

ARCHIVES

DE

ZOOLOGIE EXPÉRIMENTALE

ET GÉNÉRALE

HISTOIRE NATURELLE — MORPHOLOGIE — HISTOLOGIE
ÉVOLUTION DES ANIMAUX

PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DE

HENRI DE LACAZE-DUTHIERS

MEMBRE DE L'INSTITUT DE FRANCE

(Académie des sciences)

PROFESSEUR D'ANATOMIE COMPARÉE ET DE ZOOLOGIE A LA SORBONNE

(Faculté des sciences)

FONDATEUR ET DIRECTEUR DES LABORATOIRES DE ZOOLOGIE EXPÉRIMENTALE

DE ROSCOFF (FINISTÈRE)

ET DE LA STATION MARITIME DE BANYULS-SUR-MER (PYRÉNÉES-ORIENTALES)

(Laboratoire Arago)

PRÉSIDENT DE LA SECTION DES SCIENCES NATURELLES

(Ecole des hautes études)

DEUXIÈME SÉRIE

TOME NEUVIÈME

1891

PARIS

LIBRAIRIE DE C. REINWALD & C^{ie}

15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15

Tous droits réservés.



ÉTUDES
SUR
LE SANG ET LES GLANDES LYMPHATIQUES
DANS LA SÉRIE ANIMALE

(2^e PARTIE : INVERTÉBRÉS)

PAR

L. CUËNOT

Chargé d'un cours complémentaire de zoologie
à la Faculté des sciences de Nancy.

INTRODUCTION

Ce mémoire est la suite d'un travail précédemment publié (*Archives de zoologie expérimentale*, 2^e série, t. VII, 1889) dans lequel j'ai étudié le sang et les glandes lymphatiques des Vertébrés. Comme méthode, je descends des types les plus élevés en organisation aux plus simples, car, contrairement à ce qui arrive d'habitude, il est beaucoup plus facile d'étudier les fonctions et la formation des diverses parties constituantes du sang chez les animaux supérieurs.

Il ne manque pas d'observations, souvent excellentes, sur le sang des Invertébrés, mais la plupart du temps elles sont incomplètes ou beaucoup trop généralisées. J'espère pouvoir présenter un ensemble satisfaisant sur l'histoire du liquide nourricier, qui a la plus grande influence sur la physiologie totale de l'animal; c'est pour avoir négligé son étude qu'on a souvent avancé des faits physiologiques tout à fait contraires à la vérité.

Il me reste à remercier mes vénérés maîtres : M. de Lacaze-Duthiers, pour la bienveillance qu'il m'a toujours témoignée et la large hospitalité de ses laboratoires ; et M. Delage, pour les excellents conseils qu'il a bien voulu me donner sur les expériences physiologiques relatives au sang.

Nomenclature. — Avant de poursuivre, je tiens à définir rigoureusement les termes dont je vais me servir dans le courant de ce travail. Prenons, par exemple, une goutte de sang d'un animal quelconque, une Écrevisse, si l'on veut ; à un fort grossissement, on y voit un nombre considérable de cellules flottantes (pl. IV, fig. 3), remarquables par les mouvements de leur protoplasma qui émet des pseudopodes comme celui des Amibes ; nous verrons plus loin que ces mouvements sont très caractéristiques pour cette variété de cellules, ce qui m'a conduit à les nommer *amibocytes* (globules blancs, leucocytes, corpuscules amiboïdes du sang, etc.).

Les amibocytes ne restent pas toujours isolés ; très souvent ils s'agglomèrent, forment des amas plus ou moins considérables dont la périphérie seule émet des pseudopodes, que Geddes a appelés *plasmodiums* pour rappeler la formation analogue des Myxomycètes. Mais, dans ces plasmodiums, les cellules ne sont pas confondues entre elles, leurs contenus ne se mélangent pas ; elles sont simplement soudées, comme M. Michel l'a fait remarquer avec raison pour le Lombric ; d'où il s'ensuit que ce ne sont pas de vrais plasmodiums, mais plutôt des pseudo-plasmodes ; toutefois, ce mot ayant acquis droit de cité, et le lecteur une fois prévenu, je continuerai à l'employer dans le courant de ce travail.

Les mouvements amiboïdes ne sont pas le seul trait caractéristique des amibocytes ; dans un grand nombre de ces éléments, on remarque autour du noyau une grande quantité de petits granules arrondis, très réfringents, légèrement verdâtres, placés dans le protoplasma cellulaire et participant à ses mouvements ; je leur donne le nom de *ferment albuminogène* ou *granules albuminogènes*. Voici pourquoi : on sait que le sang renferme, à l'état dissous, une cer-

taine quantité d'albuminoïde, l'albumine du sérum des Vertébrés, l'hémocyanine dans le cas de l'Écrevisse, qui est destiné à la nutrition des tissus; cet albuminoïde provient évidemment de la transformation des peptones que le tube digestif verse dans le sang après la digestion; on ne trouve pas sensiblement de peptone dans le sang, donc elle est transformée immédiatement en albumine qui lui est à peu près isomérique. J'attribue cette transformation aux amibocytes, et plus spécialement aux granules réfringents qu'ils contiennent. (On trouvera à la fin de ce travail les preuves physiologiques et morphologiques qui viennent à l'appui de ce que j'avance.) Ces granules jouent donc un rôle diamétralement opposé à celui des ferments digestifs (trypsine, pepsine) qui transforment les albuminoïdes en peptones dialysables; ils sont *albuminogènes*, c'est-à-dire qu'ils absorbent ces mêmes peptones pour les restituer sous forme d'albumine du sérum non dialysable. Quant au mot de ferment, je l'emploie parce qu'il est commode et en somme assez élastique; ces granules ne forment pas un ferment organisé, comme les bactéries, la levure de bière, ni un ferment soluble, comme la diastase, la pepsine : c'est un ferment figuré.

Les amibocytes changent parfois de destination : au lieu de restituer au sang, sous forme d'albumine, la peptone absorbée, ils la gardent, fabriquent soit de la graisse, soit des produits albuminoïdes, et passent ainsi à l'état d'*amibocytes de réserve*, utilisés au fur et à mesure des besoins de l'animal.

Mais le sang ne sert pas seulement à la nutrition; il est chargé aussi d'apporter l'oxygène aux tissus, tantôt par l'intermédiaire de l'albuminoïde du sérum, qui cumule cette fonction avec la nutrition, tantôt au moyen de cellules spéciales (globules rouges, hématies) chargées d'hémoglobine ou d'un corps analogue. Ray-Lankester a proposé pour ces hématies le nom excellent de *pneumocytes* (1872), beaucoup plus significatif; le premier terme, dû à Robin, a prévalu, et, en somme, il n'y a aucun inconvénient à l'employer.

Les hématies et les amibocytes n'ont qu'une vie limitée; lorsque

le ferment des seconds est usé à la suite de plusieurs digestions, les cellules se dissolvent et disparaissent ; elles sont remplacées par d'autres nouvellement formées, bourrées de granules réfringents, provenant de glandes spéciales, disposées de façon à verser dans le sang les cellules mûres. Il en est de même pour les hématies ; il y a des glandes chargées d'en former de nouvelles lorsque les anciennes hématies ont disparu, soit par usure, soit pour toute autre raison. Pour ne pas créer de nouvelles dénominations, et surtout pour suivre les errements adoptés pour les Vertébrés, je les appellerai génériquement *glandes lymphatiques*, en spécifiant rigoureusement pour chaque type les éléments auxquels elles donnent naissance. Comme les organes génitaux, elles appartiennent à la catégorie spéciale des *glandes plastidogènes* (Perrier), ou mieux *cytogènes*, c'est-à-dire productrices de cellules, qui s'en détachent pour passer dans le sang ou à l'extérieur.

Le sang des Mollusques, Crustacés, Échinodermes, etc., est rigoureusement homologue au sang des Vertébrés ; aussi n'emploierai-je, pour le désigner, aucun terme spécial. Les expressions de lymph, d'hémolymph, me paraissent singulièrement hasardées lorsqu'on les applique aux Invertébrés ; il est parfaitement inutile de les employer.

Substances organiques du sang. — Dans le cours de ce travail, on rencontrera forcément bien des substances organiques qu'il faudra caractériser et classer ; je ne crois pas inutile de placer ici un court résumé de leurs caractères différentiels, car ce sujet est un peu délaissé, malgré l'intérêt qu'il présente au point de vue du fonctionnement des organes.

1° Albuminoïdes, précipités lorsqu'ils sont en solution par l'alcool, le tanin et les acides, coagulables par la chaleur (sauf les peptones). Comme réactions microscopiques, les albuminoïdes solides se colorent en jaune par l'iode, en rouge vif par la fuchsine ; dans les colorations sur plaque, ils présentent généralement une affinité prononcée pour l'« orangé III ».

2° Graisses, solubles dans l'éther, noircissent fortement par l'acide osmique.

3° Lutéines ou lipochromes, substances paraissant formées d'un corps gras uni à un pigment, insolubles dans l'eau, solubles dans les liquides albumineux, l'alcool, l'éther, le chloroforme ; donnent des bandes au spectroscope ; traitées par l'acide azotique, tournent au bleu, puis se décolorent ; par l'acide sulfurique, se colorent en vert, puis en brun (Capranica). Les lutéines sont excessivement répandues dans le règne animal, et forment la plupart des pigments (tétronerthrine des Crustacés, des Échinodermes, chromophanes de la rétine, chlorophylle et produits dérivés) ; elles ont souvent un rôle capital dans l'organisme (chlorophylle, chromophanes).

4° Uranidine. Krukenberg désigne sous ce nom des pigments fort variés, qui, sous l'action de ferments oxydants, se colorent en brun ou en noir, et résistent alors aux dissolvants habituels des lutéines, aux alcalis et en partie aux acides. Ces pigments sont d'ailleurs très mal connus ; ils se rapprochent beaucoup des albuminoïdes.

Orientation. — Dans toutes les descriptions, l'animal, quel qu'il soit, sera supposé dans la position classique, verticalement, la bouche en haut, la face ventrale en avant.

Méthodes histologiques. — On a grande tendance, maintenant que la technique histologique a fait tant de progrès, à abandonner complètement les études sur le vivant et les recherches au compresseur ; je conviens qu'elles sont fort difficiles, sujettes à beaucoup d'erreurs, mais elles montrent des faits qu'aucun réactif, si perfectionné qu'il soit, ne peut déceler : le contenu des cellules ne se voit souvent d'une façon exacte, quoi qu'on en puisse dire, que sur les éléments frais. Un maître en histologie, M. Ranvier, n'a jamais négligé l'étude des éléments frais, et je ne crois pas qu'il y ait besoin de donner une autre preuve de son utilité. Pour mon compte, j'ai toujours commencé par là mes études histologiques, puis j'ai examiné des dissociations et enfin des coupes. Chacun de ces procédés montre des faits qui lui sont particuliers, et il n'est pas plus logique

de repousser de parti pris une méthode de travail que d'en appliquer une seule avec excès, quelque bonne qu'elle puisse être.

Pour les dissociations de glandes lymphatiques ou les examens de liquides sanguins, j'ai employé l'acide osmique à 1 pour 100, en solution ou en vapeurs, pendant cinq à dix minutes, suivant le volume de la pièce ; puis, aussitôt, la coloration au picrocarminate de Ranvier, de dix minutes à une heure. La pièce est lavée à l'eau pour la débarrasser de l'excès de carmin, et dissociée dans la glycérine un peu diluée. Ce procédé donne d'excellents résultats ; les cellules amiboïdes conservent leurs plus fins pseudopodes, et sont excessivement nettes, au moins dans les quatre ou cinq mois qui suivent la préparation ; c'est le seul réactif qui montre, avec une netteté parfaite, les granules albuminogènes devenus très réfringents et colorés en jaune plus ou moins rosé. Les noyaux seuls sont un peu gonflés ; pour les études nucléaires, il est préférable de se servir de vert de méthyle après la fixation à l'acide osmique.

Pour les coupes, j'ai suivi les différents procédés classiques ; comme fixatifs, le sublimé, l'alcool à 70 degrés saturé d'acide picrique, donnent d'excellents résultats, aussi bien que le liquide chromo-acéto-osmique de Flemming ; pour de petites pièces très délicates (branchies), j'ai fixé uniquement à l'acide osmique. Les coupes ont été colorées, soit sur plaque, soit en masse, avec différents carmins et couleurs d'aniline, de préférence avec le picrocarmin ammoniacal de Ranvier.

Ordre suivi dans ce travail. — Le présent mémoire est divisé en deux parties : dans la première, j'étudie le sang, ses éléments, ses fonctions et les glandes lymphatiques dans chaque groupe en particulier ; dans la seconde partie, je fais pour ainsi dire la synthèse des résultats obtenus pour en tirer des conclusions générales.

Je tiens à présenter quelques explications au sujet de l'ordre suivi dans la série des groupes ; on y verra, après les Mollusques, l'étude des Tuniciers et de l'*Amphioxus*. Évidemment ce n'est pas suivre l'ordre logique des faits, et d'après les théories actuellement

admises, il faudrait mettre en tête des Invertébrés les Tuniciers et l'*Amphioxus*, comme se rapprochant le plus des Vertébrés. Je ne l'ai pas fait, car ces deux types présentent des dispositions si aberrantes et si nouvelles dans la composition du sang, que j'aurais craint, en les étudiant tout d'abord, d'embrouiller le lecteur en présentant des faits si peu en harmonie avec ceux que l'on connaît déjà.

Les variations du sang sont si fréquentes d'un type à un autre, qu'on ne saurait prendre trop de soin pour indiquer exactement les espèces auxquelles on a eu affaire ; aussi ai-je été très sévère dans la spécification, et pour quelques formes litigieuses, j'ai indiqué sommairement les caractères non signalés ou contraires aux descriptions. Ce manque de spécification rigoureuse est le tort de quelques travaux précédents ; il conduit fatalement aux généralisations beaucoup trop promptes.

MOLLUSQUES.

CÉPHALOPODES.

J'ai étudié sur le vivant les espèces suivantes : *Sepia elegans* et *officinalis*, *Sepiola Rondeletti*, *Octopus vulgaris*, *Eledone Aldrovandi* et *moschata*¹, prises au large par le chalut, sauf les Poulpes qui ont été capturés à la grève (Banyuls-sur-Mer).

Sang. — Je n'ai presque rien de nouveau à apporter dans la composition physique et chimique du sang des Céphalopodes ; cette étude a été faite d'une façon complète par M. Fredericq (24), à qui l'on doit des détails très précis sur l'un des points les plus intéressants de la physiologie des Invertébrés, encore si mal connue. Toutefois, comme c'est un type classique, je vais résumer les notions les plus importantes à connaître.

¹ L'*Eledone Aldrovandi*, beaucoup plus fréquent à Banyuls-sur-Mer que l'*Eledone moschata*, se distingue de ce dernier par la teinte du dos, d'un brun plus ou moins rouge au lieu d'être gris ou noirâtre ; *Eledone moschata* a une forte odeur musquée qui n'appartient pas à l'autre espèce. Férussac et d'Orbigny ne signalent pas ces distinctions, pourtant fort nettes.

Le sang des Céphalopodes, qu'on peut obtenir facilement par la section d'un vaisseau branchial, est limpide, d'un bleu clair qui se fonce lorsqu'on l'expose à l'air. Abandonné à lui-même, les corpuscules figurés qu'il contient tombent au fond du vase et y forment un petit amas en s'agglomérant les uns aux autres. Si l'on examine ce dépôt, on n'y voit que des cellules et pas trace de fibrine; le sang reste indéfiniment liquide. Il n'y a donc pas de fibrine chez les Céphalopodes; c'est un point important à établir.

Le liquide restant, outre les sels minéraux et quelques matières organiques en quantité négligeable, contient en dissolution un albuminoïde, dans la proportion de 9 pour 100, auquel M. Fredericq a donné le nom d'*hémocyanine*. Cette hémocyanine représente la partie nutritive du sang et jouit de la propriété d'absorber l'oxygène de l'air, comme l'hémoglobine des Vertébrés; ce fait important, indiqué par Rabuteau et Papillon, Bert et Ray-Lankester, a été pleinement mis en lumière par M. Fredericq. Si l'on expose à l'air du sang de Seiche dans un verre de montre, sa teinte devient beaucoup plus foncée; par transparence, il est d'un bleu clair un peu verdâtre, par réflexion d'un bleu foncé; on peut lui rendre sa couleur primitive en retirant l'oxygène, soit par le vide, soit par un courant d'acide carbonique. Enfin, sur l'animal même, on peut constater les changements de couleur correspondant à l'absorption de l'oxygène: le vaisseau efférent de la branchie renferme un liquide bleu clair, tandis que le vaisseau afférent est à peu près incolore. Si l'on empêche l'acte respiratoire, soit en sectionnant les nerfs palléaux, soit en retirant l'animal de l'eau, on voit tout de suite le sang se décolorer.

L'hémocyanine est un albuminoïde parfaitement caractérisé, précipitable par l'alcool et les acides, coagulable par la chaleur à 74 degrés environ. Je renvoie au mémoire de M. Fredericq pour plus de détails sur ses propriétés; on peut préparer ce corps à l'état de pureté par la dialyse. L'étude de ses propriétés chimiques a montré qu'il entraine du cuivre dans sa composition, de même qu'il y a du fer dans l'hémoglobine. L'hémocyanine présente même, sous l'action de quel-

ques gouttes d'acide azotique, un dédoublement analogue à celui que présente spontanément l'hémoglobine: on obtient un précipité albumineux et un liquide renfermant tout le cuivre; de même l'hémoglobine se dédouble en globuline et en hématine (pigment qui contient tout le fer).

Si l'on admet que l'hémocyanine est le résultat de l'union d'un albuminoïde avec un pigment cuivreux qui donne la teinte à la combinaison, on comprendra facilement pourquoi, à la suite de l'hémocyanine typique de la Seiche et du Poulpe, il y a chez d'autres Mollusques et Arthropodes toute une série d'hémocyanines de moins en moins saturées de cuivre jusqu'à devenir presque incolores; elles sont certainement moins actives dans l'absorption de l'oxygène. De même pour l'hémoglobine; on trouve facilement, chez divers Invertébrés, des hémoglobines de moins en moins colorées, diminuant en même temps de valeur respiratoire.

Amibocytes. — Le sang des Céphalopodes ne renferme qu'une seule espèce d'éléments figurés, parfaitement typiques, les amibocytes. Pour bien les voir, il suffit d'examiner une goutte de sang frais à un grossissement d'environ 1000 diamètres. Chez la Seiche (*Sepia officinalis*), que je prends plus spécialement pour type, bien que la description convienne parfaitement aux autres espèces, les amibocytes (pl. I, fig. 1) sont des cellules de 15 μ environ, dont le protoplasma renferme de fins granules incolores et réfringents de ferment albuminogène, et émet à la périphérie de courts pseudopodes. On suit facilement toutes les phases de l'évolution des amibocytes, tout à fait semblables à celles que j'ai décrites pour les Vertébrés (2): le ferment disparaît, la couche protoplasmique diminue d'épaisseur, et enfin on arrive à un noyau à peu près nu, qui est le terme ultime de l'évolution; ce noyau disparaît à son tour, car on n'en trouve qu'un très petit nombre, mais je ne sais pas trop par quel procédé, n'ayant pas trouvé de formes évidentes de destruction du noyau. Fixés et colorés par le procédé que j'ai indiqué dans l'introduction (vapeurs osmiques, picrocarmin, glycérine), les ami-

bocytes sont parfaitement nets : les granules de ferment sont jaunâtres, le protoplasma incolore, le noyau vivement coloré en rouge. Ce dernier présente des formes qui rappellent tout à fait les noyaux des globules blancs de l'Homme ou des Batraciens ; il est tantôt profondément bilobé ou trilobé, tantôt contourné (pl. I, fig. 1), ou même divisé complètement en deux parties accolées (*Eledone Aldrovandi*, *Octopus vulgaris*) ; le noyau des cellules jeunes, pleines de granules albuminogènes, est régulièrement sphérique ou ovoïde, et c'est seulement en avançant en âge qu'il se déforme ainsi. Il n'y a pas là-dedans d'indice de division nucléaire ; c'est une simple rupture du noyau, dont la cause m'échappe, qui n'a aucun rapport avec la segmentation normale ; chez certaines espèces, le noyau est déformé (*Sepia officinalis*, *Eledone Aldrovandi*, *Octopus vulgaris*), tandis qu'il est régulièrement ovoïde chez la *Sepiolo Rondeletti*, ce qui montre le peu de valeur de cette déformation.

Il n'y a jamais division des amibocytes dans le sang, et pour une bonne raison : c'est qu'étant seulement les véhicules du ferment, leur division n'aurait aucune utilité, puisqu'elle n'augmenterait pas la quantité de ce dernier.

Glande lymphatique. — La glande qui produit les amibocytes est appendue au cœur branchial (pl. I, fig. 2) ; on sait que ce dernier se trouve immédiatement après les veines caves, chargées de leurs appendices rénaux, et qu'il donne naissance au vaisseau afférent de la branchie ; il a une teinte grise ou violacée, qu'il doit aux cellules glandulaires de sa paroi. C'est en somme une véritable glande contractile. A sa partie inférieure, et un peu en arrière, on voit (pl. I, fig. 2 et 3, *gl*) une petite glande arrondie, blanchâtre ou très légèrement violacée (*Eledone moschata*), marquée de sillons irréguliers et peu profonds ; elle paraît appliquée sur le cœur branchial, et en réalité, lui est reliée par un court et mince pédicule. Les dimensions de cette glande, par rapport à l'animal, ne sont pas bien grandes ; ainsi, chez un *Octopus vulgaris*, qui mesurait un mètre depuis la pointe des bras allongés en avant jusqu'à son extrémité inférieure,

la glande lymphatique n'avait guère que 6 millimètres de diamètre ; elle est plus grande relativement chez la *Sepia officinalis* que chez les Octopides.

Si l'on pousse une injection colorée par les veines caves, on voit le cœur branchial se remplir et se colorer uniformément, puis la couleur passe dans la glande lymphatique, dont la périphérie se couvre de délicates et nombreuses arborisations formant de petits bouquets séparés (pl. I, fig. 4). Nous verrons dans l'étude histologique à quoi correspond cette disposition vasculaire.

Enfin, pour compléter l'étude extérieure de la glande, je rappellerai que le cœur et son appendice sont placés dans un péricarde qui les enserme plus ou moins étroitement, et qui se continue par un court canal s'ouvrant par un orifice béant dans les cellules ou sacs rénaux (dans lesquels se trouvent les veines caves et leurs appendices rénaux) qui eux-mêmes débouchent au dehors. Le contenu des sacs rénaux est un liquide urinaire avec produits d'excrétion ; celui du péricarde veineux ne doit pas être très différent.

Si, sur des échantillons injectés, on pratique des coupes dirigées de façon à passer par le pédicule de la glande, on a la figure représentée planche I, figure 4. Les parois du cœur branchial sont fort épaisses ; elles comprennent en dehors une forte tunique musculaire et conjonctive, et en dedans un stroma conjonctif bourré de cellules à gros noyau ; le pédicule n'est pas plein, il est traversé par trois ou quatre vaisseaux qui vont se ramifier dans la glande lymphatique ; ces vaisseaux se divisent et se ramifient un grand nombre de fois en se dirigeant vers la périphérie ; là, ils se terminent dans la couche tout à fait extérieure par de petits bouquets, qui paraissent au dehors par transparence, sous forme d'arborisations contiguës. Chaque vaisseau, si petit et si ramifié qu'il soit, est revêtu d'un épais manchon dont il constitue l'axe ; ce manchon, formé d'un stroma conjonctif bourré de cellules, constitue la partie véritablement active de la glande ; c'est lui qui renferme les cellules destinées à évoluer en amibocytes. Toutes ces parties cellulaires s'unissent les unes aux

autres, suivant le trajet de leurs vaisseaux respectifs ; elles déterminent ainsi une sorte d'éponge, dont la trame est formée par les vaisseaux et leurs manchons, et dans les cavités de laquelle (pl. I, fig. 4, *l*) l'injection ne pénètre pas.

La glande est limitée extérieurement par un épithélium pavimenteux, qui existe *partout* et la ferme complètement, quoi qu'en ait dit Grobben (25). Cet épithélium (pl. I, fig. 5, *e*) est formé de cellules fortement unies entre elles, si bien qu'on distingue difficilement leurs limites, à gros noyau, nucléolé chez la *Sepia officinalis* ; il porte un épais plateau cuticulaire, finement strié en travers. Chez l'*Eledone Aldrovandi*, plus spécialement, les cellules se moulent les unes sur les autres, un peu comme celles de la vessie de l'Homme. Cet épithélium, qui n'est qu'une modification de celui du péricarde, a évidemment pour but d'empêcher toute osmose possible entre le contenu de la glande, remplie de sang, et celui du sac péricardique, qui doit se rapprocher assez de l'urine.

Il ne nous reste plus qu'à examiner la constitution et l'évolution des cellules qui entourent les vaisseaux ; il suffit de pratiquer une dilacération après l'action de l'acide osmique et du picrocarmin : les plus jeunes cellules, celles qui se divisent (pl. I, fig. 5), sont formées d'un noyau rond entouré d'une mince couche protoplasmique ; on voit bientôt après les granules albuminogènes s'accumuler dans cette couche, qui augmente d'autant, et finalement devient amiboïde ; on a alors un amibocyte parfaitement constitué (*a*). En étudiant les éléments de la glande sur le vivant, on peut suivre avec la même évidence le développement des cellules ; elles sont placées dans un stroma conjonctif assez lâche, qui forme sac autour des vaisseaux ; les cellules mûres passent à travers ces enveloppes et pénètrent dans ces derniers, d'où elles gagnent facilement le courant circulatoire. Les cavités laissées entre les parties cellulaires ne renferment pas de cellules mûres ; on n'y trouve sur les coupes qu'un fin coagulum d'hémocyanine. Une dernière remarque : les amibocytes mûrs sortant de la glande ont tous le noyau ovoïde ou très peu déformé, ce qui

montre avec certitude que c'est seulement dans le sang que cette déformation apparaît, comme nous l'avons vu précédemment.

On remarquera que j'ai désigné sous le nom de vaisseaux les ramifications qui traversent la glande ; sont-ce des lacunes, sont-ce des vaisseaux ? Je trouve que les distinctions que l'on établit entre ces deux sortes de cavités sont parfois un peu byzantines ; je ne sais pas s'il y a un endothélium, j'en doute fort ; mais comme ces cavités sont creusées dans du tissu conjonctif, qu'elles sont suffisamment régulières et que l'injection ne file pas entre les cellules, sauf aux extrémités, je crois être en droit de les déterminer comme vaisseaux.

Le passage entre les cellules du cœur branchial et celles de la glande ne se fait pas brusquement (pl. I, fig. 4) ; les cellules du premier, facilement reconnaissables à leur gros noyau et à leur contenu granuleux, remplissent en partie le pédicule et s'avancent plus ou moins loin à l'intérieur même de la glande, où elles sont intimement accolées aux cellules lymphatiques.

Tous les Céphalopodes que j'ai étudiés m'ont montré identiquement les mêmes faits ; je suis donc en droit de conclure à la généralité de l'existence et du rôle de la glande lymphatique chez les Céphalopodes dibranchiaux.

Développement. — La glande lymphatique se développe sur la paroi du cœur branchial, comme l'ont montré Bobretzky et Schimkewistch (1886) ; elle commence par être un épaississement de la paroi interne, qui se prononce de plus en plus, se pédiculise et fait plus tard fortement saillie dans la cavité cœlomique.

Autres glandes vasculaires des Céphalopodes. — Le cœur branchial, outre sa fonction pulsatile, est une véritable glande ; ses parois internes sont revêtues de plusieurs couches cellulaires, enfouies dans un stroma conjonctif à mailles assez régulières ; le protoplasma cellulaire renferme de gros granules incolores, peu réfringents. J'avoue ne l'avoir point étudié à fond ; aussi n'émettrai-je à son égard qu'une hypothèse : par son contenu, cette glande ressemble tout à fait à ce qu'on appelle la *glande péricardique* des autres Mollusques,

la Moule (*Mytilus edulis*) spécialement. On attribue, en général, d'après Grobben, un rôle excréteur aux glandes péricardiques, mais le fait n'est pas absolument certain ; en tout cas, le cœur branchial ne peut se débarrasser des produits qu'il fabrique qu'en les versant dans le sang¹.

Peu de temps après avoir écrit ces lignes, j'ai eu connaissance de l'important travail de Kowalevsky sur les organes d'excrétion (7), dans lequel le savant russe, par un procédé tout différent, homologue au point de vue fonctionnel le cœur branchial aux glandes péricardiques des Lamellibranches. Lorsqu'on injecte chez l'animal vivant une solution de tournesol ou de carminate d'ammoniaque, on voit s'accumuler la matière colorante dans le cœur ou les glandes péricardiques ; le tournesol légèrement rougi indique que ces organes ont une réaction acide. A propos des Insectes, je discuterai plus complètement la valeur des expériences de Kowalevsky ; pour l'instant, je me contente de signaler ce rapprochement, appuyé par l'étude microscopique des cellules.

Ce n'est pas tout : il existe encore une troisième glande, sur le trajet des canaux sanguins ; je veux parler de la glande branchiale, située en-dessous de la branchie, dans l'épaisseur de la membrane qui relie celle-ci au manteau. Elle est formée d'un stroma conjonctif très fin, bourré de cellules, entre lesquelles circule le sang veineux. Elle a été étudiée dans tous ses détails par M. Joubin (26), et je ne puis mieux faire que de renvoyer à son travail. Toutefois, je ferai une remarque sur son histologie : M. Joubin, tout en faisant ses réserves sur les difficultés et les erreurs liées à ce genre de recherches, termine en disant (page 148) : « Je crois cependant pouvoir conclure que cette espèce de rate des Céphalopodes, comme l'appelle Mayer, est un organe générateur des corpuscules du sang, de même que la rate des Vertébrés serait un organe à fonction analogue. Je ne crois pas, cependant, que les raisons qui me font admettre cette

¹ M. Letellier (*Comptes rendus*, t. CXII, 3 janvier 1891) a trouvé de l'acide hippurique dans la glande péricardique de *Cardium edule*.

opinion soient suffisantes pour entraîner la conviction ; mais, par exclusion des autres explications, je m'en tiens à celle-là¹. »

Ces réserves sont fort sages, car, en effet, la glande n'a aucun rapport avec la production des amibocytes ; les cellules sont un peu plus volumineuses, le noyau est tout à fait différent ; il n'y a pas formation de ferment, ni mouvements amiboïdes du protoplasma, cela est bien certain. Mais quel est le rôle de cette glande, si volumineuse et si constante chez les Céphalopodes ? Elle ne renferme certes pas de produits de réserve ; par contre, ses cellules ressemblent souvent à celles des glandes péricardiques d'autres Mollusques, l'*Halotis*, par exemple. Je ne serais pas éloigné de la faire rentrer, ainsi que le cœur branchial, dans ce groupe de glandes, encore mal connues, qui paraissent constantes chez les Mollusques. Kowalevsky (7) ne parle pas dans son travail de la glande branchiale, qui ne paraît pas accumuler les matières colorantes comme le cœur branchial ; peut-être y aurait-il lieu de reprendre ses expériences à ce sujet.

Historique. — L'historique de la découverte de l'hémocyanine a été fait complètement par M. Fredericq (1878) et Mac-Munn ; je n'y reviendrai donc pas.

La glande appendue au cœur branchial est connue depuis fort longtemps ; Férussac et d'Orbigny la figurent chez la *Sepiola Grantiana* et l'appellent appendice pelliculaire de l'auricule ; Milne Edwards la signale chez le Calmar ; enfin, plus récemment, on lui a donné le nom d'appendice branchio-cardiaque (*Kiemenherzhang*) et de glande péricardique (Grobben).

Grobben, qui en a fait une étude spéciale (1885), la décrit inexactement ; pour lui (25), les cavités que nous avons signalées entre les manchons cellulaires ne sont pas closes, mais débouchent au dehors dans la cavité péricardique ; les manchons qui revêtent les vaisseaux

¹ Dans un travail récent sur l'appareil respiratoire des Nautilus (*Revue biologique du Nord*, 1890, n° 11), M. Joubin affirme à nouveau la signification plastidogène de la glande branchiale, surtout chez les embryons de Poulpe.

seraient formés d'un épithélium palissadique ; enfin, il assigne à cet organe une fonction excrétrice (32), en l'homologuant aux glandes péricardiques des Lamellibranches et Gastéropodes, qu'il a décrites dans ses beaux travaux. Je ne reviens pas sur la partie histologique ; quant à l'homologie, elle est fausse, car le péricarde du cœur branchial ne correspond pas au péricarde du véritable cœur des autres Mollusques ; l'appendice du cœur branchial est un organe lymphatique et rien autre.

GASTÉROPODES.

Chez les Gastéropodes, le sang, après avoir passé dans un appareil vasculaire artériel, finit toujours par tomber dans la cavité générale où l'on peut le recueillir avec plus ou moins de facilité.

Pour exposer les résultats obtenus, je suivrai la classification de M. de Lacaze-Duthiers (*Comptes rendus*, t. CVI, 12 mars 1888) qui groupe d'une façon très naturelle les animaux de cette famille.

Sang. — Le sang est le plus souvent incolore ou légèrement bleuâtre ; sa teinte devient plus foncée par l'exposition à l'air ; le genre *Planorbis* a le sang rouge. Les seuls éléments figurés qu'il contienne sont des amibocytes que nous examinerons tout à l'heure ; il n'y a jamais de fibrine, et par suite pas de coagulation spontanée.

En ajoutant de l'alcool, on précipite l'albuminoïde dissous dans le sang, dans une proportion assez variable, au maximum 9 pour 100. Quel est cet albuminoïde ? C'est le plus souvent, je n'ose dire toujours, l'hémocyanine. En effet, chez beaucoup de types, le sang oxydé à l'air a nettement une teinte bleue, et l'albuminoïde qui le colore offre tout à fait la composition de l'hémocyanine des Céphalopodes ; mais chez d'autres, le sang est parfaitement incolore et reste tel lorsqu'on l'expose à l'air ; il ne contient qu'une quantité très minime de cuivre ; toutefois, lorsqu'on le chauffe, il présente le même degré de coagulation (76 degrés environ). Il y a, chez les Gastéropodes, une série d'hémocyanines, les unes vraiment bleues (à l'état oxydé), passant par des gradations insensibles à des albuminoïdes

tout à fait incolores, dont la puissance respiratoire doit être très minime ou même nulle. Ainsi, l'hémocyanine existe bien certainement chez les Aponotoneurés (Pectinibranches de Cuvier et Cyclostome), notamment chez la *Paludina vivipara*, le *Triton corrugatus*, le *Capulus hungaricus*, le *Cyclostoma elegans*, etc. ; chez la *Lamellaria perspicua*, le sang exposé à l'air ne prend aucune coloration : c'est une hémocyanine incolore.

Chez les Épipodoneurés (*Trochus*, *Fissurella*, *Haliotis*), le sang de l'*Haliotis lamellosa* renferme une hémocyanine très bleue, très caractérisée, beaucoup plus que dans les deux autres genres.

Chez les Gastroneurés (Pulmonés, *Gadinia*, *Oncidie*), l'hémocyanine est parfaitement reconnaissable, notamment chez les *Helix*, l'*Arion rufus*, la *Lymnea stagnalis* ; il y a cependant une exception très importante à noter : toutes les espèces européennes du genre *Planorbis* (notamment *P. corneus* et *contortus*), sauf, paraît-il, le *Planorbis albus* (d'après Deslongchamps), ont de l'hémoglobine dissoute dans le sang, comme Ray-Lankester l'a démontré ; à la moindre blessure ou à un changement de milieu (alcool, chloral, etc.), on voit sortir du Planorbe ce liquide rouge dont la teinte a été signalée par beaucoup d'observateurs (Cuvier, Moquin-Tandon, William, 39) et dont l'albuminoïde est très facile à caractériser.

Chez les Pleuroneurés (Aplysie, Bullidés), le *Scaphander lignarius* renferme de l'hémocyanine devenant nettement bleue par oxydation ; il en est tout autrement pour les Aplysies¹. Le sang de l'*Aplysia punctata* (Méditerranée) renferme [environ 1,77 pour 100 d'une hémocyanine parfaitement incolore et insensible à l'action de l'air ; se coagulant vers 76 degrés centigrades, cet albuminoïde ne peut très probablement jouer aucun rôle dans la respiration, vu sa faible quantité. Le sang de l'*Aplysia depilans* (individus de grande taille, Roscoff) est d'un rose très net, coloration due à la présence d'un albuminoïde rosé, précipitable par tous les réactifs

¹ Le Sang et la Glande lymphatique des Aplysies (Comptes rendus de l'Académie des sciences, t. CX, 31 mars 1890.

employés en pareil cas, alcool, acides, sublimé ; il y en a environ 636 milligrammes pour 100 grammes de sang. La teinte rose n'est pas en relation avec l'absorption de l'oxygène, car elle n'augmente pas à l'air et s'accroît lorsqu'on évapore dans le vide. Le sang concentré par le vide et chauffé devient opalin vers 58 degrés centigrades et paraît être complètement coagulé vers 70 degrés. Enfin, lorsqu'on met du sang à dialyser ou lorsqu'on l'expose longtemps à l'air, souvent il se décompose spontanément, une partie restant dissoute, l'autre se précipitant en flocons blancs. Par tous ces caractères, cet albuminoïde se distingue nettement de l'hémocyanine ; je propose de l'appeler *hémorhodine* (de ῥοδεός, rose). La faible quantité qui existe dans le sang nous autorise à croire que ce corps ne joue qu'un rôle très effacé dans la respiration, et aussi qu'il doit être suppléé dans ses fonctions nutritives par un organe de réserve encore à découvrir (peut-être le foie, comme l'a avancé M. Remy Saint-Loup).

Enfin, pour les Notoneurés, chez les types que j'ai examinés (*Pleurobranchus aurantiacus*, *Oscanius membranaceus*, *Doris tuberculata*), le sang contient un albuminoïde incolore ou légèrement jaunâtre, qu'on ne peut rapporter qu'avec réserve à l'hémocyanine. D'ailleurs, chez ces espèces, le sang est fort difficile à obtenir pur, en raison du mucus sécrété à la moindre blessure et qui se mélange avec lui, quelque soin que l'on puisse prendre.

Amibocytes. — Les seuls éléments figurés du sang sont des amibocytes, d'ailleurs fort nombreux ; chez tous les Gastéropodes, ce sont des cellules de 10 à 20 μ , isolées ou réunies en petits groupes, dont le protoplasma émet de nombreux et courts pseudopodes ; on décèle par les réactifs un petit noyau, parfois bilobé ou même double (*Haliotis lamellosa*, pl. I, fig. 8).

Dans le protoplasma des cellules mûres se voient toujours des grains réfringents de ferment (pl. I, fig. 6 et 9), variables en nombre et en couleur chez les diverses espèces ; parfois très nombreux (*Paludina vivipara*, *Calyptra sinensis*, *Doris*, etc.) ; ou en petit nombre comme chez les Pulmonés, où l'on n'en voit par cellule

que trois ou quatre, d'une réfringence très grande (notamment chez *Planorbis corneus*). Ils sont légèrement verdâtres (Pectinibranches) ou jaunâtres (*Haliotis*), très nettement jaunes ou bruns chez les *Doris*, *Pleurobranchus*, *Oscanius*, et surtout les Bullidés ; d'ailleurs il ne faut pas attacher grande importance à la couleur des granules ; chez le *Planorbis corneus*, la *Philine aperta*, on en trouve à la fois dans les amibocytes de jaunes et de verdâtres, avec tous les passages entre les deux teintes. Je ne puis entrer dans le détail de ces minimes différences, qui ne présentent d'ailleurs aucun intérêt.

Les amibocytes contiennent parfois des produits de réserve qu'ils ont fabriqués et qui s'accumulent dans leur protoplasma comme le ferait la graisse dans une cellule adipeuse ; le fait me semble propre aux Notoneurés. Chez la *Doris tuberculata* (pl. I, fig. 6, r), les amibocytes renferment une ou plusieurs grosses gouttes incolores, réfringentes, d'aspect graisseux, constituées par une matière albuminoïde ; ces globules protéiques coexistent avec les granules de ferment, qui se réfugient dans un coin de la cellule, dont les mouvements amiboïdes se ralentissent beaucoup. Chez la *Pleurophyllidia neapolitana*, l'*Idalia ramosa*, on trouve aussi dans quelques amibocytes (pl. I, fig. 7) des amas de granules protéiques, arrondis, verdâtres ; les cellules qui les renferment n'ont souvent plus de pseudopodes. Nous retrouverons plus tard des amibocytes semblables, en bien plus grand nombre, non plus dans quelques espèces, mais caractéristiques de tout un groupe (Ascidies, Géphyriens, Échinodermes).

L'évolution des amibocytes est tout à fait semblable à ce que nous avons déjà vu chez les Céphalopodes ; les granules de ferment disparaissent d'abord ; le protoplasma diminue, finit par se dissoudre, et il ne reste plus que le noyau, nu ou peu s'en faut, qui disparaît à son tour dans le sang.

Glandes lymphatiques. — Si les Gastéropodes présentent à peu près un type unique dans la composition du sang, leurs glandes lymph-

tiques sont tellement variées que, d'un genre à un autre d'une même famille, elles sont parfois différentes.

NOTONEURÉS. — Chez la *Doris tuberculata*, la glande lymphatique (pl. I, fig. 10, *gl*) est située au voisinage des ganglions cérébroïdes (*cr*). Quand on a ouvert l'animal par la face dorsale et écarté les organes de façon à mettre à nu les centres nerveux, on voit au-dessus d'eux une masse irrégulière profondément lobée, d'un beau jaune d'or : c'est la *blood-gland* de Bergh, le *gland-like body* d'Alder et Hancock. Si l'on a injecté préalablement l'animal en poussant par le ventricule, on voit se détacher de l'aorte antérieure, à 5 millimètres environ au-dessous du cerveau, une petite branche qui donne un rameau latéral à chacun des ganglions cérébroïdes et se termine dans la glande jaune ; celle-ci est entièrement pénétrée par le liquide injecté, qui se répand dans ses nombreuses lacunes comme l'eau dans une éponge. Souvent cette artère cérébrale porte sur son trajet, un peu en dessous du cerveau, de toutes petites glandes jaunes, identiques à la première, qui sont des lobules lymphatiques supplémentaires, d'ailleurs tout à fait inconstants. Une coupe sagittale nous éclairera complètement sur la constitution de la glande ; on constate d'abord qu'elle est fixée sur le tissu conjonctif très abondant qui entoure les ganglions cérébroïdes, et qu'elle n'a aucune attache avec ceux-ci ; ce n'est pour ainsi dire qu'une prolifération de leur enveloppe. La glande est formée d'un stroma conjonctif (pl. I, fig. 11), dessinant une infinité de petites mailles, d'aspect spongieux, contenant de nombreux noyaux ; la périphérie n'est recouverte d'aucun épithélium. Les noyaux s'entourent de protoplasma, de granules de ferment jaunâtre (*a* et *a'*) ; à cet état, ils forment de vraies cellules, qui deviennent amiboïdes, gagnent la périphérie et passent par diapédèse dans la cavité générale dont ils constituent les amibocytes. Sur le vivant, on peut facilement se convaincre de l'évolution des cellules ; en examinant dans une goutte de plasma un petit fragment de la glande, on voit de nombreux amibocytes, tous bourrés de granules jaunes, les uns encore à l'intérieur du

tissu, les autres en train d'en sortir, et rampant à la surface ; la glande jaune est donc bien la glande lymphatique. — Elle paraît constante pour tout le groupe des *Dorididae*, et située toujours aux environs des ganglions cérébroïdes ; pour ma part, je l'ai retrouvée chez la *Doris virescens*, l'*Idalia ramosa* ; M. Bergh la signale sous le nom de *blood-gland* chez toutes les espèces recueillies par le *Challenger* (29, voir pl. I, fig. 1), appartenant aux genres suivants : *Ohola*, *Euplocamus*, *Chromodoris*, *Ceratosoma*, *Archidoris*, *Discodoris*, *Platydoris*, *Thordisa*, *Bathydoris*. M. Bergh la décrit même chez une espèce de la famille voisine des *Doripsidae*, le *Doriopsis nebulosa* Pease. H. Fischer la signale dans le genre *Corambe*.

Chez les Pleurobranches (*Pleurobranchus aurantiacus*, *Oscanius membranaceus*), la glande lymphatique est située tout près du cœur. Après avoir fendu le manteau et enlevé avec précaution la coquille, au-dessus de la masse abdominale on voit, à droite, le cœur (pl. I, fig. 12) dirigé transversalement, dont les contractions sont bien visibles, et à gauche une grosse glande, jaune ou brune, à demi plongée dans le tissu conjonctif : c'est la glande indéterminée, découverte par M. de Lacaze-Duthiers chez le Pleurobranche orangé ; je renvoie aux belles figures de son travail pour tous les détails relatifs à la configuration de la glande. Elle reçoit un très court rameau détaché de l'aorte, qui se termine à son intérieur par un riche réseau lacunaire ; la glande est une véritable éponge sanguine, comme l'a très bien noté M. de Lacaze-Duthiers ; chez l'*Oscanius membranaceus*, le petit vaisseau glandulaire part de la bifurcation de l'aorte ; il est placé dans l'axe du cœur. La glande rouge est constituée par une trame conjonctive, renfermant des noyaux qui s'entourent de granules jaunes de ferment, et passent dans la cavité générale dont ils constituent les amibocytes. En examinant sur le vivant la surface de la glande, on voit très facilement les nombreux amibocytes mûrs qui s'y sont formés (pl. I, fig. 14). Dans les coupes, la glande n'est pas compacte ; c'est plutôt une sorte d'éponge, comme planche I, figure 11, dont la partie solide serait représentée

par un stroma fibreux, à l'intérieur duquel passent et se ramifient les vaisseaux, et par de nombreux noyaux qui évoluent en amibocytes (pl. I, fig. 13).

Chez le *Pleurobranchæa Meckelii*, genre d'ailleurs assez voisin des Pleurobranches, en différant surtout par l'anatomie interne, la glande lymphatique (pl. I, fig. 15, *gl*) est située à côté du cœur, sur la droite de l'animal; c'est une grosse masse d'un blanc jaunâtre, très divisée et fortement lobée, qui reçoit de la base de l'aorte un court vaisseau qui se divise et s'ouvre largement dans sa trame conjonctive. L'histologie et l'évolution des cellules sont d'ailleurs identiques à celles des types précédents¹.

PLEURONEURÉS. — Chez la *Philine aperta* (Bullidés), la glande lymphatique est située aussi à l'extrémité du cœur. En ouvrant la *Philine* avec précaution, on voit sur la droite (pl. II, fig. 1), placé un peu obliquement, le cœur qui bat; au-dessus et transversalement se trouve un organe glandulaire, allongé, de couleur orange : c'est la glande rouge de M. Vayssière. Du cœur sortent les deux aortes, l'une allant à droite et en haut, l'autre se dirigeant vers la gauche; la glande orangée (*gl*) est placée en dessous des deux aortes, qui courent à sa surface pendant quelques millimètres, et lui donnent l'une et l'autre quelques petites branches. Comme toujours, la glande est formée d'un stroma spongieux enfermant des noyaux et cellules, et quelques produits de réserve sous forme de globules d'aspect graisseux (pl. II, fig. 2); les cellules se remplissent de granules jaune orangé, souvent en masses irrégulières, deviennent amiboïdes et passent par diapédèse, soit dans les aortes, soit plutôt dans la cavité générale; la glande rouge est bien nettement la glande lymphatique.

D'après M. Vayssière (36), on retrouverait chez le *Gasteropteron*

¹ Kowalevsky (Société des Naturalistes de la Nouvelle-Russie, Odessa, 4 octobre 1890) vient de confirmer, par des méthodes toutes différentes, la fonction que j'ai attribuée, dès 1889, aux glandes sanguines des *Doris* et Pleurobranches; l'auteur russe pense que ces glandes correspondent physiologiquement (fonction phagocytaire et formation d'amibocytes) à la rate des Vertébrés.

Meckelii une glande de même couleur placée auprès du cœur ; mais je n'ai pu étudier cette espèce. Il la signale aussi chez le *Scaphander lignarius*, où je puis affirmer qu'elle n'existe pas ; j'ai cherché en vain la glande lymphatique chez cette espèce, au premier abord tout à fait semblable à la *Philine* ; je n'ai rien trouvé, malgré de longues recherches ; mais je pense qu'elle doit être représentée, à l'état diffus il est vrai, par la petite dilatation placée à l'origine de l'aorte antérieure, qui est homologue à la *crista aortæ* des Aplysies, dont nous allons élucider la signification.

Chez les Aplysies, la glande se présente sous une forme un peu anormale ; elle est à peu près à la même place que chez la *Philine*, mais revêt un tout autre aspect ; on l'appelle *crista aortæ*. C'est une vaste dilatation creuse de l'aorte antérieure, lobée et incisée à la surface, ce qui lui donne quelque peu (surtout chez *Aplysia depilans*) un facies glandulaire ; comme le cœur, elle est renfermée dans le péricarde. Lorsqu'on pousse une injection par le ventricule, on voit la *crista aortæ* se gonfler démesurément, comme un organe érectile ; puis, lorsque la pression cesse, elle reprend ses dimensions normales, grâce à la grande élasticité de ses parois. Sur les coupes (pratiquées après le passage d'un courant d'eau de mer pour enlever les globules sanguins), on constate qu'elle est revêtue extérieurement d'un épithélium cylindrique bien limité, non cilié, renfermant de petits granules jaunes et jouant très probablement un rôle dans l'excrétion péricardique. La paroi est formée d'un épais feutrage de tissu conjonctif et de fibres élastiques anastomosées et divisées en tous sens, comprenant dans leurs mailles un nombre considérable de petits noyaux ; les fibres élastiques, divisées en petites fibrilles formant aux extrémités des réseaux complexes, portent un gros noyau de 12 μ environ, très clair, renfermant à peine quelques grains de chromatine ; les petits noyaux de 4 à 5 μ présentent de nombreuses mitoses (liquide de Flemming, safranine) et sont tout à fait semblables aux noyaux des amibocytes du sang.

Lorsqu'on examine sur le vivant un fragment de cette *crista*

aortæ, préalablement lavée par un courant d'eau de mer, on distingue très bien les amas de noyaux logés entre les fibres; un grand nombre d'entre eux sont entourés de protoplasma, émettant de courts pseudopodes et renfermant quelques granules jaunes très réfringents : ce sont évidemment des amibocytes mûrs, prêts à passer dans le courant sanguin. Nous sommes donc autorisés à attribuer à la *crista aortæ* des *Aphysia depilans* et *punctata* la signification d'une glande lymphatique conformée suivant un type un peu exceptionnel¹.

Grobben (*Arbeiten aus dem Zool. Inst. Wien*, t. IX, 1890) attribue comme moi un rôle excréteur à l'épithélium externe de la *crista aortæ*; mais il ne parle pas des nombreux noyaux logés dans la couche musculo-conjonctive, auxquels j'attribue une signification plastidogène.

PULMONÉS. — Jusqu'ici les glandes lymphatiques sont des organes parfaitement définis, isolables; il en est tout autrement chez les Pulmonés, où elles sont diffuses, ce qui rend leur recherche beaucoup plus difficile.

Si, après injection, on ouvre et on étale le sac pulmonaire d'un *Helix*, on est frappé par les gros vaisseaux qui le parcourent, dessinant à sa surface des côtes saillantes, très nombreuses chez l'*Helix pomatia*, beaucoup moins chez les *Helix aspersa* ou *nemoralis* (pl. II, fig. 3); ces vaisseaux ne sont pas remplis complètement par l'injection; ils sont comme entourés d'un manchon blanchâtre, non pénétré par la masse, et dans lequel plongent de petits ramuscules partis du canal central; c'est à ces manchons conjonctifs entourant les gros vaisseaux pulmonaires que j'attribue le rôle de glande lymphatique.

Une coupe transversale du poumon (pl. II, fig. 4) nous rendra

¹ Ayant terminé ce chapitre bien postérieurement aux autres, je regrette de ne pouvoir donner de figures explicatives, mes planches étant composées à ce moment; les rapports macroscopiques de la *crista aortæ* et du cœur sont bien figurés dans nombre d'ouvrages, notamment dans Bronn et surtout dans l'*Atlas d'anatomie des Invertébrés* de M. Vayssière.

bien compte de sa constitution. Le poumon est limité extérieurement par un épithélium palissadique (*ec*) et une couche de fibres musculaires circulaires; intérieurement par un épithélium pavimenteux très aplati (pl. II, fig. 4 et 5, *em*), dont les cellules renferment un gros noyau; tout l'espace existant entre les deux épithéliums est comblé par un tissu conjonctif spongieux parcouru par le sang. On voit bien la lumière des grands vaisseaux, entourée d'un épais manchon formé d'un réseau conjonctif à mailles serrées renfermant de nombreux noyaux (pl. II, fig. 5); quelques fibres musculaires, les unes circulaires, les autres longitudinales, se trouvent sur le côté proximal par rapport au vaisseau; celui-ci, à proprement parler, n'est qu'une lacune, et aucune couche définie ne le sépare de ce tissu. Dans les préparations fixées avec soin (pl. II, fig. 5), on constate que parmi les noyaux du manchon périlacunaire, il y a aussi de véritables cellules; sur le vivant, en dilacérant ce tissu, on trouve dans les mailles un grand nombre de cellules amiboïdes, renfermant quelques granules de ferment verdâtre très réfringents et présentant tous les caractères d'amibocytes nouvellement formés. C'est donc bien à la couche périlacunaire qu'est dévolue la fonction lymphatique; c'est une glande diffuse étendue le long des grandes lacunes pulmonaires, et dont les produits passent directement dans celles-ci. La constitution du poumon est la même, je pense, pour tous les Pulmonés terrestres; j'ai vérifié les résultats précédents chez les *Helix pomatia*, *aspersa*, *nemoralis* et *lapicida*, la *Limax agrestis* et l'*Arion rufus*.

Chez le *Planorbis corneus*, le poumon est tout différent: c'est une mince membrane sur laquelle s'élèvent trois crêtes saillantes, deux grandes, l'une à droite, l'autre à gauche, et une petite, moyenne. La partie membraneuse est parcourue par le sang; c'est là que se fait l'hématose. Quelques lacunes parcourent aussi les crêtes, dont le tissu est beaucoup plus serré et renferme un grand nombre de noyaux, comme on s'en rend bien compte sur une coupe transversale; en dilacérant une crête, on n'a pas de peine à trouver de

jeunes amibocytes, à granules peu nombreux mais très réfringents, les uns immobiles, les autres déjà amiboïdes (pl. II, fig. 7). C'est bien évidemment dans les crêtes pulmonaires que se localise la fonction lymphatique, encore plus diffuse que chez les *Helix*.

Chez la *Lymnea stagnalis*, le poumon offre un troisième type : c'est un tissu spongieux, noirâtre, s'arrêtant le long du rectum, et dans lequel est plongé le corps de Bojanus qui dessine une forte saillie dans sa partie centrale. Après injection d'une masse blanche, on distingue sur le fond noir du tissu une foule de petits ramuscules provenant des grandes lacunes situées plus profondément et dans lesquels arrive le sang pour s'hématoser à la surface interne du poumon. Dans une coupe transversale (pl. II, fig. 6), on distingue bien ces petits ramuscules se dirigeant vers la surface interne ; ils sont plongés dans un réseau conjonctivo-cellulaire, dont ils sont à peine séparés, qui passe même au-dessus du corps de Bojanus, en couche assez mince, mais suffisante pour le dissimuler ; la trame conjonctive, très fine et très serrée, renferme beaucoup de cellules pigmentaires chargées de granulations noires de mélanose, qui communiquent leur teinte au poumon, et de noyaux encore plus nombreux qui évoluent en amibocytes, comme on peut le constater dans les dilacérations. Chez la Lymnée, la glande lymphatique est intriquée avec les vaisseaux respiratoires, si intimement qu'il est impossible de les séparer ; c'est encore un degré de plus que le Planorbe.

APONOTONEURÉS. — Je prendrai comme type la *Paludina vivipara*, chez laquelle la zone lymphatique est beaucoup plus facile à démontrer que chez les autres Pectinibranches ; comme chez les Pulmonés, elle est en rapport avec l'organe respiratoire, mais ici c'est une branchie au lieu d'un poumon.

La branchie est formée de petites lames, de plus en plus grandes à mesure qu'on s'approche du cœur, rangées en grand nombre les unes à la suite des autres, presque couchées à la surface de la membrane qui les porte, et formant ainsi un groupe occupant toute la longueur de la chambre branchiale jusqu'au cœur ; le long de la

branchie et tout près du bord épaissi du manteau se trouve un corps allongé d'apparence glandulaire, qui est l'organe sensitif de Spengel (fausse branchie). Le vaisseau artériel ou efférent se trouve en dessous de la fausse branchie, distal ou externe par rapport à la columelle; le vaisseau veineux ou afférent, parallèle au premier, est plus près de la columelle, proximal ou interne par conséquent.

Chaque lame branchiale, insérée perpendiculairement aux deux vaisseaux branchiaux, est assez large à la base, puis se rétrécit rapidement et devient très étroite; on peut remarquer que l'un des côtés est rigide, nous verrons pour quelle raison (c'est le côté efférent ou distal), l'autre est mou et flottant. Si l'on fait une injection veineuse, dans chaque lame se remplit une anse vasculaire en forme d'∩; j'appellerai provisoirement *rachis branchial* la partie centrale, non pénétrée par le sang, et dont le contour paraît assez irrégulier. Étudions maintenant la coupe transverse d'une lame (pl. II, fig. 8); elle est revêtue d'un épithélium palissadique, à cellules très hautes et fortement vibratiles aux extrémités et sur les côtés; à un bout se trouve la lacune afférente (*v*) à sang veineux, séparée de l'épithélium par une mince couche conjonctivo-musculaire; à l'autre la lacune efférente (*ar*) à sang artériel, limitée par un fort épaissement de consistance cartilagineuse, formé par ce qu'on appelle la substance fondamentale du tissu conjonctif; cette couche squelettique, par suite de sa rigidité, maintient toujours la lacune béante, ce qui facilite le passage du sang de la branchie au cœur; l'espace compris entre les deux lacunes, sous-jacent aux forts épaisissements vibratiles latéraux, est comblé par une fine trame conjonctive bourrée de cellules et de noyaux, tout à fait semblables à ceux des amibocytes. C'est à cet amas, qui détermine la forme de l'anse vasculaire, que j'ai donné le nom de rachis branchial; je puis dire dès maintenant qu'il a la signification d'une glande lymphatique.

En comprimant légèrement sous le microscope les lames branchiales enlevées sur le vivant, on arrive, avec un peu d'adresse, à faire sortir du rachis les cellules qu'il renferme, et à les faire passer

dans l'un des deux vaisseaux, où on peut bien les examiner par transparence; on voit alors nombre de cellules pleines de granules de ferment, les unes encore immobiles, les autres émettant de courts pseudopodes et toutes prêtes à passer dans le courant sanguin. Les dilacérations fixées et colorées, après qu'on a enlevé au pinceau l'épithélium externe, donnent les mêmes résultats (pl. II, fig. 9); dans le lacis conjonctif, à côté des noyaux nus, on en trouve d'autres entourés de granules réfringents, et aussi de gros corpuscules calcaires réfringents, très abondants d'ailleurs dans tous les tissus de la Paludine.

On pourrait dire que les cellules du rachis ne lui appartiennent pas en propre, que ce sont des amibocytes y ayant pénétré par diapédèse; je réfute dès maintenant cette objection, en faisant remarquer: 1° que les cellules lymphatiques du rachis ont tous les caractères d'amibocytes nouvellement formés; 2° qu'on y trouve un nombre de corpuscules mûrs beaucoup plus considérable que celui qui existe dans le sang normal; 3° enfin, qu'on peut suivre tout le développement des noyaux en amibocytes, ce qui est convaincant. Le rachis branchial a donc très nettement la signification d'une glande lymphatique, dont les produits passent par diapédèse dans l'une des deux branches de l'anse vasculaire, surtout dans l'efférente, qui contient toujours un certain nombre d'amibocytes mûrs.

Ce n'est pas tout: outre les rachis branchiaux, la *Paludina vivipara* a encore une autre glande lymphatique, cette fois logée dans les parois de l'oreillette. Pourquoi ce dualisme singulier, dont nous retrouverons un exemple identique chez les Crustacés décapodes? Je n'en sais rien; les cellules provenant de l'une ou l'autre glande me paraissent tout à fait semblables, et les deux organes sont actifs en même temps. La glande de l'oreillette a été découverte par M. Rémy Perrier, dans son excellent travail sur le rein des Prosobranches (35): je prie le lecteur de se reporter aux figures qu'il en donne (pl. VIII et IX, fig. 38, 46 et 46 bis); je ne suis pas tout à fait de son avis, quant à la description histologique des parties composantes.

La paroi de l'oreillette, au lieu d'être fort mince comme d'habitude, acquiert une épaisseur considérable, la cavité centrale étant par contre fort réduite ; elle est recouverte d'un épithélium cubique ou à peu près, au-dessous duquel se trouve une épaisse couche musculo-conjonctive bourrée de noyaux ; du côté interne, cette zone est en contact direct avec le sang et est traversée par quelques muscles longitudinaux sans importance. En dissociant la paroi par le procédé habituel (acide osmique, picrocarmin, glycérine), on peut suivre tous les stades de transformation des noyaux en amibocytes ; un nombre considérable d'entre eux sont entourés de granules réfringents, et prêts à passer dans la cavité de l'oreillette ; rien n'est plus net comme glande lymphatique. La fixation au liquide de Flemming montre les mêmes faits avec plus de précision encore, à cela près que les granules albuminogènes sont peu distincts. J'ai cherché à voir, en colorant par le violet d'Ehrlich suivant la méthode de Bizzozero, par quel procédé se reproduisaient les noyaux ; je n'ai pas vu une seule mitose indiscutable, tandis que les phases de division directe par étranglement abondaient ; toutefois la Paludine sur laquelle j'opérais étant à jeun depuis un jour, il pourrait se faire que les mitoses aient disparu.

Jusqu'ici, la glande de l'oreillette n'a été retrouvée chez aucun autre Prosobranché ; M. R. Perrier l'homologue à une partie de la glande néphridienne, organe placé à côté du rein chez la grande majorité des Prosobranches normaux (Monotocardes ou Aponotoneurés), et de constitution assez complexe. Les quelques recherches que j'ai faites sur cette glande néphridienne (chez *Murex brandaris*) sont un peu en désaccord avec cette manière de voir ; chez l'espèce que j'ai étudiée, la glande ne me paraît pas du tout lymphatique ; c'est bien plutôt un organe de réserve. J'espère pouvoir bientôt traiter à fond ces questions si nouvelles et si pleines d'intérêt.

Chez les autres Prosobranches à branchies pectinées, je suis loin d'avoir pu étudier aussi complètement les glandes lymphatiques ;

c'est même avec difficulté que l'on peut retrouver celles des branchies.

La *Calyptra sinensis* présente, comme la Paludine, des branchies filiformes à anse vasculaire simple (pl. II, fig. 10); la lacune efférente est remarquable par le très grand développement de la couche squelettique (*sq*), qui à elle seule occupe en largeur au moins les deux tiers de la branchie. Les deux lacunes, afférente et efférente, sont séparées par un mince rachis (*gl*), placé juste en dessous des bandes vibratiles latérales, formé par des noyaux et cellules auxquels il faut attribuer une signification lymphatique, comme chez la Paludine; on peut facilement, par une légère compression, en faire sortir un grand nombre d'amibocytes mûrs, bourrés de granules de ferment.

La *Lamellaria perspicua* offre un type un peu plus compliqué, qui est d'ailleurs celui de beaucoup de Pectinibranches marins; chaque lame branchiale (pl. II, fig. 11); de forme triangulaire, est munie de nombreux plis transversaux parallèles (*p*): quand on l'injecte, la lacune afférente se remplit, puis un réseau lacunaire très serré, se répandant aussi dans les plis transverses, qui va se jeter dans une lacune longeant le rachis (*v'*); le sang hématosé passe dans la lacune efférente (*ar*) presque entièrement par l'extrémité de la branchie. Le rachis oppose donc un obstacle à la marche du sang; sur le vivant, bien qu'avec une certaine difficulté, j'ai pu constater qu'il était formé de noyaux et d'amibocytes en voie d'évolution. Comme chez les types précédents, il représente donc la glande lymphatique. On peut encore mettre sur le même rang le *Capulus hungaricus*, le *Chenopus perspicua*, peut-être les Cérithes (*Cerithium vulgatum* et *rupestre*) dont le rachis branchial est plus ou moins facile à déceler.

Les branchies du *Murex brandaris* sont assez semblables au type précédent; mais cette fois il n'y a plus de rachis branchial bien délimité, de façon à fermer la lacune efférente; le réseau lacunaire qui remplit la branchie épargne de place en place des îlots cellulaires, placés très irrégulièrement dans la branchie, qui représentent

probablement des amas lymphatiques ; mais je n'ai pu les étudier d'une façon satisfaisante, en raison de leurs petites dimensions. Les *Triton corrugatus*, *cutaceus*, la *Patella cœrulea* présentent des branchies opaques, dépourvues de rachis branchial, dont je ne puis décrire avec précision la partie productrice des amibocytes.

ÉPIPODONEURÉS. — Les *Trochus* ont des branchies parfaitement semblables à celles des Pectinibranches, notamment de *Lamellaria* ; ce sont des lames minces, alignées les unes à la suite des autres, et présentant de nombreux plis transverses ; la lacune artérielle ou efférente (pl. II, fig. 12) porte deux épaississements squelettiques, comme d'ordinaire ; près d'elle se trouve, de chaque côté, une large bande très vibratile. Sur les coupes transversales, on voit que les deux bandes vibratiles sont très rapprochées l'une de l'autre et qu'il n'existe entre elles qu'un étroit espace (*gl*) traversé par de fins filets fibreux, et bourré de noyaux tout à fait semblables à ceux des amibocytes ; si l'on pousse une injection veineuse, le liquide coloré se répand facilement à travers le réseau lacunaire de la lame branchiale et des plis, puis passe dans la lacune efférente, d'abord par l'extrémité terminale, et aussi par quelques petits rameaux qui traversent cette couche de noyaux sous-jacente aux bandes vibratiles (rachis branchial), qui paraît ainsi opposer une certaine résistance aux liquides. Sous le compresseur, il m'a souvent semblé voir des amibocytes se développer dans cette couche, des pseudopodes en sortir ; mais l'observation est si difficile que je n'affirmerai son rôle lymphatique qu'avec une certaine réserve. L'existence de cet amas de noyaux se reconnaît facilement chez les *Trochus turbinatus*, *Richardi*, *magus* et *zizyphinus*, et je ne vois pas qu'on puisse lui attribuer une autre fonction que celle de former les amibocytes, d'autant plus qu'il est tout à fait homologue au rachis branchial de la *Paludina*, qui a bien nettement la signification lymphatique.

Les Haliotides (*Haliotis lamellosa*) sont un peu différentes des *Trochus* par le fait qu'elles possèdent une paire de branchies inégales, une grande et une petite ; chaque branchie est formée d'une

paire de lames branchiales ordinaires, soudées par la base ; en comparant l'Haliotide à une Paludine, on peut dire qu'il y a, chez la première, quatre alignements semblables, soudés deux à deux. Pour tous les détails, je renverrai au mémoire de M. Wegmann (38) qui a très exactement décrit la branchie ; je ne saurais y ajouter un mot. Les deux branchies sont insérées sur le manteau ; la plus grande est sessile, l'autre est placée sur une petite surélévation du manteau, que j'appellerai *support branchial*.

Pratiquons une coupe transversale de l'une des branchies (pl. III, fig. 1 et 2) ; on voit en haut, du côté libre, le vaisseau afférent ou veineux, en bas, tout près du manteau, le vaisseau efférent ou artériel, munis tous deux d'une paire de cordons musculaires longitudinaux (*ml*) ; entre les vaisseaux, les lames branchiales s'étendant l'une à droite, l'autre à gauche, pourvues comme d'habitude, d'un fort épaississement squelettique, sur le côté artériel. Quant à la partie membraneuse, je la comparerai volontiers à une lame de Pectinibranche dont les plis transversaux auraient seuls subsisté, toute la zone intermédiaire et plane disparaissant. Je suis forcé de donner brièvement ces détails de structure, parfaitement élucidés dans l'ouvrage de M. Wegmann. Le support branchial de la petite branchie (pl. III, fig. 2), continu avec le manteau, est creux ; il est bordé d'une couche conjonctive et subdivisé en étages irréguliers par de petits septums transversaux ; tout l'espace resté libre est bourré de noyaux, qui donnent tout à fait une apparence glandulaire à ce support branchial ; les amas de noyaux s'arrêtent du côté du manteau, d'une part, et au contact du vaisseau efférent, d'autre part ; mais ils ne sont pas limités par une membrane, de sorte que les liquides peuvent passer facilement du manteau dans le vaisseau efférent, ce qui arrive en effet. Pour la grande branchie, comme il n'y a pas de support, la disposition est un peu différente (pl. III, fig. 1) ; le manteau est creusé, en dessous du vaisseau efférent, de cavités remplies de noyaux, formant ainsi sous celui-ci une véritable glande, très irrégulière, mais cependant tout à fait homologue à

celle qui se trouve dans le support branchial de la petite branchie. Je puis dire dès à présent que ces glandes branchiales mal délimitées, mais dont l'existence est facile à constater, sont des glandes lymphatiques.

Par une dissection attentive, on peut en séparer des fragments, que l'on examine soit sur le frais, soit après l'action des réactifs ; les noyaux, d'abord munis d'une très mince zone protoplasmique, s'entourent de granules réfringents d'un jaune clair ; ils forment alors des cellules amiboïdes (pl. III, fig. 3), qui passent dans le courant circulatoire. L'évolution des cellules n'est pas douteuse ; la glande renferme toujours un grand nombre d'amibocytes mûrs, à ferment jaune, prêts à passer dans le sang.

La circulation de la glande est très intéressante ; si l'on injecte les cavités veineuses, le liquide coloré passe facilement dans le vaisseau supérieur ou afférent, et de là remplit les lames branchiales ; les cavités du manteau, très minimes, s'injectent également et donnent un petit réseau veineux, qui parcourt le support branchial ou ce qui lui correspond, et finit par déboucher dans le vaisseau artériel ou efférent ; les coupes et les dissections le montrent d'une façon évidente. Il y a donc, chez l'*Haliotis*, une petite portion de sang veineux qui passe dans le vaisseau efférent, sans avoir respiré ; cette disposition, bien décrite par M. Wegmann (38), paraît l'avoir quelque peu intrigué ; on en comprend maintenant la raison d'être : c'est à ce réseau veineux qu'est dévolu le rôle de nourrir la glande lymphatique sous-branchiale, et aussi d'entraîner les amibocytes mûrs dans le courant artériel.

On voit que la glande lymphatique de l'*Haliotis* s'écarte un peu du type des Prosobranches ordinaires ; mais, en somme, elle est toujours placée près de la branchie, sinon à son intérieur.

La *Fissurella reticulata* (*F. græca* Linné) possède aussi deux paires de branchies dont les lames, doubles comme celles des *Haliotis*, sont tout à fait conformes au type habituel ; j'ai très bien vu sur le vivant la glande lymphatique (pl. III, fig. 4), amas irrégulier de noyaux et

de cellules amiboïdes, placé dans le vaisseau efférent même, sur sa paroi supérieure, baignant librement dans la cavité sous-jacente. Il m'a bien semblé, mais je n'oserai l'affirmer avec certitude, que cet amas cellulaire se prolongeait dans les branchies, en-dessous de la bande vibratile, de façon à former un petit rachis lymphatique dans chaque lame, comme chez les *Pectinibranches*.

RÉSUMÉ. — En résumé, on voit combien sont variées les glandes lymphatiques des Gastéropodes ; tantôt elles constituent des organes bien définis, d'une forme constante, en rapport avec les vaisseaux artériels, comme chez les *Doris*, *Pleurobranchus*, *Oscanius*, *Pleurobranchæa*, *Philine* ; tantôt elles forment des amas irréguliers, impossibles à disséquer, dont l'existence ne peut-être le plus souvent décelée que par les coupes, et qui sont alors en rapport avec l'oreillette (seulement chez *Paludina*), le plus souvent avec l'appareil respiratoire, branchies des Aponotoneurés (*Paludina*) et des Épipodoneurés (*Haliotis*), poumons des Pulmonés.

Historique. — Les amibocytes des Gastéropodes ont été signalés par nombre d'observateurs, notamment chez la Paludine (Leydig), le *Zonites algirus* (Sicard), l'Oncidie (Joyeux-Laffuie), l'*Haliotis* (Wegmann), l'*Helix* (Gattaneo), etc. L'hémocyanine a été décrite formellement par Fredericq (*Arion*, *Helix*), Krukenberg (*Lymnea*), Haliburton, etc. ; l'hémoglobine du Planorbe par Ray-Lankester. Krukenberg a affirmé qu'il n'y avait pas d'hémocyanine chez les *Tethys*, *Doris*, *Aplysia*, *Pleurobranchus* ; en effet, le sang est incolore et ne renferme certes pas une hémocyanine semblable à celle des Céphalopodes ; mais, comme on observe toutes les gradations entre le sang nettement bleu et le sang incolore, il semble plus convenable de conclure à l'existence d'une série d'hémocyanines de moins en moins colorées (sauf chez *Aplysia depilans*).

La glande lymphatique des *Doris*, dont nous avons élucidé le rôle, a été découverte par Cuvier (1817), figurée avec plus de soin par Hancock et Embleton (*Phil. Trans.*, 1852) qui lui attribuent la désignation suivante : « a spongy glandular-looking organ, analo-

gous perhaps to some of the vascular ductless glands of the Vertebrata, overlying the buccal mass (p. 224) ». Bergh (1884) l'appelle *blood-gland* et la décrit chez un certain nombre de Doridiens rapportés par le *Challenger*.

La glande orangée du *Pleurobranchus aurantiacus* a été découverte par M. de Lacaze-Duthiers, dans son travail classique (1859) ; il en a décrit très exactement la circulation, les cellules à granules jaunes et même l'aspect dentelé qu'elles présentent quand elles sortent de la glande (à cause des pseudopodes). Il était difficile d'aller plus loin avec les faibles grossissements dont on disposait à cette époque. Cuvier (1817), chez une autre espèce de Pleurobranche, a reconnu aussi l'existence de la glande.

M. Vayssière (1879) a signalé la glande rouge des Bullidés, qu'il homologue à celle du Pleurobranche ; ses descriptions manquent un peu de précision, puisqu'il en cite une chez le *Scaphander*, qui n'en a certainement pas. Il est juste de dire que, son rôle étant alors inconnu, tout point de repère faisait défaut.

M. Rémy Perrier (1888-89) a découvert chez la *Paludina vivipara* la glande de l'oreillette, qu'il fait rentrer dans la catégorie des glandes vasculaires sanguines, chargées soit d'accumuler des matériaux de réserve, soit de produire les globules du sang. Nous avons vu que c'est la seconde opinion qui est la vraie, et que c'est un organe lymphatique des mieux caractérisés. M. Perrier a décrit également avec soin, chez les Prosobranches normaux (Monotocardes), la glande néphridienne, formée par de nombreux canaux ciliés débouchant dans le rein droit et entourés d'une masse de tissu conjonctif rappelant beaucoup la glande de l'oreillette ; les fonctions de cet organe exigent de nouvelles recherches, ainsi que sa morphologie (M. Perrier admet qu'il correspond au rein gauche des Fissurellidés, Haliotidés et Patellidés). Pour ma part, je suis plutôt porté à lui attribuer un rôle dans l'accumulation des matériaux de réserve. La glande néphridienne manque chez les Cérithes, Vermets, Cyclostomes, *Paludina vivipara* et *Valvata piscinalis*.

M. Félix Bernard (1890), dans son travail sur les organes palléaux des Prosobranches, décrit les branchies avec exactitude, notamment l'épithélium externe, le tissu squelettique et la circulation. Comme M. Bernard le fait remarquer avec raison, il ne faut pas parler de capillaires branchiaux; c'est un réseau lacunaire des plus évidents. A propos de la *Paludina*, il a bien vu le rachis branchial, toutefois sans lui accorder le rôle qu'il mérite, à notre avis: «... Elles diffèrent (les branchies) de celles que nous avons étudiées par le développement considérable du massif spongieux formé de cellules étoilées, qui occupe toute la partie moyenne et sépare les régions afférente et efférente dans toute la longueur du feuillet (p. 284).»

Enfin, j'ai cité, chemin faisant, le travail de M. Wegmann sur l'*Halotis* (1884); j'ai un point à critiquer: à la surface des oreillettes se trouvent de petites houppes cellulaires blanchâtres, auxquelles M. Wegmann attribue la formation des amibocytes. C'est une erreur: ces cellules tapissent extérieurement l'oreillette et n'ont aucun rapport avec les corpuscules du sang. M. Grobben me paraît être dans le vrai en les rangeant dans la catégorie des glandes péri-cardiques; M. R. Perrier a confirmé le fait (35) et a montré leur parfaite identité avec les glandes péricardiques des Lamellibranches.

LAMELLIBRANCHES.

Chez les Lamellibranches, le sang est renfermé, partie dans un appareil artériel, partie dans des lacunes appartenant à la cavité générale; il est assez difficile de l'extraire pur, en raison du petit volume des sinus qui le renferment. Toutefois, chez les espèces dont le pied a pris un grand développement, il se forme, quand l'animal est rétracté, des collections de sang dans le manteau (sinus palléaux), d'où, par une simple ponction, on peut en extraire une certaine quantité: c'est tout simplement le sang utilisé pour provoquer la turgescence du pied qui s'est accumulé dans les sinus quand celui-ci s'est rétracté; c'est le meilleur argument à donner à ceux qui croyaient que le pied, pour se gonfler, devait absorber l'eau

extérieure. Il est tout à fait prouvé maintenant que l'animal rétracté ou épanoui a exactement le même volume, et qu'il y a simplement passage et accumulation du sang du manteau dans le pied ; en ouvrant de force un Acéphale rétracté, on voit très bien le manteau gonflé par le sang chassé du pied (*Arca*, *Venus*, *Tapes*).

Sang. — Le sang est nettement bleuâtre chez quelques espèces (*Tapes decussata*, *Cardium norvegicum*, *Cytherea chione*, *Dreissena polymorpha*), incolore chez beaucoup d'autres (*Unio Requienii* et *sinuatus*, *Anodonta cygnea*, *Venus verrucosa*, *Ostrea edulis*, *Anomia ephippium*, *Mytilus edulis*, etc.). Il est coloré en rouge chez l'*Arca tetragona* et le *Solen legumen*.

Il tient en suspension des éléments figurés que nous examinerons tout à l'heure, et renferme un albuminoïde dissous, précipitable en abondants flocons blancs par l'alcool, qui est l'hémocyanine dans les quatre premières espèces citées, un albuminoïde très voisin chez les autres. Il y a évidemment chez les Lamellibranches toute une série d'hémocyanines de moins en moins colorées, les unes devenant bleues au contact de l'air chez quelques espèces, les autres restant à peu près incolores. Quant aux deux espèces à sang rougeâtre, cette teinte est due, non pas à l'albuminoïde du plasma qui est incolore, mais à la présence d'hématies rouges chargées de la fonction respiratoire.

Il n'y a jamais de fibrine chez les Lamellibranches.

Amibocytes. — Le sang renferme de très nombreux éléments figurés, qui sont des amibocytes parfaitement caractérisés, émettant toujours de nombreux pseudopodes, même dans le sang en circulation. Ils mesurent de 8 à 12 μ , un peu plus grands chez les espèces d'eau douce que chez les types marins ; les éléments mûrs (pl. III, fig. 8, a) renferment de nombreux granules très réfringents de ferment, d'un jaune d'ocre chez les *Arca*, jaune gris chez la *Pinna nobilis*, jaunâtres, verdâtres ou incolores chez les autres espèces. Les formes d'eau douce (*Dreissena polymorpha*, *Unio Requienii* et *sinuatus*) paraissent avoir dans leurs amibocytes des granules réfringents plus

gros que ceux des espèces marines. En même temps que ces éléments mûrs, on trouve toutes les formes descendantes que nous avons déjà vues : amibocytes sans granules, et puis enfin noyau nu.

Après fixation et coloration, on voit facilement le noyau arrondi, souvent nucléolé; les granules de ferment sont colorés en jaune clair. Rien de nouveau à signaler.

Hématies. — Il n'y a que deux Lamellibranches qui possèdent des hématies, colorées dans les deux cas par l'hémoglobine. Ray-Lankester a décrit très nettement (47) celles du *Solen legumen* de Naples, qui donnent au sang une teinte rougeâtre; il a constaté en même temps que le *Solen ensis*, assez voisin du précédent (bien que les conchyliologistes modernes les classent dans deux sous-genres différents), n'a que des amibocytes et pas d'hématies.

Le même auteur a signalé (traduction anglaise du *Traité d'anatomie comparée* de Gegenbaur) la présence des hématies chez une *Arca*, dont il ne donne pas la désignation spécifique; je les ai retrouvées chez l'*Arca tetragona*, très abondante dans la Méditerranée (Banyuls), qui est sans nul doute l'espèce de Ray-Lankester; de même que pour le *Solen*, des espèces fort voisines, les *Arca barbata* et *Noe*, n'ont que des amibocytes. Jusqu'ici on ne connaît, chez les Lamellibranches, que ces deux exemples.

Il est assez difficile de trouver une explication plausible de la présence des hématies, qui entraîne une supériorité respiratoire incontestable. Les *Arca tetragona* vivent généralement en groupes, très serrées les unes contre les autres, et elles ne peuvent entre-bâiller leur coquille que très étroitement, leurs mouvements étant limités par le fort byssus corné qui les fixe, et aussi par les coquilles voisines; le renouvellement de l'eau ne doit donc pas être très facile. Est-ce pour cette raison que les hématies se sont formées? Il serait bien intéressant d'entreprendre des expériences suivies sur les Arches, qui vivent admirablement bien dans les bacs de Banyuls; peut-être qu'en les isolant, en leur fournissant une eau très oxygénée, on arriverait à diminuer le nombre des hématies; peut-être

même à les faire disparaître, en opérant sur de très jeunes animaux.

Les autres Arches (*Arca barbata* et *A. Noe*), qui n'ont que des amibocytes avec le même albuminoïde incolore du plasma, c'est-à-dire dépourvues de tout corps oxygénable, vivent toujours isolées ; de plus, la coquille peut bâiller beaucoup plus largement que chez l'*Arca tetragona*.

Quand on ouvre de force une *Arca tetragona*, on voit bien nettement dans le manteau une collection de sang rougeâtre, provenant des sinus pédieux contractés ; par une simple piqûre, on peut en extraire une certaine quantité, parfaitement pur ; lorsqu'on le décante dans un vase, les hématies et les amibocytes tombent au fond, formant une couche rouge ; le liquide surnageant, parfaitement incolore et inoxydable à l'air, renferme un albuminoïde dissous, différent de l'hémocyanine et précipitable par l'alcool.

Les hématies (pl. III, fig. 6), beaucoup plus nombreuses que les amibocytes, sont de grandes cellules de 20 à 30 μ (au maximum), le plus souvent ovoïdes, comme des hématies de Batraciens, d'autres fois présentant une extrémité pointue, étirée ; de profil, elles ont la forme d'un disque très aplati ; elles ne se réunissent en piles que fort rarement. Elles sont colorées en jaune clair par l'hémoglobine ; sur le vivant, on voit très difficilement le noyau, tout à fait masqué par le contenu cellulaire, très légèrement granuleux, dans lequel se trouvent souvent de petits granules jaunes, réfringents, irréguliers, animés de mouvements browniens très lents ; on y voit aussi de petites vacuoles. Lorsqu'on ajoute au sang des réactifs aqueux, même de l'acide osmique en solution, l'hémoglobine sort de l'hématie, dont le stroma granuleux apparaît très nettement, ainsi que le double contour de la membrane limitante ; le noyau est irrégulier, très contourné, souvent divisé par deux ou trois étranglements (pl. III, fig. 7) comme les noyaux des amibocytes chez les Vertébrés.

Les jeunes hématies sont assez rares ; il est à noter qu'elles sont beaucoup plus fréquentes dans les branchies que partout ailleurs, nous verrons plus tard pour quelle raison ; les plus petites mesurent

12 μ et renferment déjà de l'hémoglobine ; elles contiennent aussi de petits granules jaunes, à mouvements browniens, qui paraissent s'être formés autour du noyau (pl. III, fig. 8, *h*).

Glande lymphatique. — Le trait saillant de l'organisation des Lamellibranches, c'est la condensation des divers organes par suite de la réduction si grande de la cavité générale. Le tube digestif, les glandes génitales, etc., ne sont pas séparables facilement par la dissection ; ils sont enfouis dans un tissu moitié conjonctif, moitié lacunaire qui les relie les uns aux autres. On peut déjà prévoir que cette condensation rendra fort difficile la recherche de la glande lymphatique.

Une observation bien simple nous permet tout d'abord d'affirmer que les amibocytes se forment à la base de la branchie, sur le trajet du sang qui va respirer ; en effet, si l'on compare les corpuscules d'une goutte de sang pris dans les sinus pédieux, avec ceux des lames branchiales mêmes, on remarque avec évidence que parmi ces derniers il y a un nombre beaucoup plus considérable d'éléments mûrs (*Dreissena polymorpha*, *Pinna nobilis*, etc.) ; dans le cas spécial de l'*Arca tetragona*, outre les amibocytes à granules jaunes, on trouve en outre dans la branchie quantité de jeunes hématies, bien reconnaissables à leur petite taille et aux granules browniens ; il ne faut pas perdre de vue que, dans le réseau lacunaire parfois si compliqué de la branchie, c'est surtout le plasma qui circule ; les corpuscules ne sont pas tous entraînés, tant s'en faut. On comprend facilement que les amibocytes et hématies nouvellement sortis de la glande formatrice stationnent un certain temps dans les lames branchiales.

Si l'on pratique des coupes transversales de branchies préalablement injectées (pl. III, fig. 5), on aperçoit tout de suite, sur les côtés, les sinus latéraux (*v*) qui reçoivent le sang du manteau, du pied, etc., et d'où part le réseau veineux des lames branchiales. Ces sinus sont tantôt revêtus d'une couche conjonctive, formée de fibrilles lâches entremêlées de faisceaux musculaires, dans laquelle on voit

de nombreux noyaux et cellules ; tantôt traversés par des tractus chargés de cellules (pl. III, fig. 5, *gl*) ; parfois le sang se fraye sa route à travers une masse de noyaux qui remplissent les sinus veineux (*Unio sinuatus*). Chez quelques types, on voit bien nettement que ces formations sont très distinctes du tissu lacunaire habituel (*Dreissena polymorpha*, *Arca Noe* et *tetragona*, *Unio sinuatus*, *Venus verrucosa*, etc.) ; chez d'autres, il faut un peu de bonne volonté pour l'en distinguer (*Pecten*, *Anomia*). Ce que je dis là manque un peu de précision, je le sens bien, mais la zone lymphatique est tellement diffuse et variée suivant les espèces, que malgré la certitude de son rôle, il est permis d'être quelque peu hésitant sur sa place exacte.

Les dilacérations viennent corroborer les résultats des coupes ; si l'on détache soigneusement la base de la branchie, le support branchial, comme on peut l'appeler, et qu'on la dilacère après l'action des colorants ou sur le frais, on trouve inmanquablement de nombreux amas lymphatiques, noyaux, cellules à ferment (*Unio sinuatus*, *Arca*). Chez l'*Arca tetragona* notamment (pl. III, fig. 8), on peut suivre tout le développement des jeunes hématies mêlées aux amibocytes : ce sont d'abord de petits noyaux entourés d'une mince zone protoplasmique déjà colorée en jaune, et mesurant 10 μ . environ ; puis la zone périphérique augmente graduellement, de nombreux granules browniens se déplacent dans sa cavité, en même temps que l'hémoglobine continue à se former ; c'est à cet état qu'elles se détachent et passent dans les lames branchiales (pl. III, fig. 8, *h*). Chez cette espèce, il s'ensuit que la glande lymphatique est homologue à la *rate* des Vertébrés, puisqu'elle forme à la fois des hématies et des amibocytes.

En résumé, la glande lymphatique est très diffuse ; elle est placée à la base de la branchie, mélangée avec les cordons musculaires, le tissu conjonctif, le nerf branchial, de telle sorte que le sang, en allant respirer, la traverse et entraîne les éléments mûrs qui s'y sont formés.

Hibernation. — J'ai recueilli, relativement à l'hibernation des

Lamellibranches, quelques faits que je crois utile de mentionner.

Pendant l'hiver, les *Unio* s'enfoncent dans la vase, la coquille peut-être légèrement ouverte, de façon à assurer un faible renouvellement d'eau, mais en tout cas ils ne se déplacent plus ; la nutrition doit être complètement interrompue. Plusieurs *Unio sinuatus*, mâles et femelles, recueillis à l'automne dans une eau assez chaude, avaient tous leurs tissus conjonctivo-lacunaires (manteau et pied) absolument bourrés de petits granules arrondis, blanchâtres ou jaunâtres, au milieu desquels on retrouve les noyaux et les tractus conjonctifs habituels ; cette accumulation de granules qui donnait une teinte laiteuse à l'animal, s'arrêtait à la base des branchies, tout contre la glande lymphatique, et au contact des organes génitaux et urinaires ; l'analyse micro-chimique démontre avec évidence qu'ils sont formés d'une substance albuminoïde.

Au mois de mars, c'est-à-dire à la fin de sa période hibernale, j'ai recueilli un autre *Unio*, chez lequel je n'ai plus retrouvé ces granules si abondants ; à peine en restait-il quelques traînées à la base des branchies ; de plus, les amibocytes ne renfermaient que de très rares granules de ferment, comme ceux des animaux hibernés ; le sang donne par l'alcool un abondant précipité blanc d'albumine.

Cet exemple me paraît démontrer qu'il y a, chez certains Mollusques, une véritable hibernation, pour laquelle ils accumulent des matières de réserve, de même que la Marmotte a tous ses tissus infiltrés de graisse, avant d'entrer dans son sommeil léthargique.

Historique. — Flemming (1878) a décrit les amibocytes de plusieurs Acéphales (*Unio*, *Mytilus*, *Scrobicularia*), en étudiant les modifications des prolongements amiboïdes lorsque ces organites sont retirés de l'animal ; plus récemment, Cattaneo (1889) a publié un travail détaillé et très consciencieux sur les amibocytes de l'*Anodonta cygnea*, *Unio pictorum* et *Tellina radiata* (50), dont les résultats confirment absolument les miens.

AMPHIOXUS.

J'ai prévenu le lecteur, dans l'introduction, de la raison qui m'a fait placer ici l'*Amphioxus* après les Mollusques ; je me serais fait scrupule de commencer ce travail par l'étude d'un type dont le sang présente des caractères aussi exceptionnels.

L'*Amphioxus* a un système vasculaire très réduit, et une cavité générale divisée en petites lacunes communiquant entre elles (vaisseaux lymphatiques).

Ces deux ordres de cavités, dont l'indépendance n'est d'ailleurs pas démontrée, ont le même contenu : c'est un liquide incolore (Retzius, de Quatrefages, Ray-Lankester), albumineux, qui, dans les coupes traitées par l'alcool, donne un fin coagulum bien visible, *qui ne renferme pas d'éléments figurés*.

Il n'y a dans le sang ni hématies, ni hémoglobine, comme l'avait cru Wil. Müller ; c'est un fait bien démontré, notamment par Ray-Lankester.

Y a-t-il des amibocytes ? M. de Quatrefages a signalé dans le sang de petits corpuscules incolores, mais avec de telles réserves, qu'il paraît évident que l'éminent zoologiste n'est pas sûr de leur existence. J'ai cherché à éclaircir la question, en examinant par transparence des *Amphioxus* choisis parmi les plus jeunes. Les circonstances ne m'ayant pas été favorables, la seule cavité que j'ai pu apercevoir nettement est celle qui entoure l'appendice dit hépatique : c'est une portion de la cavité générale enfermant ce cæcum et un vaisseau. Même avec un objectif à immersion (1500 diamètres), on n'y voit point de cellules flottantes, je puis l'affirmer ; deux ou trois fois seulement, j'ai vu sur la paroi interne de la lacune de très rares cellules, assez grosses, avec quelques granules réfringents, ne présentant ni pseudopodes, ni mouvements amiboïdes ; elles ne correspondent sûrement pas aux amibocytes auxquels nous sommes habitués.

Si, comme je crois pouvoir l'affirmer, l'*Amphioxus* n'a ni hématies

ni amibocytes, comment peuvent s'opérer la respiration et l'assimilation? La respiration se fait par simple osmose entre le liquide extérieur et le sang, comme chez un grand nombre d'Invertébrés dépourvus d'albuminoïde collecteur d'oxygène.

Quant à l'assimilation, je l'ignore complètement; je ne puis qu'émettre une hypothèse : chez quelques animaux (*Aphrodite aculeata*, larve de *Chironomus plumosus*), il n'y a pas d'amibocytes, mais seulement des organes fixes, bourrés de ferment albuminogène, qui se chargent alors de la formation de l'albumine plasmatique. Il ne manque pas de parties difficiles à comprendre chez l'*Amphioxus*; il y a peut-être parmi elles une glande de cette espèce.

TUNICIERS.

Les Ascidies, qui présentent tant de particularités curieuses, notamment le renversement de la circulation, ont un sang qui sort tout à fait des conditions habituelles pour rappeler celui des Invertébrés inférieurs, Géphyriens ou Échinodermes.

On sait depuis longtemps que dans les lacunes et vaisseaux de l'Ascidie circule un liquide chargé d'innombrables globules qu'on peut voir, à la loupe, fuir dans les tissus d'un individu transparent. Ces globules, quand ils sont colorés, peuvent même donner à l'animal sa teinte générale; c'est le cas de plusieurs espèces de Phallusiadées, chez lesquelles on peut apercevoir, au travers de la tunique translucide, la branchie colorée en rouge orangé par certains globules (*Ascidia mentula* de la Méditerranée et surtout de Roscoff [*Ascidia sanguinolenta* H. de Lacaze-Duthiers]). Chez cette dernière, les moindres vaisseaux sont visibles par cette sorte d'injection naturelle; quand on regarde la tunique par transparence, on voit admirablement le réseau capricieux de ses lacunes, dont le trajet est dessiné avec une parfaite netteté.

Pour recueillir du sang pur, il faut découvrir le cœur en incisant le péricarde, et en aspirer le contenu avec une fine pipette de verre.

On peut aussi se procurer du sang, mais moins pur, dans la petite cavité générale de la *Ciona intestinalis*, ou en incisant les tissus.

Le péricarde renferme un liquide incolore, dans lequel il n'y a pas de globules, comme M. de Lacaze-Duthiers l'a reconnu chez la *Molgula* (*Anurella*) *Roscovita*. Parfois on y voit se déplacer à chaque contraction du cœur un petit corps blanchâtre (*Ciona intestinalis* Roule) ou noirâtre (*Phallusia mammillata*), formé d'éléments granuleux paraissant représenter des produits d'excrétion. Il y a peut-être une glande péricardique, ou tout au moins une fonction excrétrice analogue à celle que Grobben a signalée dans le péricarde de beaucoup de Mollusques.

Le liquide péricardique écarté, il convient d'examiner les propriétés du sang pur. Encore une remarque : tous les corpuscules figurés ne circulent pas ; il en est beaucoup qui restent localisés dans certaines parties du corps ; ainsi les corpuscules orangés dont nous avons déjà parlé chez l'*Ascidia mentula* sont beaucoup plus abondants dans la branchie et les vaisseaux tunicaux que partout ailleurs ; il y en a bien quelques-uns qui sont entraînés par les courants sanguins, mais ils restent en grande partie attachés aux lacunes précitées et ne se déplacent que par leurs mouvements propres ; c'est surtout la partie liquide du sang, le plasma, qui circule ; c'est pour cette raison que le sang retiré du cœur est moins coloré et bien moins riche en globules que le sang du sac branchial, par exemple.

Le sang est un liquide salin, incolore, un peu trouble (*Ctenicella appendiculata*, *Ciona intestinalis*) ; lorsqu'on le laisse reposer dans un tube, les corpuscules qu'il tenait en suspension se déposent au fond en formant une petite couche jaunâtre, et on peut alors décanter le liquide restant, parfaitement limpide ; traité par un égal volume d'alcool à 90 degrés, il donne un précipité blanc d'albuminoïde, floconneux et très peu abondant, à peine 3 pour 100. Voilà donc un premier caractère : le sang n'est pas comparable, comme puissance nutritive, à celui des Mollusques ; nous verrons dans l'étude

des amibocytes quelle est la disposition qui assure et complète la nutrition des tissus.

Corpuscules figurés. — Leur étude est tellement difficile qu'on ne saurait procéder avec trop de méthode; je vais examiner un type relativement simple, l'*Ascidia mentula*; puis je comparerai avec un type compliqué, la *Ctenicella (Molgula) appendiculata*.

A. L'*Ascidia mentula* est une belle espèce, remarquable par l'abondance de ses corpuscules colorés qui donnent à la branchie une teinte rouge plus ou moins vive suivant les individus; le sang du cœur est incolore; nous allons examiner une goutte de sang extrait de ce dernier, puis la branchie comme vérification.

1° Amibocytes typiques, normaux (pl. III, fig. 9). — On voit de petits amibocytes, à pseudopodes très nets, à granulations réfringentes peu nombreuses, qu'on peut rapporter aux granules albuminogènes. Beaucoup de formes de régression et de noyaux libres.

2° Amibocytes à graisse (pl. III, fig. 10). — Bien plus nombreux que les éléments précédents, ils représentent des amibocytes normaux dans le protoplasma desquels se sont accumulés des globules de graisse, un peu verdâtres, très réfringents; par l'acide osmique, ils deviennent d'un noir franc, ce qui montre bien leur nature. Ces cellules de réserve sont encore amiboïdes, émettent de larges pseudopodes dans lesquels roulent les uns sur les autres les globules graisseux. On peut suivre tous les passages entre l'amibocyte normal et cette variété, qui au lieu de rendre au sang l'albuminoïde provenant de la digestion, l'a gardé pour le transformer en graisse.

3° Amibocytes de réserve à vacuoles (pl. III, fig. 11). — On trouve aussi dans le sang des globules de 13 μ au maximum, sphériques, de teinte neutre, à noyau pariétal. Après l'action de l'acide osmique et du picrocarmin, leurs caractères deviennent bien nets: au début, la cellule est un amibocyte normal; le noyau, coloré en rose, est entouré d'une mince couche protoplasmique dans laquelle apparaît, une petite vacuole sphérique, dont le contour est nettement coloré en noir (pl. III, fig. 14, v); cette vacuole grandit et se divise, de

telle façon que l'on a, soit un amas de vésicules de même taille, soit une grande et des petites, ou encore une seule grande vacuole; c'est surtout cette dernière variété que l'on distingue dans le sang frais. La vacuole est remplie d'un liquide que l'acide osmique colore en gris foncé; on y voit souvent errer de petits granules de graisse (*Phallusia mammillata*). Je crois donc pouvoir conclure que ces cellules emmagasinent dans leurs vacuoles une huile ou un albuminoïde dissous, qui, en tout cas, joue le rôle de matière de réserve.

Ces cellules ne sont que peu amiboïdes et émettent rarement des pseudopodes, leur protoplasma étant très réduit; mais comme on voit naître les vacuoles dans des amibocytes en régression, il ne peut rester de doute sur leur filiation.

4° Amibocytes orangés (pl. III, fig. 12). — Ce sont les corpuscules qui colorent si vivement la branchie et les vaisseaux tunicaux; on n'en trouve que très peu dans le sang en circulation, presque pas dans les viscères, et pas du tout autour des vésicules rénales. Ce sont donc des corpuscules qui ne circulent qu'en petit nombre; il est aussi à noter que leur quantité relative (et par suite la coloration) varie sensiblement d'un individu à un autre.

Ce sont des corpuscules nucléés contenant une substance de couleur orangée, faiblement mais nettement amiboïdes. La forme et l'apparence du contenu varient à l'infini; il paraît formé, soit d'un disque arrondi, soit d'un amas de granules plus ou moins gros et réguliers; enfin on trouve, rarement il est vrai, des granules libres, tout à fait isolés. Un fait certain, c'est que ces cellules dérivent des amibocytes.

Cette matière orangée ne noircit pas par l'acide osmique, est insoluble ou inattaquée dans l'eau distillée, le chloroforme, l'éther, l'alcool même absolu, les acides faibles, la glycérine. Pourtant, après quelque temps de séjour dans l'alcool, la matière orangée est complètement invisible; l'eau bouillante, pendant quelques minutes, paraît aussi la décolorer, au moins en partie; enfin les acides forts (acides sulfurique, chlorhydrique, azotique, acétique cristallisable),

la potasse et l'ammoniaque font complètement disparaître, plus ou moins rapidement, tous les corpuscules orangés. On les retrouve facilement dans les coupes fixées à l'alcool picrique, bien reconnaissables à leur couleur jaune, accolés aux parois des lacunes branchiales par amas ou isolément.

Je pense avoir suffisamment caractérisé cette substance si remarquable par son apparence microscopique et ses propriétés chimiques pour qu'on puisse la retrouver. Je n'ai pas la moindre idée de sa composition ; tout ce que je puis dire, c'est que ce n'est ni une matière grasse, ni une lutéine, ni un produit excrémentiel. La seule indication que j'aie pu trouver à ce sujet, dans la *Physiologie* de Krukenberg (9), est fort peu explicite et me paraît erronée : « Chez quelques Ascidies (*Ascidia fumigata* et *mentula*), il y a une uranidine jaune, parce que la lymphe, comme les organes internes, devient d'un brun sombre par l'exposition à l'air, et dont le pigment noir du manteau de l'*Ascidia fumigata* est peut-être un produit de transformation (Bei einigen Ascidien [bei *Ascidia fumigata* und *A. mentula*], ist es ein gelbes Uranidin, dass die Lymphe wie die inneren Organe bei Berührung mit der Luft dunkelbraunen werden lässt, und von dem das Pigment in den schwarzen Mantelstellen der *Ascidia fumigata* vielleicht nur ein Umwandlungsproduct darstellt), p. 135. »

La substance orangée ne change de teinte ni à la lumière ni à l'air ; ce n'est donc pas une uranidine, dont la propriété caractéristique est justement de se colorer en noir sous l'action des oxydants. Je crois qu'elle constitue un type non encore classé dans les produits organiques colorés, et qu'à cet égard elle mérite une étude approfondie. Je ne propose pas de nom pour cette substance ; je trouve plus juste de laisser l'honneur du baptême à celui qui la définira. Mac-Munn (12) paraît supposer, mais bien à tort, que c'est une lutéine.

Quel est son rôle ? D'abord il faut signaler un fait : un grand nombre d'espèces ont des corpuscules orangés, mais en très minime quantité ; l'*Ascidia mentula*, tout au contraire, en a beaucoup. Écar-

tons d'abord l'hypothèse d'un produit de déchet, d'excrétion ; les amibocytes orangés se tiennent toujours fort loin des vésicules rénales, et rien ne peut-être plus dissemblable que leur contenu et les concrétions de celles-ci. Est-ce un produit respiratoire (comme l'hémoglobine, l'hémocyanine), ou une matière de réserve ? La situation fréquente de ces corpuscules dans la branchie pourrait faire pencher pour la première hypothèse, mais ils se trouvent aussi fréquemment dans les prolongements tunicaux, qui n'ont rien à faire avec la respiration (d'ailleurs ils ne s'accumulent en ces points qu'en raison de l'étroitesse particulière de ces lacunes capillaires, les mieux limitées de l'économie); ensuite leur immobilité n'en ferait pas des organites bien utiles pour le transport de l'oxygène. Pour bien d'autres raisons, cette première attribution n'est pas soutenable. Jusqu'à plus ample informé, je considérerai donc les amibocytes orangés comme un produit de réserve, de composition inconnue, que je rapprocherai volontiers des albuminoïdes ; cela cadre bien avec les résultats fournis par l'étude des autres variétés d'amibocytes.

Je résume cette longue description : chez l'*Ascidia mentula*, outre les amibocytes normaux, caractérisés par des granules verdâtres et de petite taille, on en trouve trois variétés, caractérisées par l'accumulation d'un produit de réserve différent : 1° amibocytes à graisse ; 2° amibocytes à vacuoles renfermant un produit huileux ou albumineux ; 3° amibocytes à matière orangée.

Chez un certain nombre d'Ascidies, on peut retrouver à peu près les éléments du sang de l'*Ascidia mentula* ; chez l'*Ascidia depressa* Alder, d'ailleurs fort voisine de la précédente, on retrouve les amibocytes à graisse dont les globules adipeux incolores, plus ou moins fondus entre eux, noircissent franchement par l'acide osmique ; les amibocytes orangés, très rares, et dans aucun cas ne communiquant leur coloration à l'animal ; les amibocytes à vésicules, parfaitement caractérisés ; et enfin des cellules incolores (pl. III, fig. 13), vésiculaires, non amiboïdes, dont le noyau pariétal est relié aux parois par de nombreuses brides protoplasmiques ; ces der-

nières représentent probablement une forme de dégénérescence des éléments précédents.

Chez la *Phallusia mammillata*, les amibocytes normaux, de 11 μ , contenant de petits granules jaunes de ferment, sont abondants et parfaitement reconnaissables; puis viennent les cellules graisseuses, à globules de taille variée, d'un jaune pâle; les cellules vésiculaires parfaitement nettes (pl. III, fig. 14), qui contiennent souvent une petite concrétion graisseuse qui se déplace dans la vésicule avec de vifs mouvements browniens. On peut suivre très bien chez cette espèce, le développement des vésicules qui commencent dans les amibocytes en régression par une petite vacuole, s'agrandissant et se divisant à mesure que les produits de réserve (huile ou albumine) s'y accumulent. Enfin, on trouve aussi des corpuscules orangés, peu nombreux, qui s'accumulent volontiers en certains points, particulièrement autour des entonnoirs vibratiles de la glande prénervienne.

Je ne puis quitter la Phallusie sans signaler l'action curieuse du tanin sur le sang incolore : il donne un précipité vert noirâtre, peu abondant; le liquide surnageant, presque incolore au début, devient bientôt d'un vert sale, presque noir, la teinte se fonçant en très peu de temps. Cela semblerait indiquer qu'il y a un sel de fer dans quelques éléments du sang, mais je ne puis donner d'autres renseignements; cette action du tanin n'a pas lieu chez d'autres Ascidies.

Chez la *Ciona intestinalis*, on retrouve des amibocytes à ferment; d'autres renfermant de la graisse, soit en globules vert clair, soit en globules incolores, et quelques corpuscules orangés très amiboïdes. Pas de cellules vésiculaires.

Chez les *Clavelina aurantiaca* Labille, *Diazona violacea*, *Cynthia papillosa*, *Microcosmus vulgaris*, il est facile de reconnaître les amibocytes à ferment et à graisse en granules jaunes, plus ou moins gros. On trouve, en outre, des cellules vésiculaires (pl. III, fig. 15), souvent amiboïdes (*Cynthia papillosa*), dont le contenu est granuleux et

se colore en rose par le carmin (au lieu de garder la teinte grise de l'acide osmique, comme précédemment) ; elles représentent probablement une forme de cellules de réserve. Pas de corpuscules orangés.

En somme, pour résumer cette trop longue énumération, on trouve dans le sang de toutes les espèces précitées (*Distomidæ*, *Ascididæ*, *Cionidæ*, *Cynthiadæ*) un certain nombre de formes se rapportant toutes aux amibocytes, présentant un caractère constant : l'accumulation de réserves nutritives. La graisse se trouve parfaitement définie chez tous les animaux examinés.

B. Les espèces que je vais examiner maintenant présentent, outre ces formes variées d'amibocytes, des cellules qu'il est impossible de leur rapporter, et que j'homologuerai à des hématies. Le type de la description sera la *Ctenicella* (*Molgula*) *appendiculata*, magnifique Molgulide d'une abondance extrême à Banyuls, qui, par certains fonds, remplit parfois entièrement les chaluts.

1° Amibocytes typiques (pl. III, fig. 16, *a*). — Les plus petits éléments du sang sont des amibocytes de 8 μ environ, émettant des pseudopodes très nets, dont le protoplasma renferme de petits granules réfringents, que l'acide osmique rend jaunâtres. Ces granules sont de taille variable ; il est probable que les plus petits sont des granules albuminogènes ordinaires, et que les autres, plus gros, représentent une matière protéique mise en réserve par la cellule (*a'*) ; mais l'étude des corpuscules est si difficile, et l'action des réactifs si semblable, qu'il est difficile de se prononcer.

On observe tous les stades de régression des amibocytes ; ils deviennent vacuolaires, puis se réduisent au noyau entouré d'une mince couche protoplasmique, et enfin au noyau nu. Jusqu'ici nous ne sortons pas de la règle.

2° Amibocytes à graisse (pl. III, fig. 16, *r*). — On voit se déplacer dans le sang de grands corpuscules mesurant jusqu'à 33 μ , formés d'un amas de gros granules sphériques, réfringents, qui se déplacent constamment en roulant les uns sur les autres ; la cellule émet

un prolongement protoplasmique dans lequel roule un globule, puis un autre, finalement la masse suit et le tout se trouve déplacé en quelques secondes ; ce mouvement incessant est très curieux à observer. Après l'action de l'acide osmique et du picrocarmin, on voit qu'il y a un stroma protoplasmique dans lequel sont inclus les globules et un petit noyau semblable à celui des amibocytes ; les globules eux-mêmes sont teints en noir verdâtre plus ou moins foncé, ou en brun : c'est de la graisse parfaitement caractérisée.

La genèse de ces amibocytes de réserve est facile à suivre : il en est qui renferment trois ou deux globulés, même un seul de petite taille ; enfin on peut trouver tous les passages entre ce corpuscule de 33 μ . et l'amibocyte normal de 8 μ . ; les globules de graisse s'accumulent peu à peu dans le protoplasma des vieux amibocytes, qui grandissent d'autant, jusqu'au moment où l'organisme a besoin de la graisse ainsi accumulée, qui est alors restituée aux tissus, je ne sais par quel procédé.

3° Hématies (pl. III, fig. 17). — Au milieu des éléments précédents se trouvent de grandes vésicules, qui réclament un examen attentif ; les plus grandes mesurent jusqu'à 45 μ . ; leur contour est irrégulièrement sphérique ; la paroi semble plissée, mais elle est douée d'une élasticité telle qu'on voit souvent ces cellules passer par des capillaires de moitié plus étroits, pour reprendre leur forme dès qu'elles ont la place suffisante. Le noyau pariétal est collé contre la membrane, qui fait légèrement saillie à cette place ; il est relié aux parois par un certain nombre de prolongements protoplasmiques très fins. Dans la vésicule même, caractère très important, il y a quelques granules jaunes, très nombreux dans les jeunes vésicules, animés de vifs mouvements browniens ; ils paraissent se former dans le protoplasma périnucléaire, où l'on en voit presque toujours quelques-uns d'inclus. Enfin le contenu, tout à fait liquide puisque les granules s'y déplacent constamment, renferme un albuminoïde dissous, coagulable par l'alcool et la chaleur (on suit les progrès de la chaleur sous le microscope, en chauffant la platine).

Après l'action de l'acide osmique et du picrocarmin, le noyau se colore, la membrane acquiert un double contour très net ; les granules browniens, d'abord inattaqués, disparaissent bientôt après.

Ces cellules poursuivent leur développement dans le sang ; les plus jeunes que j'ai pu trouver (pl. III, fig. 17, *h'*) mesuraient 10 μ ; elles étaient parfaitement sphériques, avec un noyau pariétal et de nombreux et petits granules browniens. A mesure qu'elles avancent en âge, la paroi se plisse légèrement, tout en conservant son élasticité, et les granules jaunes deviennent plus gros et moins nombreux.

Sont-ce des hématies ? Il est très vrai qu'elles sont parfaitement incolores et qu'il n'y a aucun changement de teinte au contact de l'air ; mais cela n'a aucune importance, car nous trouverons plus tard d'indiscutables hématies, tout à fait sans couleur ; le changement de teinte ni la coloration ne sont indispensables pour l'absorption de l'oxygène. Ces cellules ont tous les caractères des hématies : 1° aucune ressemblance avec les amibocytes, ni dans le jeune âge, ni plus tard ; 2° vésicule renfermant un albuminoïde dissous, avec des granules browniens, plus nombreux dans les éléments jeunes ; 3° élasticité de la membrane à double contour après l'action des réactifs ; tous caractères parfaitement spéciaux aux hématies, aussi bien chez les Vertébrés que chez les Invertébrés.

Chez l'*Ascidrella aspersa* O. F. Müller, outre les amibocytes à granules albuminogènes, les amibocytes à graisse et à matière orangée (ces derniers assez abondants pour colorer par places la branchie), on trouve dans le sang de grandes vésicules mesurant depuis 22 jusqu'à 115 μ , incolores, de forme ovoïde, à noyau pariétal entouré souvent de petits granules réfringents ; il n'y a pas de granules browniens dans les plus grandes ; elles renferment un albuminoïde dissous coagulable par la chaleur. Ces grandes vésicules se plissent et se contractent fortement par les réactifs, ce qui montre que la tension interne est très forte ; elles sont d'une élasticité extraordinaire, et les plus grandes passent facilement par des conduits

très petits en s'effilant et se moulant sur les obstacles ; toutefois il est bien certain que leur circulation, notamment dans la branchie, ne peut être fort active. J'attribue également à ces vésicules la signification d'hématies.

Chez la *Rhopalona Neapolitana*, il existe, outre les amibocytes normaux, à graisse et à vacuoles de réserve (comme chez *Ascidia mentula*), des vésicules de 13 à 60 μ , incolores et élastiques. Chez la *Styela glomerata*, des cellules de 17 μ répondent également aux descriptions précédentes ; elles contiennent des granules jaunes, réfringents, fixés autour du noyau, et peuvent être aussi assimilées à des hématies, bien qu'avec moins de certitude que celles des trois espèces précédentes.

En résumé, chez les *Ctenicella appendiculata*, *Ascidella aspersa*, *Rhopalona Neapolitana*, *Styela glomerata*, outre les variétés d'amibocytes précédemment décrites et qui se retrouvent bien caractérisées, il existe dans le sang des vésicules correspondant très probablement à des hématies incolores.

Avant de quitter ce chapitre, j'irai au-devant d'une objection qui, j'en suis certain, se présentera à l'esprit de tous ceux qui ont étudié les Ascidies simples. On sait que le tissu conjonctif de ces animaux paraît formé, sur le vivant, par une accumulation de vésicules incolores (M. de Lacaze-Duthiers, 42, pl. X, fig. 24) ; ces vésicules ne sont pas sans une certaine ressemblance avec les hématies, et l'on pourrait croire qu'il y a lieu de confondre ces divers éléments. Les hématies sont très différentes des vésicules conjonctives par leur taille, leur noyau, leur contenu, leurs granules browniens, enfin parce qu'elles sont libres dans le sang en circulation, où on les voit se développer. Je puis affirmer, pour avoir cherché à réfuter cette objection que je me suis faite, qu'il n'y a aucun lien entre ces deux ordres de cellules ; les hématies se forment quelque part, c'est certain, mais sûrement pas dans le tissu conjonctif.

Je dois m'excuser de la longueur de ces descriptions, et peut-être de leur obscurité ; on peut en trois lignes décrire tous les éléments

du sang des Mollusques ; il faudrait trois pages pour chaque espèce d'Ascidie, tant il y a d'éléments difficiles à coordonner. Je crois être arrivé à un résultat assez simple et logique ; mais il faudrait définir chimiquement, d'une façon rigoureuse, la substance orangée ; il faudrait surtout trouver la glande lymphatique : j'avoue que tous mes efforts ont été infructueux et que je ne sais pas où se forment les éléments du sang. Je ne veux point émettre d'hypothèses hasardées et j'abandonne la question à un autre plus heureux. J'ai étudié successivement la glande prénerveuse (voir le chapitre suivant), les vésicules dermales des Cynthies, appendices gonflés de sang qui font saillie dans la cavité péribranchiale (très nets chez *Cynthia papillosa*), le tissu conjonctif, sans obtenir de résultats bien satisfaisants. M. de Lacaze-Duthiers a signalé chez la *Molgule* (42) un fait très important à ce point de vue : lorsqu'il se forme une villosité tunicale, elle est précédée par un tissu cellulaire plein, qui se dissocie peu à peu pour former l'anse vasculaire de la villosité, et dont les cellules tombent dans le sang ; il y aurait là une production temporaire d'éléments figurés. Il ne serait pas inutile de tenter de nouvelles recherches dans ce sens ; la seule objection qu'on puisse faire, c'est que les villosités de la tunique n'existent pas chez toutes les Ascidiées ; il est vrai qu'elles peuvent être remplacées par une autre disposition, le cas échéant.

Glande prénerveuse (gl. hypoganglionnaire). — Je ne veux point publier une étude de cette glande, mais seulement faire quelques remarques. L'entonnoir vibratile, simple ou multiple, qui débouche dans la cavité branchiale, ne peut être considéré comme un orifice excréteur, pas plus qu'un pavillon vibratile ou que la plaque madréporique des Échinodermes ; il renouvelle simplement l'eau au contact de la glande, car le courant ciliaire est dirigé soit vers l'intérieur, comme Joliet l'a bien vu chez le *Pyrosome*, soit dans un sens quelconque, de façon à produire un ballotement, mais en tout cas jamais vers l'extérieur. Les cellules de la glande, sans aucune ressemblance avec les corpuscules sanguins, deviennent amiboïdes et émettent des

pseudopodes lorsqu'on les dilacère dans l'eau de mer (*Ctenicella appendiculata*, *Ascidia mentula*), comme M. Roule l'a signalé chez la *Ciona intestinalis* ; c'est un fait extraordinaire, qui m'a fait chercher longtemps les rapports de ces cellules avec les amibocytes ; elles renferment diverses formations, vésicules arrondies, granulations, qui ne peuvent rien nous apprendre sur leurs fonctions ; le noyau est un peu plus petit que celui des amibocytes ; surtout on ne voit pas cette formation des granules réfringents qui caractérise si bien une glande lymphatique, quelle qu'elle soit. Si les cellules de la glande prénervienne ne présentaient pas de mouvements amiboïdes, on n'hésiterait pas un instant ; mais quelles que soient les disséminances, d'ailleurs peu profondes, en face de cette propriété si particulière, qui chez les autres animaux est spécialement réservée aux seuls amibocytes, on comprend qu'il y ait matière à réflexion.

Enfin, la glande n'est pas limitée intérieurement par une membrane ; elle n'est séparée des sinus sanguins qui l'entourent que par de faibles piliers conjonctifs sans importance ; il n'y aurait donc rien d'étonnant à ce qu'un certain nombre de ses cellules passent dans le sang par diapédèse ; d'après ce que nous en connaissons, c'est même presque inévitable, et nous voici amenés, malgré nos répugnances, à attribuer à la glande prénervienne la formation d'une partie, si minime qu'elle soit, des amibocytes sanguins.

Jusqu'ici on ne sait absolument rien sur la fonction de la glande prénervienne ; aucune des hypothèses proposées (glande muqueuse, Roule ; organe olfactif, Fol ; glande hypophysaire, Julin) ne peut convenir à la généralité des Ascidies. Quant à moi, je ne prétends pas que ce soit un organe lymphatique, loin de là ; mais ses cellules peuvent devenir amiboïdes chez un certain nombre d'espèces (il faudrait savoir avant tout si c'est général) et il n'y a aucune disposition dans la glande même qui puisse les empêcher de passer, *motu proprio*, dans les sinus sanguins qui les environnent. De là à conclure que ce passage se fait d'une façon normale, constante, il y a loin. On voit que je n'ai d'autre prétention que d'appuyer sur quelques

particularités histologiques de cet organe, sans rien préjuger de sa fonction.

Physiologie. — Chez les Ascidies, l'albuminoïde du sang ne joue qu'un rôle de nutrition et n'absorbe pas l'oxygène, comme l'hémocyanine. Pour la plupart des espèces, la respiration s'effectue seulement par osmose entre le sang et le milieu extérieur, sans qu'il y ait de substance intermédiaire ; la large surface respiratoire du sac branchial permet d'accepter cette conclusion.

Chez quelques espèces (*Ctenicella appendiculata*, etc.), il existe des cellules ressemblant fort aux hématies, qui sont probablement chargées de l'absorption de l'oxygène ; il ne faut pas s'étonner de ces exceptions, on en trouve à chaque instant de semblables dans les autres groupes.

La nutrition des tissus est assurée de deux façons différentes : 1° par l'albuminoïde dissous en petite quantité dans le sang ; 2° par les amibocytes de réserve. Ceux-ci ne sont pas tous entraînés par le courant sanguin ; un grand nombre passent à travers les membranes limitantes et pénètrent par diapédèse dans tous les organes. Si l'on examine sur le vivant un fragment de tube digestif de *Ctenicella*, par exemple, on verra au milieu des vésicules du tissu conjonctif les grands amibocytes à graisse qui se glissent entre elles, seuls parmi tous les éléments du sang ; de sorte que si l'organe a besoin de matières nutritives, elles sont là toutes prêtes à se dissoudre. De même qu'un Ver à soie, pendant sa vie larvaire, fabrique des cellules adipeuses et des albuminoïdes pour l'époque où il ne sera plus qu'une machine à pondre, de même l'Ascidie, pendant la bonne saison, accumule dans ses amibocytes de la graisse et d'autres produits pour le temps où la nutrition sera plus difficile ou nulle, pendant l'hibernation, par exemple.

Historique. — Les amibocytes ont été signalés depuis longtemps chez les Ascidies, notamment par M. Rouget (1859), qui a vu les corpuscules colorés en rouge.

M. de Lacaze-Duthiers (1874) trouve chez l'*Anurella Roscovita* deux

sortes de globules, les uns opaques, correspondant probablement à nos amibocytes de réserve, les autres transparents.

M. Della Valle, chez les Ascidies composées (1882), prétend que les éléments du sang, qu'il décrit succinctement, se multiplient par division; je n'ai rien vu de pareil; c'est d'ailleurs contraire à ce qui se passe chez les autres animaux, d'une observation beaucoup plus facile.

M. Roule (1884), dans son excellent travail sur la *Ciona intestinalis*, décrit les corpuscules du sang, qu'il divise en deux catégories: d'une part, des corpuscules incolores, amiboïdes; d'autre part, des cellules colorées, pour lui en voie de dégénérescence, qui correspondent sûrement à nos amibocytes de réserve. Il émet une opinion que je tiens à réfuter: ces éléments, en voie de dégénérescence, se chargeraient de produits d'excrétion et seraient homologues aux cellules orangées qui s'accumulent à l'extrémité du canal déférent où elles forment un petit organe rénal. Jamais, chez aucune Ascidie, je n'ai trouvé une ressemblance quelconque entre les corpuscules sanguins et les éléments rénaux (reins des Molgules, vésicules rénales des Phallusies, vésicules dermales des Cynthies); les amibocytes orangés du sang se tiennent toujours loin des points où s'accumulent les produits d'excrétion; chez la *Ciona intestinalis* particulièrement, l'amas rougeâtre que M. Roule considère comme un rein, à bon droit probablement, est tout à fait différent des amibocytes orangés. Enfin, on ne peut dire que les amibocytes, bourrés de graisse ou de substances analogues, représentent des formes de dégénérescence; ce sont au contraire des cellules à leur summum d'activité et d'utilité.

M. Wagner (1885), chez l'*Anchynia rubra*, décrit aussi deux sortes de corpuscules: les uns, noircissant par l'acide osmique, qu'il appelle *corpuscules formateurs*; on y reconnaîtra sans peine nos amibocytes à graisse; les autres, restant incolores, amiboïdes, qui sont les *corpuscules plastiques* ou nutritifs. Cette distinction ne me paraît pas très utile; les détails qu'il donne sur les rapports des

amibocytes avec les terminaisons nerveuses sont peut-être sujets à caution.

M. Maurice (1888), chez le *Fragaroides aurantiacum*, signale en quelques lignes les globules du sang; quelques-uns sont ronds et ressemblent aux globules rouges des Vertébrés (ce sont probablement nos amibocytes orangés); les autres sont amiboïdes et rappellent les cellules conjonctives.

ARTHROPODES.

CRUSTACÉS DÉCAPODES.

J'ai étudié un grand nombre d'espèces de Décapodes, qui d'ailleurs se sont montrées à peu près semblables au point de vue du sang ou des glandes lymphatiques, malgré les différences considérables de taille et d'habitat. En voici la liste : *Astacus fluviatilis*, *Palinurus vulgaris*, *Galathea strigosa*, *Gebia littoralis*, *Scyllarus arctus* (*Arctus ursus*), *Crangon vulgaris*, *Palemon serratus*, *Eupagurus Pri-deauxii*, *Pagurus striatus*, *Paguristes maculatus*, *Carcinus maenas*, *Xantho florida* et *rivulosus*, *Pilumnus hirtellus*, *Pachygrapsus marmoratus* (*Grapsus varius*), *Eriphia spinifrons*, *Portunus depurator*, *Maia squinado*, *Pisa tetraodon* et *Gibbsii*, *Dromia vulgaris*. Cette riche faune a été presque tout entière recueillie à Banyuls-sur-Mer.

Sang. — Le sang, qu'on peut recueillir facilement par la section de l'avant-dernier article des pattes (si l'on coupe l'appendice plus près de son point d'attache, il se brise presque toujours par autotomie, Fredericq, 4), est un liquide dont la teinte varie un peu, incolore chez la *Galathea strigosa* et le *Palemon*, bleuâtre ou rosé chez les autres espèces. Il contient en dissolution trois substances différentes : du fibrinogène en grande quantité, un albuminoïde oxydable à l'air, qui est l'hémocyanine, et très souvent une lutéine rouge, la tétronérythrine.

Quant aux sels dissous, ils sont identiques à ceux du milieu ambiant; Fredericq (5) a fait à leur sujet une curieuse remarque :

chez les espèces d'eau salée, le sang contient un peu moins de sels que le liquide extérieur, tandis que chez celles d'eau douce, il en renferme un peu plus. Les proportions varient par suite suivant les points où l'on recueille la même espèce; ainsi le *Carcinus mœnas*, qu'on trouve à la fois dans les eaux très salées et presque dans l'eau douce, présente une variation de 1,48 (eaux saumâtres de l'Escaut) à 3,007 (grève de Roscoff).

1° Le fibrinogène, sous l'action d'un ferment (ferment de la fibrine), se coagule spontanément avec une grande rapidité; chez la Langouste, par exemple, si l'on fait couler le sang dans un verre de montre, on peut renverser celui-ci au bout de quelques secondes, sans qu'une goutte s'en échappe; la fibrine s'est formée, très consistante, très compacte, et par une action comparable à celle d'une éponge, retient dans sa trame l'eau et l'hémocyanine, si bien que tout le sang paraît s'être pris en gelée. Une goutte de sang déposée sur une lamelle ne s'étale pas; elle est presque immédiatement prise et garde sa forme. J'ai pu reproduire chez l'Écrevisse l'illusion des deux coagulations successives qu'Halliburton a décrites chez le Homard (55): si l'on fait couler le sang dans un verre de montre, il se forme au bout de quelques secondes un coagulum compact, mais peu abondant, qui occupe le fond du vase; si l'on décante rapidement le liquide restant, il se prend bientôt en masse dans le second récipient. On pourrait croire qu'il y a deux dépôts successifs de fibrine, ce qui n'est pas: le phénomène est parfaitement continu; on l'a seulement interrompu par la décantation.

Le temps le plus long qu'exige la coagulation de la fibrine est trente secondes. Chez le *Maia squinado*, il y a beaucoup moins de fibrinogène que chez les autres espèces; le sang décanté ne se prend pas en gelée compacte, il s'y forme seulement des flocons fibrineux. M. Pouchet cite le même fait pour le Tourteau (*Platycarcinus pagurus*). Il est assez singulier de voir que ces deux exceptions sont justement les plus grands Crabes de nos côtes.

Je renvoie à la fin de ce travail (dans les Considérations géné-

rales) pour les expériences relatives au rôle du fibrinogène dans l'économie.

2° En exprimant le coagulum de fibrine, ou en débarrassant le sang du *Maia* des flocons qui y nagent, on a le plasma restant indéfiniment liquide, dépourvu à peu près des éléments figurés, restés inclus dans la trame fibrineuse.

L'hémocyanine dissoute, de 3 à 6 pour 100 environ, est parfaitement semblable à celle des Céphalopodes ; on peut la précipiter en flocons d'un blanc bleuâtre par l'alcool, la chaleur, etc. ; toutefois sa coloration bleue, lorsqu'elle est oxydée, n'est pas aussi intense que celle de la *Sepia officinalis* ou du Poulpe, notamment chez la *Galathea strigosa*. L'hémocyanine a été décrite chez les Décapodes par nombre d'auteurs, surtout Fredericq (53) et Halliburton (55).

3° La tétronérythrine (mot créé par Wurm) dissoute dans le liquide sanguin, est un corps rouge garance, présentant les propriétés caractéristiques des lutéines ou lipochromes (voir à l'introduction) ; elle existe également, mais à l'état solide, dans la matrice cuticulaire ou hypoderme qu'elle colore vivement en rouge. Comme l'a remarqué M. Pouchet (58) chez des Homards vivant dans les mêmes conditions, elle est très inconstante, tantôt abondante, tantôt manquant totalement ; pour mon compte, je l'ai rencontrée surtout chez l'Écrevisse et le *Maia squinado*. Comme elle a à peu près la composition d'une graisse, elle joue peut-être le rôle de matière de réserve, ce qui expliquerait son inconstance. On peut la préparer en épuisant le sang par l'alcool ; en évaporant ce dernier à siccité, il reste une laque rouge de tétronérythrine (Mac-Munn).

On a souvent attribué à la tétronérythrine un rôle respiratoire (Merejkowski) ; il n'y a aucune raison à apporter à l'appui de cette assertion ; ce serait d'autant plus extraordinaire que, chez les Crustacés où elle existe, il y a de l'hémocyanine, albuminoïde respiratoire des mieux caractérisés.

Lorsqu'on expose le plasma à l'air, l'hémocyanine s'oxyde librement et devient d'un bleu plus ou moins foncé ; la tétronérythrine

quand elle existe, est d'un rouge oscillant entre la laque garance et le vermillon et ne change pas sensiblement de teinte ; la lumière la décolore d'une façon assez nette. On conçoit que cette association, suivant la prédominance de l'un des deux facteurs, puisse donner une gamme colorée assez étendue ; c'est pour cette raison qu'on a décrit le sang comme verdâtre, violet clair, orangé ou bleu grisâtre ¹.

Mue. — Le sang joue un rôle considérable pendant la mue, d'après M. Vitzou (*Téguments des Crustacés décapodes*, in *Arch. Zool. exp.*, première série, t. X, 1882) ; c'est à lui qu'il faut attribuer l'augmentation considérable de volume qui suit la chute des vieux téguments. En effet, les enveloppes sont alors fort molles, très perméables et permettent l'osmose entre l'organisme et le milieu extérieur ; le sang absorbe une grande quantité d'eau, devient plus fluide et moins coagulable ; il gonfle tous les tissus et leur donne leur volume maximum. Le sang est naturellement le véhicule des substances de réserve utilisées pour la circonstance ; il renferme à ce moment une certaine proportion de calcaire et de glycogène (Vitzou).

Amibocytes. — Les seuls éléments du sang, très bien caractérisés, sont les amibocytes ; les cellules mûres (pl. IV, fig. 5 et 9, a), mesurant de 10 à 15 μ , sont bourrées de granules réfringents jaunâtres ou verdâtres, remplissant toute la cellule en laissant au centre une éclaircie correspondant au noyau ; à ce stade, les amibocytes n'émettent pas de pseudopodes, sauf au repos. Puis les granules diminuent progressivement de taille ; la cellule est alors nettement amiboïde ; enfin on arrive comme toujours au noyau revêtu d'une

¹ M. Pouchet signale dans son travail (58) qu'un Homard peut avoir le sang comme laiteux, sans couleur spéciale ; j'ai capturé sur la côte de Banyuls, à fleur d'eau, un *Pachygrapsus marmoratus*, d'apparence et de vivacité tout à fait normales, dont le sang, non coagulable, était blanchâtre et laiteux ; au microscope, il était rempli de petites granulations réfringentes, immobiles, absorbant le carmin comme des noyaux ; amibocytes normaux. C'est le seul animal qui m'ait présenté cet état anormal du sang ; je ne sais à quoi l'attribuer.

mince couche protoplasmique absolument vidée de son contenu primitif, et au noyau tout à fait nu.

Après fixation et coloration, le noyau montre quelquefois de petits nucléoles ; jamais je n'ai rencontré dans le sang des amibocytes en voie de division.

Chez l'*Astacus fluviatilis*, espèce d'eau douce, les amibocytes présentent, par rapport à ceux des espèces marines, la même différence que nous avons signalée pour les *Unio* et la *Dreissena* ; ils sont fort grands (pl. IV, fig. 3), jusqu'à 34 μ , et leurs granules de ferment sont beaucoup plus gros ; on peut suivre les phases de la dégénérescence encore plus facilement que chez les Crabes.

Toutes les espèces répondent parfaitement à la description précédente ; il n'y a que des différences très minimes de taille, de réfringence, qui n'ont d'ailleurs aucune importance et que je ne puis citer ici. M. Cattaneo (49) a examiné avec grand soin le sang du *Carcinus mœnas* et a confirmé toutes mes idées sur l'évolution des amibocytes ; je ne saurais mieux faire que de renvoyer à son travail pour trouver un bon type de description.

Un fait qui frappe tout d'abord chez les Crustacés décapodes, c'est l'abondance des amibocytes mûrs et surtout la taille des granules albuminogènes ; il est vrai qu'ils sont beaucoup plus faciles à voir que dans les autres groupes, mais leur évolution, leur origine étant identiques, je ne pense pas qu'il y ait là autre chose qu'une différence physique. Ces granules se colorent légèrement en jaune par l'acide osmique et le picrocarmin, en se ratatinant un peu ; en jaune clair par l'iode (ce qui montre qu'il n'y a pas trace de matière glycogène), et disparaissent presque complètement dans l'eau distillée ou l'alcool. On ne doit donc pas les considérer comme des granules grassex ou vitellins (Ranvier) ; je leur attribue la signification d'un ferment formateur de l'hémocyanine. J'ai été très heureux de voir que M. Cattaneo, l'éminent physiologiste italien, après son étude si consciencieuse du sang de *Carcinus mœnas*, s'était rallié à mon opinion.

Glandes lymphatiques. — Il y a deux sortes de glandes lymphatiques chez les Décapodes : l'une, parfaitement constante et très active, est logée dans chaque branchie, soit entre les deux vaisseaux, soit sur la paroi de l'un d'eux : c'est la *glande lymphatique branchiale*; l'autre, plus ou moins développée suivant les espèces et cumulant probablement le rôle de magasin de réserves nutritives avec la fonction lymphatique, est appendue au sinus péricardique : c'est la *glande péricardique* ¹.

Nous commencerons par la première.

A. *Glande lymphatique branchiale.* — Les branchies des Crabes et des Pagures sont formées d'une partie axiale, qu'on peut comparer assez exactement à un triangle isocèle très allongé, sur laquelle, perpendiculairement aux grands côtés, sont insérées deux séries de feuilles branchiales empilées, de forme ovoïde ou allongée ; le long des grands côtés du triangle courent les vaisseaux, le veineux ou afférent en dessus, lorsqu'on regarde l'animal par la face dorsale, l'artériel ou efférent en dessous. L'espace qui les sépare, représenté par la surface même du triangle, pour suivre ma comparaison, est comblé par un feutrage conjonctif bourré de cellules, qui est la glande lymphatique.

Si l'on pratique des coupes transverses de la branchie (pl. IV, fig. 4), on voit très facilement, entre les deux canaux sanguins et les feuillettes insérés à droite et à gauche, cette glande (*gl*) traversée en tous sens par de fines brides conjonctives déterminant des alvéoles de taille variable, et renfermant de très nombreux noyaux et cellules. Si l'on en examine un fragment sur le vivant (pl. IV, fig. 5), on peut suivre tout le développement des noyaux en amibocytes, suivant le processus tant de fois indiqué, rien n'est plus facile et plus démonstratif ; en outre il y a des globules de grosseur variable

¹ Comme chez la *Paludina vivipara*, il y a donc chez les Décapodes deux formes différentes de glandes lymphatiques ; il est assez bizarre de remarquer qu'elles se correspondent parfaitement, l'une d'elles dans la branchie, entre les deux vaisseaux ; l'autre dans les parois de l'oreillette (*Paludina*) ou du péricarde (Décapodes), c'est-à-dire dans deux organes physiologiquement homologues.

(*r*), incolores ou vert clair, à contour plus ou moins réfringent, constitués uniquement par des albuminoïdes, qui représentent des amas nutritifs destinés soit à la glande, soit à servir de réserve. L'intrication des deux parties, nutritive et lymphatique, est complète; c'est une seule et même glande évidemment. La glande lymphatique se prolonge souvent tout autour du canal efférent, en lui formant une sorte de manchon (*Carcinus mænas*, pl. IV, fig. 4).

Maintenant que nous connaissons la constitution de la glande, il convient d'examiner ses rapports avec le sang qui circule dans la branchie, et dont la marche est en somme assez simple. Une feuille branchiale est composée de deux lames dont l'écartement est maintenu par une série de petit piliers chitineux, entre lesquels circule le sang; ils sont disposés par séries parallèles au bord libre des lamelles (pl. IV, fig. 4) surtout en haut et en bas, de sorte que le plasma est guidé tout naturellement et se répand dans toute l'épaisseur de la lame. Celle-ci débouche en haut dans le canal afférent, et en bas dans le canal efférent; le sang arrive donc à l'état veineux, parcourt la lame branchiale et ressort artériel. Une petite portion file du canal veineux dans la glande branchiale (pl. IV, fig. 4, *l*), en suivant le bord d'insertion des feuillettes et communiquant probablement en quelques points avec le réseau branchial; elle va se jeter directement dans le canal artériel, non seulement sans avoir respiré, mais chargée de tous les produits de désassimilation de la glande; ce sang est en si petite quantité que cela n'a aucune importance physiologique.

En outre, il y a dans l'épaisseur de la glande, chez le *Carcinus mænas*, un véritable vaisseau propre (pl. IV, fig. 4, *vg*), placé tout près du canal efférent, et émettant de petits rameaux qui s'ouvrent à plein canal dans le tissu glandulaire; chez les *Xantho rivulosus* et *florida*, outre ce vaisseau inférieur, il en existe un supérieur, tout près du canal afférent, qui donne également de petites branches. Je n'ai rencontré ce système que chez les espèces citées; j'incline à croire qu'il est destiné à ramener dans le canal artériel le sang épanché

dans la glande ; ces conduits joueraient ainsi le rôle de veines efférentes.

On voit que les amibocytes mûrs ne manquent pas de voies pour passer dans le courant artériel, soit par diapédèse, soit par les conduits vasculaires.

Chez le *Palemon serratus*, la *Gebia littoralis*, les branchies ne sont plus constituées sur le même plan ; les deux canaux sont superposés directement sans tissu intermédiaire (pl. IV, fig. 6) ; les feuilles branchiales, chez le premier, sont représentées par de minces lamelles, chez le second par de simples tubes divisés en deux par un septum, que le sang parcourt en dessinant un Π . Les branchies sont si transparentes qu'on peut les examiner entières ; le canal inférieur (artériel ou efférent, *ar*) est parfaitement clair, on voit facilement les globules qui y circulent ; le canal supérieur (veineux), séparé du précédent par une mince membrane, est par contre opaque ; on ne peut apercevoir son contenu, la glande lymphatique revêtant entièrement les parois latérales et se prolongeant même un peu sur la cloison de séparation des pinnules. Les amibocytes mûrs qui s'y sont formés sont naturellement entraînés par le sang qui va respirer. Chez la *Gebia*, avec les noyaux et cellules en voie d'évolution, il y a des globules albumineux vert clair, comme chez le *Carcinus maenas*.

Chez l'Écrevisse (*Astacus fluviatilis*), on sait que les branchies offrent deux formes différentes ; les unes (arthrobranchies et pleurobranchies, Huxley) ont la forme d'une plume dont la tige renfermerait les deux canaux afférent et efférent, entourés de barbules où le sang s'hématose ; les autres (podobbranchies) sont formées de la plume branchiale des arthrobranchies, soudée à deux lames plissées (pl. IV, fig. 1, *bs*) formant un V par leur réunion ; dans ce V vient se placer la branchie suivante, et ainsi de suite. La membrane des lames, tout en jouant un rôle de protection, contribue aussi à l'hématose ; pour plus de détails, on peut se reporter aux figures d'Huxley (56).

La circulation dans les arthrobranchies est fort simple ; le sang arrive par le vaisseau afférent, parcourt les barbules, les unes entièrement veineuses ou artérielles, les autres mixtes, et finit par arriver au canal efférent. Dans les podobranchies, le sang se divise tout d'abord en deux courants ; l'un parcourt la plume branchiale comme il vient d'être dit, l'autre pénètre dans les lames en V, court le long des bords libres, et, après avoir suivi les plis de la paroi, finit par arriver, très bien hématosé, dans le vaisseau artériel ou efférent ; il y a donc deux voies pour le sang veineux et une seule pour le sang artériel.

La glande lymphatique, quelle que soit la branchie que l'on considère, se trouve dans le canal efférent (pl. IV, fig. 1, *gl*), sur les parois latérales ; en disséquant une branchie sous la loupe, après avoir enlevé le canal veineux, on peut la détacher en raclant les parois du canal artériel ; elle forme de petits amas colorés en jaune verdâtre par un pigment granuleux plus ou moins abondant. En l'examinant à un fort grossissement dans une goutte de plasma (pl. IV, fig. 2), on reconnaît que la partie glandulaire est renfermée dans de petits sacs conjonctifs à paroi très mince, qui renferment les noyaux nus et en voie d'évolution ; les noyaux non développés (*n*) sont réfringents, nus ou entourés d'une zone protoplasmique amiboïde ; d'autres (*a*) s'entourent de fins granules, qui grossissent et deviennent de gros granules normaux de ferment ; il y en a aussi quelques-uns d'épars (*g*) formés dans le protoplasma environnant, mais ils sont rares ; en général les granules se forment et se concentrent autour des noyaux des futurs amibocytes. Les amibocytes mûrs sont nettement amiboïdes et passent dans le sang en traversant les membranes conjonctives. Ils sont entraînés par le sang qui vient de respirer, contrairement à ce qui arrive chez le *Palemon* et la *Gebia*.

Dans les coupes (pl. IV, fig. 1), on retrouve la glande lymphatique sur les parois du canal efférent, sous l'apparence d'amas très irréguliers se prolongeant plus ou moins loin sur les cloisons, formés

d'une trame conjonctive bourrée de noyaux ; ils baignent directement dans le liquide sanguin. Il y a aussi quelques petits amas lymphatiques sur la paroi du vaisseau afférent.

En résumé, la glande lymphatique branchiale se trouve entre les deux canaux branchiaux chez les Crabes et les Pagures (fig. 4), dans le canal afférent veineux chez le *Palemon*, la *Gebia* (fig. 6) et probablement la *Galathea*, dans le canal efférent artériel chez l'Écrevisse (fig. 4).

B. *Glande péricardique*. Pour la préparer avec évidence, il faut opérer avec quelque soin et choisir de préférence un *Maia* ou un *Carcinus maenas*. Après avoir immobilisé l'animal, on coupe sur les côtés le plastron dorsal ; on enlève la carapace de proche en proche, en ayant soin d'en détacher à mesure, avec la pointe d'un scalpel, la matrice cuticulaire qui y adhère ; il faut surtout opérer avec grand soin au niveau du cœur pour ne point l'entamer. La préparation achevée, la face dorsale est recouverte de cette matrice, membrane molle, très lacunaire, colorée en rouge par la tétronerythrine, et à travers laquelle on aperçoit par transparence chaque pulsation du cœur. En soulevant la membrane sur les côtés (pl. IV, fig. 7), on voit à gauche et à droite du cœur un corps blanchâtre (*gl*), allongé, qui s'étend à peu près depuis la partie antérieure de cet organe jusqu'à la base de la dernière ou de l'avant-dernière paire de pattes ; il adhère par tout son bord interne à la membrane qui le recouvre et à la paroi calcaire sous-jacente, le bord externe est libre d'adhérences ; si on le touche avec une aiguille, il se contracte très nettement et diminue beaucoup de volume ; c'est donc un organe musculueux. Enfin si on l'ouvre, on voit qu'il est rempli d'une matière blanchâtre, pulpeuse, peu consistante, et qu'à chaque pulsation du cœur le sang coule par la blessure pratiquée. L'injection va immédiatement préciser ses rapports ; si l'on injecte par le cœur ou les sinus cavitaires, la matrice se remplit, tout l'organisme se colore, mais les glandes restent intactes ; elles n'ont donc pas de communication avec les voies afférentes, veineuses ou artérielles ; si l'on pousse

au contraire le liquide coloré par un vaisseau branchio-cardiaque, le péricarde se remplit et les deux glandes avec lui, ainsi que le cœur et les vaisseaux qui en partent; en injectant par la glande même le liquide passe dans le péricarde et les vaisseaux branchio-cardiaques : les deux glandes appartiennent donc bien au péricarde. J'ai répété ces diverses expériences chez tous les Crustacés examinés. et elles m'ont toujours donné les mêmes résultats.

Les injections montrent aussi un fait que je ne vois pas décrit avec exactitude dans les traités classiques, c'est-à-dire la grande extension du péricarde; il est au moins deux fois plus long que le cœur et renferme non seulement celui-ci, mais encore une bonne longueur des vaisseaux qui en sortent. Chez les Crabes, sans exagération, le péricarde occupe au moins en longueur la moitié inférieure du thorax, et en largeur un bon tiers. Morphologiquement, c'est un vaste sinus dorsal, jouant le rôle physiologique d'une oreillette immobile, dépourvue de contractions, qui n'a aucun rapport, il est à peine besoin de le faire remarquer, avec le véritable péricarde des Mollusques et des Ascidies. Toutefois, comme on désigne ces deux formations par le même terme, je donnerai aux glandes le nom de *glandes lymphatiques péricardiques*, tout en affirmant leurs profondes différences avec les véritables glandes péricardiques des Mollusques.

Il n'est pas inutile de faire remarquer qu'en somme elles sont externes et baignent dans l'eau ambiante; elles ne sont recouvertes que par la carapace qui représente un élargissement latéral des parois du corps; comme on peut s'en convaincre en jetant les yeux sur la figure 7, les poches péricardiques sont extérieures au même titre que les branchies.

Au point de vue histologique (pl. IV, fig. 8), chez les Crabes, la glande est recouverte d'une épaisse cuticule chitineuse (*ch*), souvent munie de bouquets de poils (*Dromia vulgaris*), sécrétée par un épithélium chitinogène, simple continuation de l'ectoderme du corps, qui est formé de cellules en palissade. Elle est comblée par un feutrage conjonctif assez lâche, dans lequel on voit, à la périphérie, de nom-

breux faisceaux musculaires striés (*mc*, *ml*), orientés dans plusieurs directions, mais en général circulaires. Le réseau conjonctif, composé de fines fibrilles anastomosées, est sur le vivant bourré d'éléments très disparates; d'abord et toujours des noyaux et des amibocytes développés ou en voie de développement, ce qui donne bien nettement la signification lymphatique à la glande (*n*), puis de très nombreux et variés matériaux de réserve (pl. IV, fig. 9, *r*, *r'*) constitués par de grandes vésicules claires, à contours arrondis, mesurant jusqu'à 130 μ . (*Maia squinado*), ou de petites vésicules réfringentes, d'aspect adipeux (*r*), qui sont remplies d'un albuminoïde dissous, comme on peut s'en convaincre par l'iode et l'alcool, ou encore de petits amas de granules incolores, également albumineux; chez l'*Eriphia spinifrons* (pl. IV, fig. 10), outre ces produits, il y a de très nombreuses aiguilles cristallines, formant de petits groupes étoilés ou des paquets irréguliers.

Chez les Pagures (*Eupagurus Prideauxii*, *Pagurus striatus*), en soulevant simplement la paroi thoracique, qui est molle et non incrustée de calcaire, on aperçoit la glande péricardique; elle se trouve presque au point de jonction de l'abdomen et du thorax. C'est une petite poche musculieuse qui dessine une saillie peu accentuée, et qui débouche bien dans le péricarde, car en introduisant une canule à son intérieur, on remplit tout ce sinus et les canaux branchio-cardiaques. Son contenu est semblable à celui de la glande des Crabes : très nombreux amibocytes mûrs ou en voie de formation, surtout à la périphérie, et abondants produits de réserve constitués par des albuminoïdes. Chez le *Paguristes maculatus*, espèce de petite taille, les poches péricardiques sont presque nulles et sans contenu appréciable.

Chez la Langouste, le Scyllare, la Galathée, l'Écrevisse, il faut procéder comme chez les Crabes, c'est-à-dire couper latéralement la carapace, la détacher ensuite en séparant la matrice; en rabattant celle-ci sur le dos, on découvre, sur les côtés et tout à fait à la limite thoraco-abdominale, deux petites glandes musculieuses (pl. IV,

fig. 11, *gl*), à contenu blanchâtre et pulpeux, bien moins développées que chez les Crabes; elles appartiennent comme toujours au péricarde qui occupe presque toute la largeur du thorax, et par conséquent bien plus vaste qu'on ne le figure d'ordinaire. Chez le *Scyllarus arctus*, elles sont nettement lymphatiques et renferment aussi des produits de réserve, comme chez les Crabes; chez la *Galathea strigosa*, elles sont fort réduites et ne contiennent que des globules albumineux, sans noyaux ni amibocytes; elles ont tout à fait perdu leur importance chez cette espèce. Chez la Langouste (*Palinurus vulgaris*), bien qu'assez réduites en volume (pl. IV, fig. 11), les glandes sont très actives; sur le vivant, outre les amibocytes mûrs formés dans leur tissu et les noyaux, on trouve une quantité de globules réfringents, dont l'acide osmique révèle la constitution (pl. IV, fig. 12); les plus petits (*r*) sont arrondis, granuleux et incolores; au centre apparaît un point, noirci par l'acide osmique, qui grandit de plus en plus et envahit la partie granuleuse; les globules adultes, le plus souvent arrondis, parfois irréguliers, renferment une partie centrale, fortement noircie, qui me paraît être une graisse, entourée d'une bordure incolore et granuleuse, que je rapporte à un albuminoïde; la figure sera d'ailleurs plus explicite que n'importe quelle description. Chez la Langouste que j'ai étudiée (peu de temps avant la mue), il n'y avait que ces globules mixtes comme produits de réserve; je ne les ai point retrouvés chez d'autres Crustacés, mais ils existent chez des Insectes, chenille du *Cossus ligniperda*, papillons du Grand-Paon de nuit (*Saturnia pyri*) et du Bombyx de l'Ailante (*Saturnia cynthia*), dont le corps adipeux est entièrement formé de globules semblables à ceux de la Langouste. Cette comparaison confirme toutes les considérations précédentes sur le rôle de réserve des poches péricardiques.

Enfin, chez l'Écrevisse, les glandes situées sur les côtés du cœur sont assez réduites; elles renferment des noyaux lymphatiques très nombreux, dont quelques-uns se développent en amibocytes, et aussi des produits de réserve, constitués par des globules réfringents in-

colores, et de grandes vésicules claires, mesurant jusqu'à 75 μ , remplies d'un albuminoïde dissous (on voit errer à leur intérieur des granules browniens).

En résumé, chez tous les Décapodes, par différenciation d'une portion du péricarde, il se forme une glande lymphatique productrice d'amibocytes, servant également de magasin à matières de réserve, constituées par des albuminoïdes, rarement de la graisse ou des corps alliés. Ces poches péricardiques, très volumineuses chez les Crabes, se réduisent beaucoup chez les Pagures et les Macroures, et même deviennent presque nulles. En soumettant les animaux à l'inanition, on constate aussitôt la diminution de ces glandes : chez un *Portunus depurator*, complètement privé de nourriture pendant cinq jours, et mort au commencement du sixième, au début de sa mue, les poches très aplaties ne renferment presque plus d'amibocytes et beaucoup moins de globules de réserve ; ceux-ci affectent des formes nouvelles, dues probablement à la régression (globules irréguliers, cristaux, etc). Chez un *Pachygrapsus marmoratus*, sacrifié au bout de vingt-quatre jours de jeûne, les poches sont presque vides ; elles ne renferment plus que quelques granules albumineux ; la diminution est donc tout à fait considérable. Enfin je tiens à noter que c'est une réserve générale pour l'organisme, qu'elle n'a aucun rapport avec la mue, par exemple (on n'y trouve ni glycogène, ni calcaire) ; il ne faudrait pas l'assimiler aux réserves de glycogène qui s'accumulent à ce moment dans les téguments (Vitzou).

Historique. — Je serai très bref sur cette partie, toutes les études précédentes ayant seulement porté sur le sang. Les cellules qui y flottent ont été décrites plus ou moins exactement par une foule d'observateurs, Hewson, Carus, Wharton Jones, Hæckel, Lebert et Robin, Geddes, Fromann, Huxley, etc., mais les granules qu'elles contiennent et leur évolution ont été méconnus, sauf dans les études récentes de M. Cattaneo (1888 et 1889).

La tétronérythrine et l'hémocyanine ont été signalées par Harless,

Jolyet et Regnard, Pouchet, Fredericq, Krukenberg et Halliburton ; ce dernier auteur a surtout étudié très consciencieusement la composition chimique du sang (1885).

La coagulation a été remarquée par les plus anciens auteurs ; on croyait assez généralement qu'elle était produite par la réunion des amibocytes (Geddes, Fredericq, Haycraft, Krukenberg) ; Halliburton a nettement démontré qu'elle est due au fibrinogène normal, se transformant en fibrine sous l'action d'un ferment. Nous en examinerons plus tard l'origine ; Halliburton le fait provenir des amibocytes.

La glande lymphatique branchiale n'a jamais été décrite, que je sache. Quant aux poches péricardiques, c'est Milne Edwards qui les a découvertes (1834), tout en méconnaissant leurs rapports. «... C'est une masse spongieuse et blanchâtre qui est enveloppée dans un repli de la membrane tégumentaire, et qui repose sur la voûte des flancs immédiatement en arrière des branchies ; elle se prolonge en arrière jusqu'à l'origine de l'abdomen, et nous a paru s'ouvrir au dehors à l'aide d'un canal excréteur entre le plastron sternal et le premier anneau abdominal (57, vol. I^{er}, p. 103). » Inutile de dire que le canal excréteur n'existe pas.

CRUSTACÉS INFÉRIEURS.

SCHIZOPODES. — Chez la *Mysis Griffithsii* (Méditerranée), on voit circuler dans le sang incolore de nombreux amibocytes, nettement amiboïdes, à petits granules albuminogènes verdâtres.

Je n'ai pu trouver la glande lymphatique. On sait qu'il n'y a pas de branchies chez les *Mysis* ; l'hématose se fait dans les lacunes de la carapace, comme chez les jeunes et les larves de Décapodes (Delage, 52) ; peut-être faudrait-il chercher là l'organe lymphatique, ou bien dans les canaux cruro-péricardiques. Je n'ai pu faire ces recherches sur mon espèce.

STOMATOPODES. — Krukenberg a signalé la présence de l'hémocyanine dans le sang de la *Squilla mantis*, que je n'ai pu me procurer.

ISOPODES. — Chez les Isopodes, le sang est en général incolore. Chez la *Lygia oceanica*, le sang est très nettement coloré en terre de Siennie clair, et se fonce légèrement lorsqu'on l'expose à l'air ; cette teinte est due à la présence d'un albuminoïde particulier, que je rapprocherai volontiers de l'un de ceux que je décrirai plus loin, à propos des Insectes, notamment de l'hémophéine du *Blaps mortisaga*. Le sang renferme beaucoup de fibrine, et se prend en masse compacte lorsqu'on l'extrait de l'animal (*Lygia oceanica*, *Anilocra mediterranea*).

Il renferme de nombreux amibocytes remplis des granules réfringents habituels (*Lygia oceanica* et *italica*, *Spheroma serratum*, etc.). M. Delage (51) les a signalés chez la *Lygia oceanica* en indiquant très exactement la teinte verdâtre du protoplasma (due aux granules) ; M. Huet les a aussi bien décrits.

Je n'ai pas trouvé la glande lymphatique. Sars, chez l'*Asellus* et les Cumacés (61), parle d'un organe formé de petits pelotons blancs opaques, placés de chaque côté du cœur et renfermant de très fins granules ; c'est peut-être là qu'il faudrait chercher le lieu de production des amibocytes.

AMPHIPODES. — Chez les nombreux Amphipodes que j'ai examinés (*Caprella acutifrons* et *acanthifera*, *Podalirius*, *Gammarus*, *Talitrus*, etc.), j'ai trouvé comme d'habitude de petits amibocytes parfaitement normaux, peu amiboïdes, à granules verdâtres très nets. Le sang paraît toujours incolore.

La recherche de la glande lymphatique semblerait commode chez les Caprelles, si transparentes et si faciles à étudier ; j'ai porté mon attention sur tous les organes, notamment sur le septum des branchies, sur la base de celles-ci, sur le cœur et les parties qui l'environnent ; je n'ai rien trouvé. Je suis persuadé qu'elle existe, peut-être très diffuse, mais elle a échappé à toutes mes investigations. Une cause d'erreur dont il faut se garder dans les examens microscopiques est la suivante : lorsqu'on comprime l'animal, la circulation se ralentit peu à peu, et les amibocytes s'accumulent

aux extrémités du corps, ce qui pourrait faire croire à des amas lymphatiques.

Chez le *Gammarus locusta* (pl. XV, fig. 1), en examinant de jeunes individus très transparents, on voit facilement le cœur, que décèlent ses contractions rapides; il est relié au sinus sanguin qui l'entoure (péricarde) par quelques brides conjonctivo-musculaires, dont la dernière, au sixième anneau, un peu avant le point où le cœur se continue avec l'aorte inférieure (valvule bilabée, M. Delage, 54), est la plus grande. Ces brides (*gl*) sont chargées de cellules absolument identiques aux globules sanguins, dont quelques-unes sont remplies de granules réfringents; ces amas sont constants, je les ai retrouvés chez un grand nombre d'individus, et il n'est pas possible de les confondre avec les paquets d'amibocytes accolés par accident aux parois du cœlome. Je pense que ces amas lymphatiques représentent la glande productrice, assez diffuse; on conçoit que les difficultés d'observation sont telles que je ne puis être tout à fait affirmatif.

PHYLLOPODES (BRANCHIOPODES ET CLADOCÈRES). — Chez ces animaux, l'hémoglobine se rencontre fréquemment dans le sang, notamment chez les *Apus productus* et *cancriformis*, dont le liquide nourricier est coloré en rouge vif (Krukenberg, Regnard et Blanchard, 1883). Ray-Lankester (1869) a trouvé l'hémoglobine au moyen du spectroscope chez d'autres espèces, les *Cheirocephalus diaphanus*, *Branchipus stagnalis*, une Daphnie, dont le sang est légèrement coloré en jaune clair ou en rose; il est à noter que ce n'est pas une hémoglobine colorée aussi vivement que d'habitude, c'est une variété beaucoup plus pâle. On distingue facilement sa teinte jaunâtre chez la *Daphnia Schefferi* (*D. magna*); le sang est presque complètement incolore chez le *Simocephalus vetulus*.

Chez toutes les espèces que j'ai examinées (*Lyncea sphericus*, *Sida cristallina*, *Daphnia Schefferi*, *Simocephalus vetulus*), le sang renferme un grand nombre d'amibocytes, dont la présence a d'ailleurs été signalée par divers observateurs, notamment par Leydig; ce sont de petites cellules de 6 à 9 μ , émettant de courts pseudo-

podes, les unes bourrées de fins granules verdâtres, réfringents, les autres incolores ou réduites au noyau, comme d'habitude; on décèle facilement par le carmin le noyau central. Chez l'*Apus*, M. R. Blanchard (1883) n'a vu que de très rares globules, qu'il ne décrit pas et qu'il considère avec doute comme appartenant au sang; il y aurait lieu de reprendre à ce point de vue l'étude de l'*Apus*.

Comme chez les autres Crustacés, je n'ai pu trouver la glande lymphatique. Chez les Daphnies (*Daphnia* et *Simocephalus*), dans un appendice muni de deux soies faisant partie du deuxième groupe de rames lamelleuses, j'avais cru voir des amas lymphatiques; mais, chez les individus où je les ai remarqués, ils étaient sans aucun doute constitués par des amibocytes, amoncelés en grand nombre par suite de la stase sanguine due soit à l'action du compresseur, soit à celle des réactifs.

OSTRACODES. — Chez le *Cypris fusca*, le sang m'a paru parfaitement incolore; il paraît (Regnard et Blanchard, 1883) que le spectroscope y décèle la présence de l'hémoglobine; en tout cas, c'est une hémoglobine si pâle, qu'elle n'est plus du tout colorée. Chez les petites espèces examinées en masse, il est d'ailleurs assez utile de se méfier du spectroscope qui donne souvent des indications erronées.

Les amibocytes, de 10 μ environ, ressemblent tout à fait à ceux du *Cyclops*; ils renferment pour la plupart de fins granules réfringents, verdâtres et quelquefois, à titre d'inclusion, un ou deux granules irréguliers d'un rouge brun, dont j'ignore la nature, et qu'on retrouve aussi sur les parois du corps. Les amibocytes ne *circulent pas*; ils restent collés aux parois, se déplacent lentement et ne participent pas aux courants sanguins.

Leur lieu de production m'est inconnu.

COPÉPODES. — J'ai examiné dans ce groupe le *Cyclops viridis*; le sang est parfaitement incolore. Pourtant Leydig (*Arch. für Naturg.*, t. XXV, 1859, p. 203) dit que, chez les Copépodes prisonniers et abondamment nourris, il présente une légère teinte jaune; je ne l'ai certainement pas constatée chez mon espèce.

Le sang renferme de nombreux globules libres de graisse incolore, bleue ou rouge, variant en nombre suivant le régime de l'animal; au premier abord, il paraît ne pas renfermer d'amibocytes; pourtant il y en a un certain nombre, attachés aux parois du corps et aux viscères, assez difficiles à bien voir. Malgré la petite taille de l'animal, ils sont de même dimension que chez les autres Crustacés, de 10 à 15 μ (pl. XV, fig. 2); ils sont remplis de petits granules de ferment laissant au centre une éclaircie correspondant au noyau, et sont surtout remarquables par les pseudopodes que quelques-uns émettent; j'ai vu une cellule de 13 μ , qui a émis des pseudopodes peu nombreux et assez grêles, mais parcourant un espace de près de 80 μ ; un seul amibocyte peut presque aller d'un bout à l'autre de l'animal (en largeur); dans ces longs prolongements qui changent très vite de forme, on voit passer les granules de ferment, et la cellule se déplace ainsi avec une certaine rapidité.

On a souvent nié les amibocytes des *Cyclops*; ils existent bien réellement, mais ils sont fort difficiles à voir.

Chez des Copépodes parasites, *Lernanthropus*, *Clavella* et Congé-ricoles, Van Beneden a trouvé (48, 1880) un *appareil vasculaire à sang rouge*, coloré par l'hémoglobine, existant concurremment avec une cavité générale munie d'amibocytes normaux. Cette exception si extraordinaire, qui nous ramène au type des Annélides et des Vertébrés, a été vérifiée avec soin, semble-t-il; je crois cependant que des études nouvelles sur ce sujet seraient loin d'être inutiles; il'y a peut-être des particularités non observées jusqu'ici qui pourraient ramener ces parasites au type ordinaire des Crustacés.

CIRRIPÈDES. — Le liquide parfaitement incolore renfermé dans le pédoncule paraît être de l'eau de mer (*Scalpellum vulgaris*); je n'y ai trouvé aucun élément figuré; il y aurait lieu de vérifier ce résultat sur les grands Cirripèdes de l'Océan (*Pollicipes* et *Lepas*) afin de voir si réellement il n'y a pas d'amibocytes, et quelle est dans ce cas la disposition qui les remplace.

XIPHOSURES.

Bien que je n'aie pas de recherches personnelles sur le Limule, je placerais ici un résumé des études faites sur le sang, afin de présenter un ensemble plus complet.

Le sang bleuâtre (*Limulus polyphemus*) laisse déposer un coagulum incolore de fibrine, très compact, absolument semblable à celui des Crustacés Décapodes (Halliburton). Le liquide restant contient un albuminoïde dissous, qui est l'hémocyanine, comme l'ont montré les recherches successives de Ray-Lankester (1878), de Golch et Laws (1884), d'Howell (1885).

Le sang ne renferme que des amibocytes, les uns remplis de granules réfringents, les autres plus ou moins vidés de leur contenu, tout à fait semblables en somme à ceux des Crustacés. Ray-Lankester les a figurés (67, pl. VIII, fig. 4).

La glande lymphatique est inconnue chez le Limule.

(A suivre.)
