chez les Synascidies que nous n'hésitons pas à reconnaître cet appareil dans la prétendue glande décrite par M. Edwards. Quant à donner à cette glande les fonctions d'un foie, cela nous paraît contraire aux indications de l'anatomie comparée. Le foie se trouve d'une manière très-nette chez les Botrylliens dans les parois de l'estomac avec le même aspect et la même disposition que chez les autres ascidies composées, et d'ailleurs rien n'est moins démontré que l'existence d'une communication entre le tube digestif et le tronc principal de l'appareil réfringent.

### § 3. Résultats généraux.

« De toute cette étude, dit Kupffer, il ressort avec une clarté suffisante que nous avons chez les Molgules, un développement continu, progressif, que l'on peut considérer comme le type originel de l'évolution du groupe des Ascidies dans la classe des Tuniciers. A ce type se rattache le mode de développement plus parfait des Ascidies à larves urodèles. L'évolution de ces dernières commence d'abord sur le plan de la Molgule ; puis survient la complication qui les relie à l'embranchement des vertébrés. Mais cette extension du plan originel qui va se dirigeant vers un développement supérieur, cesse brusquement au moment où l'évolution atteint déjà un degré assez élevé, pour faire place à une métamorphose rétrograde de ces organes dont la formation constituait un progrès sur la Molgula ; les deux développements rentrent ainsi dans une seule et même voie dans laquelle ils marchent parallèlement jusqu'au bout » (2).

« Si je cherche maintenant à me représenter comment aurait pu

(1) Voy. MILNE EDWARDS. *Observations sur les Ascidies composées des côtes de la Manche*. 1841.

(2) Voy. KUPFFER, *L. c.*, p. 382.

s'accomplir un nouveau progrès, il est facile de voir qu'il suffit pour cela d'imaginer un développement du canal digestif plus rapide que celui observé chez les larves d'ascidies étudiées jusqu'à ce jour, de façon que les fentes branchiales se percent et que les cils vibratiles fonctionnent pendant que la chorde, la moelle épinière et les muscles de la queue existent encore ; l'absorption de nourriture offrirait alors à ces parties la condition nécessaire à leur développement, ce qui n'a pas lieu chez les larves d'ascidies que nous connaissons. La formation des cellules musculaires et nerveuses qui s'accomplit sans compensation, épuise leur provision de forces et l'atrophie arrive nécessairement. Le reste de leurs matériaux est transformé pour le développement ultérieur des autres organes et les derniers débris en sont consommés juste au moment où l'absorption d'éléments venant du dehors commence à devenir possible. Chez une synascidie de la baie d'Arendal, le *Botrylloides rubrum* M. Edw., j'ai pu déjà observer un développement de la branchie relativement plus rapide que chez la larve de l'*A. canina*. La chorde et les cellules musculaires n'étaient pas encore complètement atrophiées, elles formaient, placées dans un certain ordre, une sorte de moignon caudal quand déjà la branchie présentait des cils vibratiles et les deux siphons bien ouverts, mais il y avait des différences individuelles et d'autres larves venant de la même colonie n'avaient plus à ce même stade qu'un amas de globules graisseux à la place de l'appendice caudal » (1).

Je ne puis en aucune façon admettre avec Kupffer que le développement des *Molgula* soit le type originel de l'évolution des ascidiens. Tout ce que nous savons de l'histoire biologique de ce groupe me paraît militer contre cette opinion.

1 C'est une vérité bien connue et déjà signalée comme très-importante dans le premier livre de Darwin sur l'origine de l'espèce : quand une quelconque des phases de la vie embryonnaire d'un animal est active l'adaptation de la larve à ses conditions de vie est aussi parfaite et aussi admirable que chez l'animal adulte, de sorte que l'on peut citer des cas où les larves de deux espèces voisines diffèrent plus entre elles que ne l'ont fait leurs parents à l'état complet de développement. Mais un fait d'une égale importance et qui semble avoir moins frappé l'esprit des naturalistes, est que de semblables différences entre les larves d'espèces voisines peuvent très-

(1) Voy. KUPFFER, *L. c.*, p. 383-384.

bien résulter aussi de légères différences dans les conditions vitales des animaux adultes. L'absence de tétard chez les *Molgula* est un caractère qui perd une grande partie de sa valeur au point de vue de la phylogénie si l'on tient compte de cette particularité sur laquelle j'ai le premier, je pense, attiré l'attention des zoologistes, que la forme de l'embryon est liée intimement à l'état de fixité ou de liberté de l'ascidie adulte (1). Cette remarque acquiert une valeur plus grande aujourd'hui qu'elle se trouve confirmée par de nouvelles observations : d'une part la découverte d'une larve anoure chez les *Molgula simplex* et *macrosiphonica*, espèces libres à l'état adulte, d'autre part la description d'un véritable tétard chez les *Molgula complanata* et *decipiens*, espèces complètement fixées à l'état parfait.

2° L'existence de larves urodèles est une disposition embryogénique si générale dans le groupe des ascidies tant simples que composées, que l'on est immédiatement conduit à considérer cette disposition comme typique. Peut-être, même, faut-il lui attribuer une importance plus grande encore dans la classe des Tuniciens. L'on sait en effet que les *Doliolum* ont aussi une larve pourvue d'un appendice caudal et que les *Appendicularia* présentent toute leur vie cette disposition qui n'est que transitoire chez les représentants plus élevés du groupe. Telle est du reste l'opinion de Gegenbaur (2) et d'Huxley qui s'exprime à cet égard de la façon suivante : « As in all great natural group some forms are founded which typify, in its adulte condition the larval state of the higher forms of the group ; so does appendicularia typify in its adult form the larval state of the ascidians (3). »

3° L'amas de sphères de réserve a été comparé par M. de Lacaze Duthiers aux cellules qui chez les autres Ascidies proviennent de la désintégration de l'appendice caudal. Kupffer arrive lui-même à un semblable rapprochement : « Si, dit-il, on n'avait pas suivi d'une façon continue le développement de la Molgule, on pourrait croire que l'amas grasseux provient encore ici d'une queue atrophiée. » Il y a lieu de s'étonner après cela, qu'il considère la formation de ce

(1) Voy. ces ARCHIVES. Fasc. 2, p. 261 et 279.

(2) Voy. GEGENBAUR, *Zeitsch für wissenschaft. Zoologie von Siebold et Kolliker* (5 Band., p. 344, et 6 Band., p. 406, pour l'*Appendicularia* ; 5 Band., p. 13 et 7, Band., p. 283 pour le *Doliolum*.) 1853-55.

(3) Voy. HUXLEY, *Observations upon the anatomy and Physiology of salpa etc.* (*Philosophical transactions*, 1851, part. II, p. 367.)



qu'il appelle le squelette axile des larves urodèles, comme un *épisode* dans le développement de la Molgule, épisode *pour la réalisation duquel* des matériaux sont déjà préparés chez l'embryon de cette dernière, sous forme de sphères de réserve. Comment un transformiste aussi convaincu que le savant professeur de Kiel peut-il recourir aux causes finales pour expliquer un fait qui au fond n'a rien d'extraordinaire, et qui s'éclaire facilement par les principes généraux de l'embryogénie. Ne sait-on pas que dans son développement, un animal supérieur ne passe pas, à proprement parler, par toutes les formes qui ont appartenu à ses ancêtres, mais seulement par les ébauches de ces formes : c'est la grande loi de l'économie du travail appliquée à l'évolution. L'embryon de la Molgule reproduit la série des stades que parcourt la larve des autres Ascidiées, mais en ne présentant de chacun de ces degrés que ce qui lui est nécessaire pour arriver à la forme adulte qu'il doit reproduire.

4° L'étude pure et simple des caractères anatomiques du genre *Molgula* prouve suffisamment que ce type est l'un des plus élevés du groupe des Ascidiées. Il est certainement très-difficile de préciser ce qu'on doit entendre par un être plus ou moins parfait dans un groupe donné; cependant chacun conviendra qu'un animal présentant une différenciation histologique plus avancée, une division plus nette du travail physiologique, une indépendance plus grande par rapport aux conditions extérieures devra nécessairement être placé avant celui qui n'offrira ces diverses conditions qu'à un moindre degré de développement. Or, nous trouvons chez les Molgules une tunique dont la structure rappelle celle des *Cynthia*, c'est-à-dire présente des fibres cellulosiques et des couches nombreuses et distinctes au lieu de la structure cellulaire et uniforme de la tunique des *Ascidia* (1). Les tentacules branchiaux sont ramifiés, la branchie plissée dans le sens longitudinal et convolutive de façon à multiplier l'étendue des organes vibratiles. Le foie et le rein sont des glandes bien différenciées, séparées de l'intestin comme chez les animaux supérieurs au lieu d'être comprises dans les parois du tube digestif (foie) ou disséminées à la surface de cet appareil (rein), comme chez les Synascidiées dégradées par leur état d'association. Enfin l'animal adulte est libre, il peut échapper dans une certaine mesure aux conditions ex-

(1) Voy. LOWIG, et KOLLIKER, *Composition et structure des enveloppes des Tuniciers* (*Ann. des sc. naturelles*, 1846, p. 193 et suiv.)



térieures défavorables; tandis que l'on voit souvent les Ascidies fixes souffrir et même périr pendant les grandes marées, quand elles demeurent trop longtemps à sec, et que le soleil ou le froid vient à les frapper, la Molgule s'enfonce dans le sable humide et il semble même qu'elle peut, jusqu'à un certain point, s'abriter pour l'hivernage, car on ne la rencontre plus dès que les premiers froids se font sentir.

5° Prenons enfin le dernier fait signalé par Kupffer, l'existence chez les Botrylloïdes d'une larve qui tendrait à garder le type vertébré, ou qui du moins représenterait un progrès nouveau dans la phylogénie des Ascidiens parce qu'elle présente une branchie parfaite et les ouvertures anales et cloacales fonctionnant déjà tandis que la queue existe encore. Il y a là une observation incomplète d'une particularité qui, mieux étudiée, prouve précisément le contraire de ce qu'on a voulu en déduire. Nous avons longuement étudié l'embryogénie des Ascidies composées (Pérophores, Botrylloïdes, Botrylles, etc.). Les résultats de cette étude ne tarderont pas à être publiés; mais déjà, nous avons signalé l'un des plus importants et des plus inattendus. Chez les Ascidies simples, la formation de l'animal adulte suit la désintégration de la queue et paraît s'effectuer aux dépens des restes de cet organe; chez les Synascidies, au contraire, l'animal adulte se constitue en même temps que la queue se rétracte, et quelquefois pendant que cet appendice existe encore, ou qu'il achève de se développer de sorte que le têtard n'est, comme nous l'avons dit, que *le véhicule qui sert à porter la jeune Ascidie au point où elle doit se fixer.*

Le têtard des *Botrylloïdes*, au moment où Kupffer le considère presque comme un *vertébré* pouvant prendre au dehors des éléments suffisants à son existence, est en réalité une *Ascidie* munie d'un appareil de transport. La branchie, le cœur, l'intestin, ont leur disposition définitive, ne présentant rien de commun avec le type vertébré et la circulation même est déjà parfaitement établie avant que la queue ne soit complètement formée.

Dans tous les cas où l'on a observé la désintégration granulo-graisseuse, on sait que ce processus rétrograde est provoqué par une insuffisance de nutrition. Voilà pourquoi Kupffer a pensé que si l'embryon ne gardait pas le type vertébré, c'est qu'il ne pouvait prendre de nourriture au dehors. Cette explication en supposant qu'elle convienne au cas des Ascidies simples, ne peut plus s'ap-

pliquer au têtard des Pérophores et des Botrylles; puisque comme nous venons de le voir, il y a chez ces derniers un appareil branchio-digestif, capable de fonctionner pendant que la queue existe encore. Mais cet appareil et le système vasculaire ont, avec la queue, consommé pour leur formation tous les éléments du vitellus. Ainsi, au moment où la bouche est ouverte, la nutrition ne s'effectue plus guère que par les matériaux venant de l'extérieur et distribués aux différents organes par les vaisseaux et le cœur. Or, il est facile de voir que l'appendice caudal n'a aucune relation avec le système vasculaire et qu'il se nourrit seulement par imbibition, condition très-favorable à la métamorphose régressive que nous étudions. Mais dès que cette métamorphose s'est produite, l'animal se trouve avoir à sa disposition des aliments de deux sources différentes, ceux qu'il emprunte au dehors et ceux qu'il puise dans l'amas granulo-graisseux, provenant de l'appendice rétracté. Il y a donc nutrition exubérante et c'est ainsi que se produit la blastogénèse, quelquefois avec une rapidité telle qu'une Ascidie à peine fixée présente déjà deux ou trois branchies de blastozoïtes naissant autour de la région pylorique de l'oozoïte (*Astellium*).

De cette discussion il me semble que l'on peut tirer les conséquences suivantes :

1° La forme typique et originelle de l'embryon des Ascidiées est la larve urodèle; la forme anoure de l'embryon des *Molgula* n'est qu'un épisode provoqué par l'adaptation de l'animal adulte à certaines conditions d'existence.

2° L'embryogénie des Synascidiées comparée à celle des Ascidiées simples nous montre que si l'on prend pour terme de comparaison les différents stades de l'évolution de la chorde dorsale, il n'y a pas synchronisme entre les stades correspondants dans les deux groupes pour l'évolution du tube digestif et des autres organes de l'Ascidie; il y a retard de l'Ascidie simple sur l'Ascidie composée et au moment de l'éclosion, chez cette dernière, la queue ne doit plus être considérée que comme le véhicule de l'animal adulte déjà formé.

3° La chorde et l'appendice caudal sont chez la larve Ascidiénne des organes de locomotion d'une importance assez secondaire malgré leur généralité pour qu'on les voie disparaître presque entièrement dans le genre *Molgula* où ils sont devenus inutiles par suite des mœurs de l'animal adulte; l'homologie entre cette chorde dorsale et celle des vertébrés n'est donc qu'une homologie d'adaptation dé-

terminée par l'identité des fonctions à remplir et n'indique pas de rapports de parenté immédiate entre les Vertébrés et les Tuniciers.

## II

## SYSTÈME NERVEUX DE LA LARVE DE L'A. MENTULA, ZOOL. DAN.

Poussé par le désir de trouver un objet plus favorable que l'*A. canina* pour l'observation du développement des Ascidies, Kupffer se rendit l'automne dernier à Arendal, au sud de la Norvège. Là, quelques coups de drague lui procurèrent en abondance, les *Ascidia mentula parallelogramma*, *virginea*, *conchilega*, Zool. dan.; *Molgula simplex*, Ald. Hanc., *Glacialis*, M. Sars et en même temps plusieurs espèces de *Botryllus*, *Botrylloides*, *Amauroucium*, *Didemnum*, enfin la *Clavelina lepadiformis*. Mais on était au 15 août, et à partir du 20 les Ascidies simples cessèrent de pondre : les Botrylles donnèrent encore quelques œufs, mais bientôt il fallut aussi renoncer à cette dernière ressource, et abandonner les recherches embryogéniques.

Ce récit prouve d'abord que pour étudier le développement d'un groupe d'animaux, il est indispensable de commencer par en faire l'histoire naturelle proprement dite, travail si instructif, si attrayant, et il faut bien le dire trop délaissé aujourd'hui, bien qu'on sache encore si peu de chose des mœurs des animaux inférieurs.

La mésaventure de Kupffer nous montre en outre qu'à mesure qu'on remonte vers le Nord, la ponte des Ascidies cesse à une époque moins avancée de l'année, car à Roscoff les Ascidies simples pondent encore pendant tout le mois de septembre, et j'ai encore trouvé des Botrylles chargés d'œufs et d'embryons le 15 octobre.

Quoi qu'il en soit, nous regrettons vivement que Kupffer n'ait pu faire disparaître complètement et d'une façon tout à fait satisfaisante les différences qui existent entre les résultats de Kowalevsky et les siens ; car ces différences nous semblent assez considérables et relatives à des points fondamentaux de l'embryogénie. Pour n'en citer qu'une, il me paraît que la formation d'une cavité de fractionnement est un fait assez essentiel et qu'il serait intéressant de savoir pourquoi Kowalevsky décrit cette cavité tandis que Kupffer avec raison, je pense, affirme qu'elle n'existe pas. L'origine du système nerveux est encore un point capital où, on le sait, les deux savants



professeurs sont loin d'être d'accord. Mais si Kupffer n'a pu obtenir cet accord tant souhaité entre ses propres recherches et celles de Kowalevsky, il faut reconnaître qu'il nous apporte du moins sur la structure histologique du système nerveux des résultats aussi complets qu'inattendus. Tous les zoologistes qui ont étudié les larves d'ascidies seront sans doute étonnés d'apprendre que les dessins de Kowalevsky représentant l'appareil cérébro-spinal de ces larves sont *très-schématiques* et ne répondent nullement à ce que Kupffer a pu voir sur l'embryon de l'*A. mentula*.

Le système nerveux de la larve de l'*A. mentula* se compose de deux parties : l'une cérébrale, l'autre médullaire. La première doit à son tour se diviser en deux portions : 1° le vésicule cérébral avec les organes des sens ; 2° le ganglion cérébral ; la moelle épinière comprend aussi deux divisions : 1° une partie renflée-fusiforme contenue dans le corps (Rumpf ganglion, Kowalevsky) ; 2° la portion cylindrique caudale.

La vésicule cérébrale renferme les organes de l'ouïe et de la vision. La paroi inférieure de la vésicule s'élève en forme de *crista acustica* constituée par de fines cellules cylindriques disposées verticalement. Ces cellules à petits noyaux punctiformes sont recouvertes par une mince cuticule du côté de la cavité et reposent sans doute sur une membrane basilaire qui n'est pas bien visible.

A l'intérieur de la crête et au point correspondant à sa plus grande élévation on trouve une vésicule à contenu transparent. « Cette vésicule, dit Kupffer, est quelque chose de nouveau dans la morphologie de l'organe de l'ouïe et je n'ai rien pu rencontrer d'analogue dans la littérature afférente à cette question. Peut-être, doit-on la considérer comme la première trace du développement d'un *labyrinthe* indépendant. » Kupffer pense que cette vésicule s'est séparée de l'otolithe quand cet organe était encore sous l'épiderme du côté dorsal de la vésicule nerveuse.

Sur le centre de cette vésicule du labyrinthe flotte une grosse otolithe oviforme dont le sommet le plus aigu repose sur le vésicule en question. « Quand bien même il existerait encore un doute sur la nature de cet organe, il ne peut plus y en avoir sur ce point *qu'il est soutenu par de fines soies*. Ces soies partent des cellules les plus longues de la crête, celles qui entourent le vésicule du labyrinthe et se terminent sur un parallèle de l'otolithe situé à une distance de la crête égale au cinquième de l'axe environ. »



Kupffer a observé ce mode de suspension chez l'*Ascidia mentula* et chez l'*A. canina* : il considère cette disposition comme un état supérieur à celui décrit par Kowalevsky chez l'*A. mammillata* où l'otolithe est supportée par un pédicule.

L'œil de la larve de l'*A. mentula* présente aussi une complication bien étonnante et ne ressemble guère à ce que nous avons observé chez les Ascidies composées. Il se compose d'un appareil stratifié réfringent derrière lequel se trouve un corps pigmentaire et d'une demi-couronne de cellules prismatiques transparentes disposées radialement du côté extérieur autour de ce corps pigmentaire dans lequel elles plongent par leurs extrémités.

« Examiné à de forts grossissements (600-1000) l'appareil réfringent paraît formé de trois parties : à l'extérieur, un ménisque concavo-convexe, puis une lentille presque hémisphérique qui s'adapte dans la concavité du ménisque et enfin au centre de la lentille un petit noyau sphérique. A cause de l'orientation de l'appareil vers le côté droit le noyau n'est visible que de ce côté, la lentille et le noyau sont en partie cachés par le pigment et on ne peut rien dire de leur forme générale car le pigment est insoluble dans l'acide azotique.

Le ménisque a des contours arrondis, il déborde considérablement la lentille. Le cuticule interne de la vésicule centrale recouvre la face convexe du ménisque de sorte qu'il y a entre ces deux parties le même rapport qu'entre la *zonula Zinnii* et le *cristallin* de l'œil des vertébrés, le ménisque étant fixé par cette Zonula. Par suite de cette disposition de la cuticule il se forme aussi un canal annulaire autour du ménisque : *un véritable canal de Petit* (1).

« Il n'est pas douteux que tout l'appareil dont nous parlons, parties réfringentes, corps pigmentaire et cellules annexes forment par leur combinaison un organe visuel, et l'on peut considérer ces cellules de la demi-couronne comme une *rétine* ou plutôt comme une *portion de rétine*. Naturellement il ne faut pas penser que ce sont là les organes *percevant la lumière*, c'est-à-dire ceux dans lesquels les ondes lumineuses se transforment en ébranlement nerveux sensoriel puisque ces cellules sont de tout côté exposées directement à la lumière. Par analogie avec les yeux que nous connaissons c'est plutôt à l'intérieur du pigment qu'il faudrait chercher ces éléments de perception ; mais je pense que l'on peut comparer ces cellules à la couche

(1) Voy. KUPFFER, p. 390-391.

cellulaire qui dans l'œil des Céphalopodes et des Gastéropodes porte les bâtonnets chargés de percevoir la lumière; d'un côté comme de l'autre ce sont des cellules épithéliales et la disposition radiale à la surface du pigment est tout à fait la même. Supposé maintenant qu'il se trouve à l'intérieur du pigment des organes analogues aux bâtonnets sur les extrémités intérieures des cellules, la ressemblance avec l'œil des mollusques cités plus haut serait complète et l'on aurait ici un œil de mollusque développé comme organe cérébral, aux dépens de l'épithélium de la vésicule du cerveau; c'est ainsi que chez ces animaux qui jettent un pont sur l'abîme séparant les vertébrés des invertébrés, l'œil occupe aussi une position intermédiaire. Du reste la seule présence d'un pigment assez développé nous force à supposer l'existence d'éléments qui, protégés contre la lumière ambiante, sont soumis seulement à l'influence des rayons coordonnés par l'appareil dioptrique; de tels éléments sont l'analogue des bâtonnets de l'œil des mollusques, l'analogue des parties extérieures aux cônes et bâtonnets dans l'œil des vertébrés. »

Je n'ai pas besoin de faire remarquer combien dans cette description Kupffer est habile à mêler des vraisemblances et des hypothèses aux faits qu'il prétend avoir observés. Mais tout cela fût-il démontré d'une façon rigoureuse, il serait encore illogique d'en conclure que l'œil des ascidies étant intermédiaire entre celui des mollusques et celui des vertébrés, ces animaux sont eux-mêmes le pont jeté par la nature entre les mollusques et les vertébrés. Il faut évidemment que tout organe de vision remplisse certaines conditions physiques invariables comme les lois mathématiques de la lumière et des vibrations. Partout où se formera un œil, il y aura et pigment, et lentille et cellules nerveuses de perception dans un ordre qui ne pourrait guère subir de grandes modifications. Les yeux des Pecten et des Spondylus ont une structure à peu près analogue à celle de la larve des ascidies (1). Mais toutes ces analogies, ces homologues même dans quelques cas sont le résultat d'adaptations à des conditions organico-physiques constantes et ne peuvent nullement servir à indiquer des rapports de parenté.

Kupffer décrit ensuite dans le ganglion cérébral deux parties formées de cellules d'aspect un peu différent. La partie renflée de la

(1) Voy. GRUBE, *Mullers Archiv.* 1840, p. 24; KROHN, *Mullers Archiv.* 1840, p. 381; WILL, *Frorieps neue notiz.* 1844, p. 622.

moelle épinière serait aussi formée intérieurement de cellules, mais la couche externe est constituée par des fibrilles minces qui dissimulent la masse cellulaire interne : plus loin sur la partie caudale, on voit au contraire les cellules bien que les fibrilles existent encore  *vraisemblablement*. Kupffer ne manque pas de faire remarquer que cette structure de la moelle établit le parallèle avec les vertébrés jusque dans les moindres détails. Nous avouons n'être pas encore entièrement convaincu.

Mais la découverte qui certainement étonnera le plus les zoologistes est celle des nerfs spinaux d'une structure très-singulière que Kupffer a pu observer pendant l'agonie de la larve de l'*A. mentula* en se servant d'un objectif à immersion de Schröder donnant un grossissement de 1100 à 1200 diamètres (1).

Comme cette découverte, si elle se confirme, présenterait un très-grand intérêt, je traduis textuellement les quelques lignes dans lesquelles sont exposés ces faits si curieux :

« Les nerfs spinaux naissent par paires de la moelle à égale distance les uns des autres : ils se relient aux muscles et peut-être aussi à l'épiderme, mais on ne peut le constater. Je n'ai vu avec toute la netteté désirable que trois paires de ces nerfs : la première paire est située à la naissance de la queue à la limite de la partie de la moelle comprise dans le tronc ; les deux autres paires naissent à des distances égales à la longueur d'une cellule musculaire. J'ai pu démontrer d'une façon convaincante l'existence de ces nerfs au D<sup>r</sup> Paul Langerhans, mon compagnon. Ce ne sont pas des cordons arrondis mais des faisceaux plats de fibrilles avec les fines ponctuations caractéristiques. Les fibrilles sont réunies en faisceaux près de la moelle et vont en s'étalant en éventail à mesure qu'elles s'écartent de leur origine. Plusieurs fibrilles se rendent dans une seule cellule musculaire ; aux places où elles atteignent les cellules musculaires on voit nettement se dessiner de petits cercles à la surface de ces cellules. Cette apparence ne peut être produite par une coupe optique transversale des fibrilles car les dimensions des cercles ne coïncident pas avec celles de pareilles sections. On ne peut l'attribuer non plus à une coupe des faisceaux car nous avons dit que les faisceaux n'existent plus en ces points distants de l'origine. Il faut donc plutôt con-

(1) Kowalevsky avait déjà indiqué, mais avec doute, des filaments nerveux naissant du *Rumpf-ganglion* chez la larve de l'*A. mammillata*. Voy. ces ARCHIVES, Fasc. 2, p. 275.

sidérer ces cercles comme les noyaux d'organes particuliers de terminaison nerveuse. »

Ces nerfs spinaux ne sont visibles qu'*une ou deux secondes, au moment de la mort*. La fibrille jusque-là pâle et décolorée tranche alors par sa teinte plus sombre sur les objets environnants. Comme la mort est toujours précédée de mouvements convulsifs on ne peut laisser échapper le moment favorable si l'on attend la dernière convulsion, l'œil fixé au point où doit se trouver le nerf. Les fibrilles longitudinales de la couche externe de la moelle deviennent aussi plus distinctes à ce moment.

Nous n'avons rien à ajouter à ces observations quelque peu dramatiques. Il ne faut pas oublier toutefois que des micrographes consciencieux ont décrit naguère le tube digestif des spermatozoïdes. Enfin nous n'avons pas d'objectif Schröder (1) et nous envions le bonheur du Dr Paul Langerhans.

(1) Les travaux d'Ehrenberg, dit Dujardin, ont longtemps arrêté ma marche comme sans doute ils ont arrêté celle de beaucoup d'autres observateurs sincères, en nous forçant à regarder comme incomplètes et défectueuses toutes nos études et à regarder nos microscopes comme trop imparfaits, puisqu'ils ne voulaient pas nous laisser voir les mêmes détails qu'au célèbre naturaliste de Berlin. (DUJARDIN. *Hist. des Zoophytes Infusoires*. Préf., p. X.)