LE CORPS CARDIAQUE ET LES AMIBOCYTES

des

OLIGOCHÈTES LIMICOLES

par le

Dr M. de BOCK

Avec les planches 11 et 12.

INTRODUCTION

En m'occupant d'études sur les Oligochètes, j'examinai un jour les coupes transversales d'un *Lumbriculus variegatus* Grube, lorsque mon attention fut attirée par de grosses cellules situées dans la lumière du vaisseau dorsal. Il ne s'agissait pas des cellules ordinaires du sang. En suivant la série des coupes, je reconnus un assez long cordon cellulaire, appliqué sur la face ventrale de l'intérieur du vaisseau dorsal. Il se composait de ces grosses cellules très claires, pourvues de noyaux distincts, et renfermant quelques granulations noirâtres. Je fus ainsi amené à comparer cet organe au corps cardiaque, observé depuis longtemps chez plusieurs Annélides, et que j'avais vu moi-même chez quelques Polychètes lors de précédentes études.

Cet organe, assez répandu dans l'ordre des Polychètes, n'est connu jusqu'ici chez les Oligochètes que dans la famille des

Enchytræïdes ¹. Les recherches que je viens de faire sur plusieurs espèces d'Oligochètes, m'ont permis de retrouver l'organe en question chez divers genres de ces animaux.

Avant de décrire les résultats de mes études, je donnerai quelques renseignements sur le matériel et les méthodes dont je me suis servi, et sur les données que l'on possède relativement au corps cardiaque.

Des échantillons de *Lumbriculus variegatus* Grube constituent la plus grande partie de mon matériel. En outre, j'ai disposé d'un petit nombre de *Rhynchelmis limosella* Hoffm., *Enchytræus humicultor* Vejd., *Tubifex rivulorum* Lam. et *Naïs serpentina* Müll. J'ai recueilli ces Vers, l'année passée, dans des régions assez éloignées les unes des autres, soit dans les environs de Marseille et dans la Livonie, province de la Russie.

Ces animaux étant destinés d'abord à d'autres études étaient tous fixés. C'est pour cela que je n'ai pu examiner le contenu des vaisseaux sanguins sur le vivant.

Je n'ai pas fait d'études détaillées sur les Polychètes. Néanmoins, je possède des préparations de quelques Cirratuliens qui m'ont permis de reconnaître la structure anatomique et histologique du corps cardiaque. Pour le reste, j'ai dû recourir aux mémoires énumérés dans l'Index bibliographique.

Les Oligochètes ont été fixés par divers réactifs: le sublimé en solution concentrée, le liquide d'HERMANN, le liquide de PERENNYI et le mélange de CHICKOW. Pour pouvoir étudier le contenu des vaisseaux sanguins, il est de la plus grande importance d'obtenir une bonne fixation. L'étude des cellules du sang surtout dépend absolument de cette condition. Il y a des liquides fixateurs qui ne coagulent pas bien le sang. Dans ce cas, le sang

¹ Il est douteux que le *Ctenodrilus* compte parmi les Oligochètes (cp. MESNIL et CAULLERY, *Sur la position systématique du genre Ctenodrilus* Clp., Compt. rend. t. 125, 1897). La nature des « glandes sanguines » du *Phreodrilus* est encore trop peu connue, pour qu'on puisse considérer avec certitude ces glandes comme des corps cardiaques.

se délaye, et s'en va par le lavage suivant, si bien que les vaisseaux paraissent vides. C'est peut-être une des circonstances pour lesquelles la vraie nature des cellules du sang, et l'existence du corps cardiaque ont pu échapper à beaucoup d'auteurs. C'est seulement par des fixations faisant coaguler le sang en une masse presque homogène et insoluble dans l'eau ou l'alcool que l'on peut parvenir à reconnaître la forme et la structure des éléments figurés.

Il en est de même lorsqu'on examine sur des coupes les éléments flottant dans la cavité générale. Le liquide coelomique, étant probablement encore plus aqueux que le sang, ne se coagule jamais complètement de manière à former une masse solide remplissant l'espace libre entre la paroi du corps et l'intestin. Ainsi, après certaines fixations laissant la lymphe plus ou moins liquide, on ne trouve dans la cavité générale rien ou presque rien que des éléments attachés à des points fixes. Les lymphocytes libres, par exemple, semblent avoir presque complètement disparu. Leurs corps extrêmement délicats se sont émiettés après la mort, ou sont tombés entre les éléments du revêtement intérieur de la cavité périveriscérale, où on ne les retrouve plus.

En revanche, par d'autres fixations, le liquide coelomique se coagule sous la forme d'un fin réseau, irrégulier et peu serré, il est vrai, mais fixant pourtant la plupart des éléments flottants à leurs endroits respectifs, en les conservant intacts. C'est ainsi que l'on arrive à observer la distribution naturelle des lymphocytes dans la cavité générale, et que l'on peut étudier leur forme et leur structure.

Quant aux liquides fixateurs que j'ai employés, c'est le mélange d'HERMANN qui m'a donné les meilleurs résultats, pour la fixation des tissus, aussi bien que pour celle du contenu des vaisseaux sanguins et de la cavité générale. C'est sur des Vers fixés par ce liquide que j'ai fait la plupart de mes observations. Le mélange de sublimé, d'acide nitrique, d'acide acétique et de quelques sels,

inventé par CHICHKOW pour des Turbellariés, si utile qu'il soit dans ce cas-là, paraît être impropre à la fixation des petits Oligochètes : il m'a donné de très mauvais résultats.

Pour la coloration des coupes, j'ai dû également recourir à des méthodes assurant des résultats précis. Avant tout, il m'a fallu pouvoir bien distinguer le sang des éléments qu'il renferme, au moyen d'une coloration caractéristique du premier. De plus, il faut obtenir une coloration très précise des noyaux, spécialement de leur chromatine, pour pouvoir reconnaître leurs caractères histologiques.

Dans ce but, j'ai utilisé l'affinité de l'éosine pour l'hémoglobine, en mélangeant une solution aqueuse de 0,5 % d'éosine avec la même quantité d'une solution aussi forte de bleu de méthyle (« Wasserblau » de GRÜBLER, à Leipzig)¹. Après la coloration, je lave les coupes pendant peu de temps, dans de l'eau alcaline (une goutte d'une solution concentrée, aqueuse, de carbonate de lithium pour deux centimètres cubes d'eau), et ensuite dans de l'eau légèrement acidulée par quelques gouttes d'acide acétique. Par le lavage acide, les coupes se bleuissent, tandis que l'eau alcaline les vire en violet ou en rose. De cette manière, on peut leur donner la teinte voulue. Lorsque la coloration est bien réussie, les noyaux sont bleus, les autres tissus d'un violet plus ou moins foncé, tandis que le sang prend une couleur d'éosine extrêmement brillante.

Cette méthode n'est applicable qu'aux objets fixés par du sublimé; en outre, elle ne donne pas de colorations suffisamment précises de la chromatine. Pour les objets fixés d'une autre manière, j'ai employé la méthode suivante : après avoir coloré les noyaux par la thionine (« pure » de GRÜBLER), je les traite de nouveau, et pendant peu de temps, par le rouge du Congo

¹ M. MANN, l'inventeur de cette méthode, s'est servi des mêmes couleurs, d'une autre manière, et mélangées en d'autres proportions, pour la coloration des cellules nerveuses. Zeitschr. f. wiss. Mikrosk., t. 11, 1894.

(0,05 %; 1-2 minutes), puis ensuite par la fuchsine acide (0,3 %). Cette dernière peut être facilement extraite par de l'eau ordinaire jusqu'à la nuance voulue.

On sait que des éléments figurés ont été signalés, dans le sang des Lombrics, il y a longtemps. Depuis R. WAGNER (1835), GEGENBAUR (1853), et de QUATREFAGES (1865), ils ont été démontrés chez la plupart des Annélides par de nombreux auteurs. Depuis la publication du grand ouvrage de VEJDovsky (1884) sur les Oligochètes, c'est un fait généralement reconnu que le liquide vasculaire des Annélides renferme des « corpuscules sanguins. »

Mais, il y a longtemps aussi que l'attention des naturalistes a été attirée par une autre formation cellulaire que l'on rencontre dans l'intérieur du système vasculaire. Cet organe, que l'on désigne aujourd'hui d'ordinaire sous le nom de corps cardiaque, nom qui lui a été donné par SALENSKY, est un cordon cellulaire, d'une grandeur considérable, placé dans l'intérieur du vaisseau dorsal. Sa découverte est due à CLAPARÈDE, qui a été le premier à le signaler dans les genres *Audouinia* et *Terebella* (1873).

Depuis lors, la situation extraordinaire de cet organe dans le vaisseau et sa fonction énigmatique ont souvent excité la curiosité des zoologistes. On a reconnu que l'organe en question est assez répandu chez les Polychètes. Dans l'ordre des Oligochètes, il n'a été découvert, jusqu'à présent, que dans un nombre de genres assez restreint.

E. MEYER a trouvé cet organe chez le *Polyophthalmus pictus* (1882). SALENSKY (1883) l'a vu chez la *Terebella* déjà à des stades larvaires. STEEN (1883) l'observe chez le *Terebellides Stræmii*, et HORST (1885) chez des Chlaræmides. En 1882, v. KENNEL signale la présence d'un pareil organe dans le vaisseau dorsal du *Ctenodrillus pardalis*. En 1886, MICHÆLSEN donne une courte description du corps cardiaque du *Terebellides Stræmii* et de la *Pectinaria belgica*. L'année suivante, MICHÆLSEN découvre le corps cardiaque chez le genre *Mesenchytræus* et, en 1888,

chez le *Stercutus*. CUNNINGHAM (1887) l'étudie sur la *Trophonia plumosa*, et BLES (1892) s'en occupe chez le *Siphonostoma diplochætos*. Des études détaillées sur le corps cardiaque des Cirratuliens, Térébelliens et Amphicténiens ont été publiées par PICTON (1898).

Il me reste à mentionner deux cas dans lesquels on a signalé la présence, dans le système vasculaire, de formations cellulaires se distinguant des formations analogues par la situation qu'elles occupent. Ces prétendus corps cardiaques ne sont pas en communication directe avec le vaisseau dorsal. Ce sont les « glandes sanguines » que BEDDARD (1891) signale dans des vaisseaux latéraux du *Phreodrilus subterraneus*, et les corps cardiaques trouvés par GAMBLE et ASHWOTH (1898) dans les deux cœurs des Arénicoles.

Sans pouvoir juger de la nature de ces organes, n'ayant pas étudié ces Vers, je pense que la situation des organes en question ne serait pas un obstacle à ce qu'ils soient considérés comme étant homologues des corps cardiaques typiques.

J'ai énuméré les principaux auteurs qui se sont occupés de cet organe singulier. Quant à leurs opinions sur son origine et sa fonction, elles sont des plus diverses, et j'aurai encore à y revenir dans le courant de ce travail. En revanche, les descriptions qu'ils donnent de la forme, de la structure et de la situation du corps cardiaque, démontrent que sa nature anatomique est bien caractérisée.

Ce que l'on entend donc sous le nom de corps cardiaque, est un organe situé dans l'intérieur du système vasculaire, d'ordinaire du vaisseau dorsal, se composant de cellules attachées les unes aux autres de manière à former une bande ou un cordon d'une certaine longueur. Ces cellules sont souvent pourvues de membranes distinctes et renferment ordinairement des granulations. Elles présentent souvent un aspect vésiculeux ou vacuolisé, ou semblent quelquefois presque vides, ne contenant, sauf les granulations

mentionnées, que de plus ou moins rares coagulations fibreuses ou finement granuleuses. Mais il y a toujours des cellules renfermant un protoplasme plus solide. Ce cordon est droit ou replié, son intérieur est creux ou non, ses extrémités peuvent s'attacher à la paroi vasculaire, mais ce sont là des circonstances qui ne paraissent pas avoir une grande importance.

I. *Le corps cardiaque des Oligochètes.*

Les formations cellulaires que j'ai trouvées dans le vaisseau dorsal de plusieurs Oligochètes présentent bien les caractères principaux d'un corps cardiaque. Sans vouloir entrer dans des comparaisons détaillées avec des Polychètes, je ne ferai que renvoyer à la description du même organe dans le genre *Mesenchytræus*, faite par MICHÆLSEN (1887). Ce naturaliste, qui a été le premier à voir le corps cardiaque chez les Oligochètes, et qui l'a retrouvé l'année suivante dans un autre genre de la même famille (*Stercutus*), en donne une description et des figures qui me permettent d'établir l'identité indubitable de cet organe chez le *Mesenchytræus* et les Lumbriculides.

J'ai constaté sa présence chez les espèces suivantes : *Lumbriculus variegatus*, *Rhynchelmis limosella*, *Tubifex rivulorum* et *Naïs serpentina*, c'est-à-dire chez des représentants de trois familles. Mais mes recherches ont porté surtout sur le *Lumbriculus*.

Le corps cardiaque du *Lumbriculus variegatus* se compose, comme je l'ai dit, de grosses cellules, entourées d'une forte membrane, et pourvues de noyaux nettement visibles. Le corps de ces cellules est très clair, et ressemble à une vésicule presque vide. D'ordinaire, le protoplasme prend l'aspect de coagulations finement fibreuses s'étendant, dans les Vers les mieux fixés, en forme de réseau irrégulier dans toute la cellule. Cet aspect montre que le protoplasme vivant de ces cellules doit se trouver dans un état assez liquide. L'intérieur de la cellule renferme souvent, mais pas toujours, des granulations d'une couleur brun-

noirâtre ou noire. Les dimensions de ces granules varient entre celles des grains de chloragène typiques et celles de très petits points presque invisibles. Les noyaux de ces cellules sont de taille moyenne, et, comme on l'observe quelquefois, varient de forme et de couleur. J'aurai encore à y revenir.

Il n'est pas rare de rencontrer deux de ces noyaux unis plus ou moins étroitement, ou un noyau oblong laissant voir une constriction plus ou moins avancée. Ce sont évidemment des stades de divisions amitotiques. Mais jamais je n'ai réussi à observer les cellules elles-mêmes en état de division.

Les cellules sont étroitement serrées les unes contre les autres et disposées en groupes ou en masses de forme variée dans le vaisseau dorsal. Le plus souvent on les voit former un cordon interrompu à partir du 7^{me} ou 8^{me} segment jusqu'au 15^{me}, ou plus en arrière encore. La coupe transversale de ce cordon laisse toujours voir plusieurs cellules, ordinairement trois ou quatre. En outre, on trouve encore dans le vaisseau, devant le cordon et derrière lui, un ou quelques groupes isolés, se composant des mêmes cellules. Ces groupes ne consistent quelquefois qu'en quatre ou cinq cellules. Mais ils peuvent avoir les longueurs les plus diverses. Dans ce cas, le cordon est divisé en morceaux séparés. Des coupes longitudinales montrent souvent que le cordon est interrompu par la constriction du vaisseau aux endroits des dissépiments.

Le corps cardiaque est aussi variable dans son épaisseur que dans sa longueur. Il est toujours placé sur la face ventrale du vaisseau. D'habitude, il ne remplit qu'une partie de la lumière de celui-ci, mais il augmente souvent de diamètre jusqu'à boucher absolument tout le vaisseau. Dans un cas extrême, j'ai vu celui-ci rempli de la sorte sur une étendue de plusieurs segments. Le corps cardiaque formait alors un cordon interrompu commençant au 5^{me} segment et s'étendant jusqu'au 24^{me}. Le corps cardiaque du *Lumbriculus* est représenté par les figures 1 et 2.

J'ai constaté la présence d'un cordon cellulaire ou de groupes isolés, composés des mêmes éléments, à partir du 5^{me} jusqu'au 25^{me} segment. Quelquefois l'organe ne commence qu'au 7^{me} ou 8^{me} segment, et c'est dans ces segments, aussi bien que dans les suivants, qu'il se trouve le plus développé. Il se termine souvent avant le 25^{me} segment. Quelquefois, quand le vaisseau dorsal est bourré de cellules, elles entrent dans le sinus sanguin qui entoure l'intestin, ou même de côté, dans les vaisseaux latéraux aveugles.

Il est impossible de ne pas comparer le corps cardiaque aux cellules chloragogènes qui revêtent l'intestin et le vaisseau dorsal, comme tant d'auteurs l'ont déjà fait depuis CLAPARÈDE. EISIG, dans sa belle monographie des Capitellides, lui donne même le nom de « intravasale Chloragogendrüsen. » Ces comparaisons sont pour la plupart basées sur le rôle physiologique, probablement analogue, des cellules chloragogènes et des cellules intravasculaires, toutes les deux renfermant des granulations de même nature à peu près. Mais, la ressemblance me paraît être encore plus évidente chez les Oligochètes, spécialement chez le *Lumbriculus*, qu'elle ne l'est chez les Polychètes, vu l'identité presque complète de la structure histologique des éléments du corps cardiaque avec les cellules chloragogènes. Comme j'aurai encore à revenir sur ce sujet, je me borne ici à faire remarquer que presque tout ce que j'ai dit sur la structure des cellules du corps cardiaque et sur leurs noyaux, est applicable aussi aux cellules chloragogènes du *Lumbriculus*.

Néanmoins, il existe encore, à part la différence de grandeur, une différence remarquable en ce qui concerne les inclusions. On sait que les cellules chloragogènes renferment diverses espèces de granules, dont une surtout se trouve très répandue. Ce sont les grains réfringents, d'un brun jaunâtre ou verdâtre, qu'il faut considérer comme le chloragogène typique. Ils sont parfois si nombreux que les cellules en sont gonflées. Les élé-

ments du corps cardiaque, au contraire, ne renferment que de rares granules noirs ou noirâtres, qui peuvent même manquer complètement. Peut-être que la substance des grains réfringents varie dans son apparence, car on trouve parfois les cellules chloragogènes remplies seulement de grains d'un brun foncé ou même noirs, et ne renfermant pas un seul granule réfringent. Je ne puis donc prétendre que les inclusions du corps cardiaque soient d'une autre matière que celles des cellules chloragogènes. Quoiqu'il en soit, on n'observe jamais parmi les éléments du corps cardiaque des cellules ayant l'aspect de cellules chloragogènes typiques.

J'ai observé la présence du corps cardiaque chez une vingtaine de *Lumbriculus* et chez six *Rhynchelmis*. C'est dire que je l'ai trouvé chez tous les Vers dont j'ai examiné les parties antérieures du corps. Une seule fois, je ne l'ai pas retrouvé. Mais, dans ce cas, un examen approfondi m'a fait reconnaître que la tête du Ver se trouvait encore dans un état retardé de régénération. Il s'agissait en réalité d'une partie postérieure, séparée depuis peu de temps seulement de la partie antérieure du corps.

Je n'ai jamais observé l'organe au delà du 25^{me} segment, il ne se trouve donc pas dans les parties postérieures du Ver.

Quant à la *Naïs serpentina*, j'ai étudié seulement trois exemplaires de ces Vers, mais tous m'ont montré ces grandes cellules claires dans la partie antérieure du vaisseau dorsal. Elles ne diffèrent de celles du *Lumbriculus* que par la grandeur de leurs noyaux, et par leurs corps peut-être un peu plus clairs et vides. Mais ces cellules ne forment guère de longs cordons ; elles sont isolées et séparées les unes des autres par de petits intervalles libres, ou sont souvent attachées les unes aux autres de manière à former de courtes chaînes. Quelquefois de très fines et rares granulations noires se trouvent dans leur intérieur (fig. 3 et 4).

Chez le *Tubifex rivulorum*, le corps cardiaque est encore plus

variable et ce n'est que l'homologie évidente avec le corps cardiaque du *Lumbriculus*, qui permet de lui conserver le même nom. Il est composé de cellules isolées, ou réunies en petits groupes. Ces cellules se trouvent également dans la partie antérieure du vaisseau dorsal, et surtout dans les fortes sinuosités qu'il forme des deux côtés de l'intestin. Elles sont grosses, mais moins claires et plus riches en protoplasme finement granuleux que celles des Vers ci-dessus mentionnés. En s'associant en groupes, elles peuvent souvent remplir complètement le vaisseau qui les contient (fig. 6 et 7). Cette apparence est probablement due à la circonstance que le vaisseau a été fixé au moment de la systole.

Chez les Vers que j'ai étudiés, je n'ai pas observé de granulations de couleur foncée dans le corps des cellules intravasculaires. Ces éléments se placent sur la paroi du vaisseau, comme chez la *Naïs*. Mais on voit, dans les sinuosités latérales, que c'est toujours du côté de l'intestin qu'ils se trouvent accolés, et non sur la face ventrale.

J'ai pu constater leur présence chez trois *Tubifex*. L'un d'eux ne possédait qu'un petit nombre de ces cellules, tandis que chez un autre, elles étaient abondantes. Un quatrième individu de cette espèce en était totalement dépourvu.

En outre, j'ai examiné trois ou quatre *Enchytræus humiculator* et un exemplaire de *Stylaria lacustris*. Ce dernier Ver ne m'a rien montré de remarquable. Dans le vaisseau dorsal des *Enchytræus*, j'ai pu voir de nombreuses cellules du sang, prenant parfois des formes très surprenantes, même celle d'étoiles irrégulières (fig. 11). Nous nous en occuperons encore plus loin. Mais je dois dire que je n'ai rien trouvé qui puisse rappeler un corps cardiaque.

Il résulte de ce qui précède :

1° Qu'il se trouve un corps cardiaque chez le *Lumbriculus*, la *Rhynchelmis*, la *Naïs* et le *Tubifex*,

2° que la présence de cet organe est inconstante, du moins chez le *Tubifex*, et

3° que cet organe varie de forme et de grandeur dans ces quatre genres.

Les questions relatives à l'origine et aux fonctions de cet organe singulier seront traitées plus loin. Avant de les aborder, nous devons présenter encore quelques observations sur les amibocytes sanguins et cœlomiques, et sur le chloragogène.

II. *Les amibocytes du sang.*

La présence de corpuscules sanguins dans le liquide vasculaire des Vers est un fait établi depuis longtemps, comme je l'ai dit plus haut. Mais, la plupart des auteurs, surtout parmi les plus anciens, les considèrent comme des corpuscules ou des cellules oblongues, d'une certaine grandeur et de forme invariable. Les suppositions relatives à l'identité de ces cellules avec les corpuscules sanguins des Vertébrés, ont empêché pendant longtemps de se rendre compte de la vraie nature de ces cellules; ce n'est que dans ces derniers temps que l'on a reconnu leur caractère amiboïde. Parmi les naturalistes qui s'en sont occupés récemment, il faut surtout citer CUÉNOT (1891, 1898), qui a consacré des études spéciales et détaillées aux amibocytes du sang et du liquide cœlomique.

Les cellules du sang des Olygochètes sont des amibocytes, comme aussi celles de la lymphe de la cavité générale. Mais il faut constater que ce fait n'a pas encore été généralement reconnu. On a décrit, comme cellules appartenant à l'endothelium, des cellules attachées à la face intérieure du vaisseau et y formant de grandes proéminences, et des cellules pourvues de prolongements variés et se fixant à la paroi vasculaire par de minces pédoncules. Je pense que dans beaucoup de ces cas il s'agit des amibocytes du sang. Lorsqu'on trouve dans les vaisseaux sanguins un grand nombre de cellules dont la chromatine et le

protoplasme ont un aspect absolument semblable, mais qui présentent toutes les formes possibles et se trouvent tantôt libres, flottant dans le sang, tantôt attachées à la paroi vasculaire, on ne peut pas hésiter à leur attribuer une nature amiboïde.

Je peux donc confirmer l'existence d'amibocytes dans le sang des Oligochètes. Je les ai observés non seulement dans les quatre espèces dont j'ai étudié le corps cardiaque, mais encore chez la *Stylaria lacustris* et l'*Enchytræus humicultor*. Des amibocytes du *Lumbriculus*, *Enchytræus* et *Tubifex* sont représentés sur les figures 10 à 14.

Voici comment CUÉNOT (1898) s'exprime au sujet de ces cellules: « Ce sont de très petites cellules amiboïdes, qui s'attachent à la paroi des vaisseaux par leurs pseudopodes, ou se laissent emporter par le torrent sanguin. Le protoplasma renferme quelques fines granulations jaunes... »

Mes propres observations sont d'accord avec celles de CUÉNOT. J'ai vu les cellules en question flottant dans le sang ou en contact avec le vaisseau. Dans le premier cas, leurs corps sont ellipsoïdes, ovoïdes ou en forme de grains d'avoine, quelquefois même assez allongés. Il est rare de les voir émettre des pseudopodes à l'état libre dans la lumière du vaisseau. A l'état de repos, elles s'arrondissent en forme de petits globules, collés à la face intérieure du vaisseau, ou, au contraire, elles émettent leurs pseudopodes. Je n'ai vu des cellules à pseudopodes allongés dans la lumière du vaisseau que chez le *Tubifex* (une cellule de la fig. 14), où ces prolongements sont très fins, courts et indistinctement visibles, et chez l'*Enchytræus humicultor* où, en revanche, ils sont très développés (fig. 11). Parmi les espèces examinées, cette dernière m'a montré les formes les plus surprenantes d'amibocytes du sang. Les cellules, chez l'*Enchytræus*, ressemblent tellement aux figures que NUSBAUM et RAKOWSKI (1897) ont données des cellules observées dans le vaisseau dorsal de la *Friedericia*, que je ne puis douter de leur identité. Je

considère donc les cellules figurées et décrites par ces naturalistes comme des amibocytes, tout en étant d'accord avec ces auteurs au sujet de l'homologie qu'ils leur attribuent avec d'autres formations cellulaires.

Le plus souvent, on voit les amibocytes du sang en train de ramper sur la paroi du vaisseau. Leur corps s'allonge alors et peut prendre une longueur considérable; en même temps il devient très mince et fin. Le noyau seul forme un petit renflement dans le corps. Dans cet état, les cellules, collées sur la face intérieure du vaisseau, offrent bien l'aspect de noyaux de l'endothélium. Mais les extrémités de l'amibocyte se détachent ou s'élèvent parfois un peu, ce qui permet d'éviter toute confusion. Je suis loin de prétendre que l'endothélium du vaisseau ne puisse être de nature cellulaire, mais je crois que l'on s'est souvent trompé, en considérant des amibocytes comme des noyaux de la couche intérieure du vaisseau.

Les amibocytes sanguins sont même capables, comme je l'ai vu plusieurs fois, de traverser la lumière du vaisseau. Dans ce but, ils s'allongent à travers le vaisseau, et s'attachent par l'extrémité étendue à la paroi opposée (voir une des cellules de la fig. 10), pour abandonner ensuite la place qu'ils occupaient en premier lieu. On ne saurait expliquer autrement l'aspect représenté par la figure 10. Il faut donc reconnaître que ces cellules possèdent des facultés amiboïdes surprenantes, et qui surpassent même celles que l'on observe chez les Amibes ordinaires.

Ayant reconnu le caractère amiboïde de ces cellules, nous ne serons pas étonnés de voir qu'elles varient considérablement de grandeur. Les plus petites ne présentent que l'apparence d'un noyau entouré d'une fine couche de protoplasme, ou attaché à un petit amas de protoplasme. Mais on observe toutes les dimensions jusqu'à celle des lymphocytes cœlomiques.

Plus ces cellules s'allongent, plus leur protoplasme est clair.

Il se montre très finement fibreux, lorsque les cellules sont très étendues, tandis qu'il est finement granuleux dans l'état arrondi ou raccourci. C'est chez l'*Enchytræus* que les granulations du protoplasme sont les plus grosses et les plus distinctes.

On voit souvent quelques gouttelettes ou petits grains de couleur brune ou noire renfermés dans le corps des amibocytes, et c'est surtout dans ce cas qu'ils peuvent s'agrandir considérablement.

Ce qui est étonnant au premier abord, c'est la variabilité des noyaux. Le nucléus doit être d'une assez grande élasticité, car il suit toutes les variations de la cellule. Quand celle-ci s'allonge ou s'aplatit, il s'allonge ou s'aplatit de même (jusqu'à un certain degré), tandis qu'il est sphérique dans des cellules arrondies. Il peut même s'accroître souvent de la moitié environ dans des grosses cellules qui renferment des inclusions.

Le fait qu'il présente tantôt une couleur plus foncée, tantôt une teinte plus claire, ne tient qu'à la densité plus ou moins grande des granules de chromatine, densité qui dépend évidemment du rétrécissement ou de l'élargissement du noyau. Les aspects variés de ce dernier s'expliquent donc très simplement, et ne sont que la conséquence de l'élasticité de sa membrane.

Il est par conséquent difficile de caractériser ces noyaux d'une manière générale. Il n'est possible de le faire que lorsque la cellule est arrondie ou peu étendue. Dans ce cas, les noyaux que je considère alors comme étant les noyaux typiques des amibocytes, sont assez petits, ronds, oblongs ou aplatis. Leur chromatine consiste en petits grains serrés, distribués également, et de couleur foncée. Leur nucléole, à moins qu'il ne soit tout à fait caché, ce qui a lieu ordinairement, est très peu apparent. J'ajoute que cette description ne se rapporte qu'aux Lumbriculides que j'ai étudiés.

Il va sans dire que les amibocytes du sang, comme aussi ceux de la lymphe coelomique, sont nus, c'est-à-dire dépourvus de membrane.

Les amibocytes sanguins pénètrent souvent dans l'épithélium intestinal.

On rencontre dans cet épithélium des noyaux de divers aspects. On y voit surtout de grands noyaux épithéliaux, faciles à reconnaître à l'état de repos, mais se présentant sous différents aspects aux stades de la division mitotique. De plus, on trouve en abondance, chez quelques Vers, des noyaux, des grains ou d'autres corpuscules d'une provenance évidemment étrangère. Ce sont des restes végétaux de nourriture qui peuvent entrer dans l'épithélium intestinal à cause de la grande faculté amiboïde des cellules épithéliales, faculté dont j'ai observé parfois des preuves frappantes chez les Lumbriculides, et qui a été mise hors de doute par les intéressantes expériences de KÜKENTHAL (1888) sur le *Lombric*. En outre, la couche épaisse de l'épithélium intestinal, surtout dans sa partie basale, renferme encore des noyaux plus petits que les noyaux épithéliaux, mais de grandeur et d'aspect variés. Ce sont probablement en partie des noyaux complémentaires, servant au remplacement de ceux de l'épithélium. Mais beaucoup d'entre eux offrent un aspect identique à celui des noyaux typiques des amibocytes du sang. De plus, dans un petit nombre de mes préparations, j'ai pu observer avec une netteté absolue non seulement le noyau, mais aussi tout le corps de l'amibocyte dans l'intérieur de la paroi de l'intestin, se distinguant du protoplasme de l'épithélium par sa teinte un peu plus claire (fig. 23 et 24).

On voit donc la cellule amiboïde passer sans difficulté à travers les éléments de la paroi intestinale. De plus, on peut apercevoir quelquefois un amibocyte en train de pénétrer dans la couche épithéliale, mais dont l'extrémité du corps fait encore saillie dans la lumière du sinus sanguin (fig. 17, et 18). Il est donc évident que les amibocytes traversent facilement l'endothélium du vaisseau sanguin, rappelant ainsi les propriétés bien connues des leucocytes. Mais il faut ajouter qu'ils ne font pas usage de

cette faculté, à ce qu'il me semble, pour se rendre ailleurs que dans l'épithélium intestinal. Du moins, je n'ai jamais pu constater leur présence dans la cavité périvericérale, où on les distinguerait facilement des lymphocytes.

Examinons maintenant la question de la fonction des amibocytes sanguins. CUÉNOT (1891), dans des études détaillées, faites sur un grand nombre de familles d'Invertébrés, attribue aux amibocytes en général la fonction de former des albuminoïdes, des cellules de réserve, et de prendre part à la guérison des blessures. Quant aux amibocytes du sang du Lombric et du *Tubifex* en particulier, ils auraient, d'après cet auteur (1898), à jouer un rôle probablement excréteur. Des expériences lui ont montré que des matières colorantes peuvent « passer à travers la paroi vasculaire et se fixer entièrement sur les amibocytes à granulations jaunes et sur ceux-là seulement. » CUÉNOT en conclut que ces cellules paraissent être des cellules excrétrices « qui retirent du sang des produits de désassimilation qu'il renferme et les accumulent dans leur protoplasma sous forme de fines granulations. » EISIG aussi a soutenu, en 1887 déjà, la nature excrétrice des globules rouges de l'hémolymph chez les Capitellides, en même temps que la fonction consistant à accumuler de l'hémoglobine. Il a trouvé que les granules de couleur foncée, renfermés dans leurs corps, sont identiques, pour l'aspect et la composition chimique, aux concrétions des néphridies.

LÆWIT (1891) suppose que les granulations et gouttelettes réfringentes des amibocytes proviennent des matières pyrogènes du noyau, et compare ces cellules à des glandes unicellulaires.

On voit, d'après l'exposé que nous venons de donner de l'opinion de quelques naturalistes, que, bien que l'état actuel de la science ne permette pas de reconnaître toutes les fonctions des amibocytes, il n'est pas improbable cependant que ces cellules aient à jouer plusieurs rôles à la fois.

Je n'ai pas fait moi-même de recherches chimiques ou physio-

logiques sur les amibocytes sanguins, mais je crois pouvoir conclure, des études faites par d'autres auteurs et de mes observations microscopiques, que l'activité de ces cellules se manifeste de deux manières différentes: d'une part, dans une fonction glandulaire, que je n'ai pu étudier, d'autre part, dans une fonction phagocytaire, sur laquelle je donnerai quelques renseignements.

En parcourant les ouvrages traitant cette question, on y trouve seulement quelques observations relatives au fait que certaines couleurs peuvent se fixer spécialement sur ces cellules. Nous manquons donc, jusqu'à présent, d'observations directes sur cette propriété des amibocytes du sang, propriété assez bien étudiée d'ailleurs chez les leucocytes de la cavité générale.

On sait que ces cellules amiboïdes renferment souvent, dans leur protoplasme, des corpuscules, des granules ou des gouttelettes. Chez les Lumbriculides qui ont servi de sujet à mes études, on trouve surtout deux sortes d'inclusions dans ces cellules. Ordinairement, elles renferment de très petits granules noirs, semblables à ceux qui forment la couche pigmentaire du péritoine, ou des gouttes d'une matière brun-jaunâtre et non réfringentes. Les dimensions de ces gouttes brunes varient du reste beaucoup. Les amibocytes ne renferment qu'un ou deux granules ou gouttelettes et n'en sont jamais bourrés.

D'où proviennent ces matières renfermées dans les amibocytes? Sont-elles des produits de l'activité du protoplasme qui les aurait sécrétées? Il est probable, comme je vais le montrer, qu'elles sont, du moins en partie, d'origine étrangère.

Cette matière brune — qui n'est pas de la graisse, à en juger d'après la réaction de l'acide osmique — se trouve en forme de gouttes de diverses grandeurs, non seulement dans le sinus sanguin de l'intestin, mais encore dans l'épithélium de celui-ci. C'est là, dans l'intérieur des cellules épithéliales, qu'on la voit apparaître sous forme de gouttelettes, tantôt très petites et logées dans une vacuole, tantôt plus grosses. Lorsqu'elles sont arrivées à une

certaine grandeur, elles sortent de l'intérieur de la cellule épithéliale et se trouvent alors placées entre les éléments de la paroi intestinale. C'est là qu'on les voit quelquefois en état de fusion, et qu'elles forment de cette manière des gouttes ou même des amas de toutes les grandeurs.

L'épithélium intestinal se débarrasse ensuite de ces masses en les expulsant non pas dans l'intérieur du tube intestinal, mais de l'autre côté, dans le sinus sanguin.

En considérant l'identité complète (du moins en apparence) de ces substances produites par l'épithélium intestinal, avec les gouttes brunes renfermées dans les amibocytes, et le fait que ceux-ci les rencontrent aussi bien dans le système vasculaire que dans l'intérieur de la paroi intestinale, on pourrait peut-être admettre que c'est par la voie de la phagocytose que ces gouttelettes entrent dans le corps des cellules amiboïdes. Nous donnerons plus loin des preuves en faveur de cette opinion.

Je dois ajouter encore quelques mots au sujet des granules noirs qui sont plus fréquents chez les amibocytes que les gouttes brunes. Je ne puis affirmer que ces granules noirs, ronds et très petits, proviennent aussi de l'épithélium intestinal, car je n'en ai pas remarqué un seul dans cette couche. Tout ce que je peux dire, c'est qu'ils se trouvent à l'état libre, quoique rarement et en nombre restreint, dans le sang du sinus intestinal. Ils seront probablement phagocytés par les amibocytes, à moins que ceux-ci, au contraire, ne les aient abandonnés. Il n'est pas impossible d'ailleurs que les granules noirs de ces cellules soient d'origine différente.

Il se peut, par exemple, qu'ils résultent en partie de la transformation ou d'un remaniement des gouttelettes brunes, ou qu'ils soient trouvés et phagocytés dans le sang. On pourrait peut-être admettre que, dans des cas extraordinaires, le sang étant surchargé de matières d'excrétion, celles-ci puissent s'éliminer elles-mêmes en se précipitant dans le sens chimique de leur solution

sursaturée sous la forme de petits granules. Mais il va sans dire que ce ne sont là que de simples suppositions.

Pour mettre hors de doute la faculté phagocytaire des amibocytes sanguins, j'appellerai encore une fois l'attention du lecteur sur l'épithélium intestinal.

Chez quelques Vers, il s'y trouve une quantité de restes végétaux dispersés parmi les éléments épithéliaux, comme je l'ai mentionné plus haut. Il va sans dire que, selon les circonstances, ces restes végétaux sont abondants chez certains Vers, tandis que bien souvent, chez d'autres, ils font absolument défaut. J'ai trouvé surtout un *Lumbriculus* et un *Tubifex* dont la paroi intestinale renfermait des inclusions d'un aspect remarquable, et en grande quantité. On y remarquait des cellules qui ne pouvaient appartenir à l'épithélium, avec des noyaux très gros et colorés toujours très fortement en rouge brun foncé, contrairement à ce que l'on observe chez les autres noyaux de la paroi intestinale.

Ces inclusions, bien qu'un peu différentes dans les deux Vers que j'ai étudiés, étaient très faciles à reconnaître et à distinguer de tous les autres éléments de la même couche. Chez le *Tubifex*, elles ne se rencontraient que sous la forme de grandes agglomérations (fig. 19). J'en ai compté jusqu'à sept dans une seule coupe transversale (cas extrême). Mais, chez le *Lumbriculus*, j'ai trouvé des cellules isolées, et des amas de ces cellules formant des paquets (fig. 17). Ces derniers, de même que les agglomérations du *Tubifex*, étaient toujours dans un état de décomposition plus ou moins avancé. Un point important à noter, c'est que ces paquets cellulaires, dont les noyaux montraient un état de dégénérescence, étaient toujours entourés d'une membrane distincte à laquelle se trouvaient accolées quelques cellules très petites, et ressemblant beaucoup aux amibocytes typiques du sang.

Ayant reconnu la faculté des amibocytes de pénétrer dans l'épithélium intestinal, je ne doute pas qu'ils ne forment une

couche enveloppant les corps étrangers, et il me paraît très vraisemblable que c'est par leur action chimique que les cellules enveloppées se décomposent.

La coloration particulière de ces noyaux végétaux m'a permis, dans un cas propice, d'observer, pour ainsi dire directement, l'acte de la phagocytose. Les cellules végétales en question qui se trouvent isolées dans l'épithélium, sont parfois dans un état de décomposition. C'est pour cela que leurs noyaux se trouvent assez souvent isolés dans la paroi intestinale. Or, j'ai eu l'occasion d'observer un amibocyte plongé dans cette couche dont son corps se distinguait très nettement (fig. 17). L'une de ses extrémités se voyait encore dans le sinus sanguin, tandis que l'autre, entrée dans l'épithélium, y renfermait déjà un noyau végétal de couleur rouge-brun, noyau qui ne pouvait pas être confondu avec autre chose.

Il résulte de cela que les amibocytes sanguins de ces Vers sont des cellules phagocytaires typiques.

J'ai à mentionner encore une propriété importante de ces cellules. Il n'est pas rare de voir, dans le système vasculaire intestinal, des amibocytes d'une grandeur extraordinaire et renfermant, outre les granules noirs et les gouttelettes brunes, deux ou trois noyaux. Cette apparence peut être due à une association de deux ou trois amibocytes normaux, ou à une division du noyau dans une seule cellule qui, bien que s'agrandissant, ne se serait pas divisée elle-même. La question ne peut être résolue que par des observations sur le vivant. Néanmoins, l'analogie parfaite des amibocytes du sang avec les lymphocytes coelomiques, et d'autres raisons qui seront mentionnées plus loin, me font supposer qu'il s'agit ici d'une réunion de cellules précédemment isolées, cellules qui d'ailleurs ne se réuniraient qu'après avoir phagocyté des granules ou autre chose (fig. 8 et 9).

En ce qui concerne l'origine et la reproduction des amibocytes du sang, j'ai observé leur multiplication par division ami-

totique. On peut voir leurs noyaux à tous les stades de la division, ce qui ne permet pas de doute à cet égard. Dans un seul cas, j'ai rencontré un noyau qui présentait l'apparence d'une mitose. Mais cette observation n'est pas assez certaine pour que je puisse prétendre que cette forme de division nucléaire existe chez les amibocytes du sang, comme elle se trouve, quoique très rarement, chez les lymphocytes cœlomiques.

VEJDOVSKY a décrit, déjà en 1884, la division directe des « corpuscules sanguins » mais, depuis lors, ce fait ne paraît pas avoir été reconnu généralement.

Cependant, chez des animaux manquant d'un système vasculaire clos, comme les Arthropodes et quelques familles de Polychètes, on a reconnu depuis longtemps que les cellules de l'hémolymphe se divisent. EISIG (1887), par exemple, mentionne la division, même indirecte (mitotique), des corpuscules rouges des Capitellides, et LÖWIT (1891) a consacré des études détaillées à la division amitotique des cellules de l'hémolymphe de l'*Astacus*.

Les amibocytes du sang se reproduisent donc par voie de division. De nombreux auteurs ont montré qu'il existe encore un autre procédé de formation. LEYDIG (1864) a vu, dans des Vers transparents, des cellules se détacher de la paroi vasculaire; il considérait ce phénomène comme un bourgeonnement. Dans la même année, KUPFFER (1864) a publié le résultat de ses recherches sur les cellules sanguines chez des Hirudinées. Selon ces auteurs, les corpuscules sanguins proviennent de la paroi vasculaire. VEJDOVSKY (1884) admet également que les cellules sanguines sont produites en cet endroit. Les cellules de la couche intérieure du vaisseau, en état de prolifération, formeraient, d'après cet auteur, des amas donnant naissance aux globules du sang. Ces amas se verraient souvent dans diverses parties du système vasculaire. Il est possible qu'il en soit ainsi. Mais on ne doit pas oublier que l'ignorance dans laquelle on se trouvait alors, rela-

tivement à la nature amiboïde de ces cellules, a dû être souvent une cause d'erreur.

Chez les Lumbriculides, en particulier, on ne trouve pas de pareilles proliférations cellulaires en forme d'amas dans toutes les parties du système vasculaire. En revanche, je crois avoir trouvé l'endroit où les amibocytes du sang prennent naissance, ou quelque chose de semblable à un organe lymphoïde. Cependant, je dois dire qu'il ne m'a pas été possible de déterminer d'une façon certaine la nature de cette formation singulière.

On sait que l'intestin des Vers en question est étroitement enveloppé d'un système vasculaire auquel on a donné anciennement le nom de sinus intestinal. Or, sur des coupes transversales, on voit souvent ce sinus former un petit élargissement dans la ligne ventrale de l'intestin. Dans son intérieur, se trouvent deux ou trois grandes cellules d'un aspect singulier, et, en outre, quelques petits amibocytes sanguins.

Ces grandes cellules ne ressemblent point aux amibocytes du sang, même dans un état avancé de phagocytose. Par leurs caractères histologiques, elles rappellent plutôt l'aspect des leucocytes coelomiques. Leur noyau rond est grand et contient de rares et gros granules de chromatine et un nucléole bien visible. Le corps est de forme irrégulière et le protoplasme est distinctement granuleux. Elles se distinguent donc facilement des autres éléments du sang et, comme on les rencontre chez beaucoup de Vers, il faut en conclure qu'elles ont à jouer un rôle particulier. Je les aurais prises pour des cellules de l'endothélium vasculaire en train de se transformer en un organe lymphoïde — opinion d'autant plus plausible que j'ai pu constater plusieurs fois leurs divisions amitotiques (fig. 15) — si je n'avais pas aperçu en même temps que, bien souvent, elles ne se trouvaient pas même en contact avec la paroi du sinus. Une fois, dans le cas qui est représenté par la figure 15, j'ai vu plusieurs amibocytes à corps allongés, dont l'extrémité touchait ces grandes cellules, comme

s'ils étaient en train de se détacher d'elles. Mais cette observation unique ne constitue pas une preuve suffisante.

Un autre fait à mentionner, c'est que les lymphocytes coelomiques ont la faculté de pénétrer dans le sinus intestinal. La figure 31 représente un lymphocyte que l'on voit passer à travers la paroi vasculaire et entrer dans le sinus, c'est-à-dire dans son élargissement ventral, en forme de petit sac ou de poche.

Quelle peut être l'origine de ces grandes cellules sous-intestinales? Proviennent-elles de l'endothélium vasculaire, dont elles se détacheraient, ou doit-on les considérer comme des lymphocytes immigrés avec lesquels elles présentent une certaine ressemblance? Je ne saurais le dire, ni indiquer non plus leur rôle physiologique; et j'aurais passé sous silence ces observations défectueuses, si je n'avais pas trouvé des formations cellulaires d'un très riche développement dans la ligne ventrale du sinus intestinal de deux Vers.

Chez l'un d'eux surtout, le sinus intestinal formait dans la ligne ventrale de grands sacs remplis en partie de sang, mais renfermant en outre une quantité considérable de cellules. Les corps nus de ces cellules formaient une seule masse énorme de protoplasme finement granuleux, dans laquelle on ne pouvait pas distinguer les contours des éléments constitutants. C'était donc un grand plasmodium contenant de nombreux noyaux qui, par leur ressemblance avec ceux des amibocytes typiques du sang, prouvaient leur homologie avec ceux-ci (fig. 16).

Il est difficile de dire si ces masses d'amibocytes naissent par voie de division, car la plupart de leurs noyaux n'étaient pas en train de se diviser. On observe assez souvent deux noyaux se touchant, mais on ne peut savoir s'ils sont indépendants ou si cet aspect est dû à une division. Néanmoins, j'ai pu constater parfois des stades moins avancés de division amitotique. Mais ce cas se présente plus rarement qu'on ne pourrait s'y attendre

en considérant les masses cellulaires en question comme un organe destiné à la production d'amibocytes.

En outre, le sac contenait un petit nombre de ces grandes cellules semblables aux lymphocytes, et décrites ci-dessus.

Je dois ajouter que ces masses cellulaires ne renferment pas de granules ou d'autres choses phagocytées, comme c'est si souvent le cas pour les amibocytes libres, et que le plasmodium dont je viens de parler se distingue bien des réunions d'amibocytes libres qui se voient assez souvent dans les diverses parties du système vasculaire.

Je n'ai pas de preuve directe pour supposer que cette formation sous-intestinale est un organe destiné à la production des amibocytes, mais je ne vois pas quelle autre fonction on pourrait lui attribuer. Néanmoins, ce n'est qu'une supposition. Le but de cette communication est surtout d'attirer l'attention des naturalistes sur ce qui se passe dans la ligne sous-intestinale des Oligochètes.

III. *Les amibocytes de la cavité générale (lymphocytes).*

Il est impossible, en parlant des amibocytes du sang, de ne pas les comparer aux lymphocytes coelomiques, car l'analogie de ces deux espèces de cellules est frappante, bien qu'elles ne soient pas semblables par leur apparence extérieure. Les lymphocytes des Lumbriculides sont des cellules assez grosses avec de grands noyaux, des nucléoles bien visibles, et un corps protoplasmique dont les granulations sont plus grosses que chez les amibocytes du sang. Il va sans dire qu'en raison de leurs propriétés amiboïdes, ils prennent des formes très variées (fig. 21).

Je dois ajouter que chez des Lumbriculides que j'ai étudiés, il n'existe qu'une seule espèce de lymphocytes. ROSA (1896) et CUÉNOT (1898) en ont trouvé, chez des Lombrics, plusieurs sortes qui différaient beaucoup, par leurs caractères, des lymphocytes amiboïdes typiques. Je parlerai seulement de ces derniers.

Les lymphocytes se reproduisent aussi par division amitotique. Cette propriété a été reconnue, depuis quelque temps, chez les Oligochètes (cf. ex. p. L. BOON KENG, 1895). Chez les Lumbriculides aussi, on observe fréquemment tous les stades de la division amitotique. Comme le fait remarquer CUÉNOT (1898), la division indirecte est très rare. Je n'ai vu qu'une seule fois un lymphocyte dans cet état. Il est représenté par la figure 21, qui montre également quelques stades de division amitotique.

Ces cellules naissent aussi, comme on le sait, dans des organes lymphoïdes qui ont été observés récemment chez beaucoup d'Invertébrés, et dérivent toujours du péritoine. Ce sont principalement les travaux d'A. KOWALEVSKI (1889, 1896 b), de CUÉNOT (1891) et de G. SCHNEIDER (1896, 1899) qui ont étendu nos connaissances au sujet de ces organes.

G. SCHNEIDER (1896) a décrit les glandes lymphoïdes des Oligochètes terricoles, mais on ne sait rien de celles des Limicoles. Cependant, dans un petit nombre de cas, j'ai vu chez *Lumbriculus* des amas cellulaires, de grandeur variable et se composant de grosses cellules. Ces amas étaient placés sur les dissépiments, mais sans y occuper toujours la même place. Cependant, je les ai trouvés rarement; les dissépiments en étaient le plus souvent dépourvus. Néanmoins, leur aspect et leur situation m'autorisent à les considérer comme des glandes lymphoïdes, d'autant plus que l'analogie avec d'autres Annélides conduit à la même supposition.

Les lymphocytes du cœlome sont aussi amiboïdes et phagocytaires. Beaucoup de naturalistes se sont occupés et s'occupent encore aujourd'hui de la phagocytose des lymphocytes, des glandes lymphoïdes et d'autres organes, surtout au moyen de la méthode des injections, méthode que A. KOWALEVSKI a introduite dans la science. Outre les auteurs dont on vient de parler, je citerai encore les travaux de RACOVITZA (1895), CANTACUZÈNE (1897) et ROSA (1896), qui ont tous constaté la faculté phagocytaire des

lymphocytes. De plus, on doit mentionner les recherches de DE BRUYNE (1895) sur des Lamellibranches, et enfin les études intéressantes de GRAF sur des Hirudinées (1899).

Les lymphocytes des Lumbriculides sont très phagocytaires. Ils se chargent surtout de cellules chloragogènes mortes, ou de morceaux de celles-ci, comme le font remarquer ROSA et CUÉNOT. Lors de la chute du chloragagène, qui se produit périodiquement (CUÉNOT), on les voit charrier soit des morceaux de cellules chloragogènes, qu'ils enveloppent de leur corps en forme de boule (fig. 25), soit des grains de chloragogène, en petit nombre seulement, et renfermés dans leur protoplasme. Lorsqu'il s'agit de s'emparer d'une cellule chloragogène entière, trop grande pour qu'un seul leucocyte puisse l'absorber, ils se réunissent à trois ou quatre pour en venir à bout.

Je suis entièrement d'accord avec CUÉNOT lorsqu'il dit que le chloragogène subit une transformation dans l'intérieur du lymphocyte, soit « une sorte de digestion. » Les petits granules noirs qui en sont le résultat visible, et qui se voient souvent dans les phagocytes, avec des grains de chloragogène ou seuls, me paraissent être déposés pour la plupart dans le péritoine revêtant les muscles longitudinaux. Cette couche, de même que quelques interstices entre les bandelettes musculaires, est bourrée de petits granules noirs. Ce sont ces granules qui constituent le pigment donnant au *Lumbriculus* sa couleur foncée. La figure 20 représente une partie d'une coupe transversale où l'on aperçoit un lymphocyte touchant le péritoine par deux prolongements et renfermant encore quelques granules noirs, qui semblent en train de passer par les pseudopodes dans cette couche.

J'ai vu parfois des phagocytes entrer dans l'épiderme. Ce fait ne semble pas se produire aussi souvent chez les Lumbriculides que chez le *Tubifex*, où l'on voit fréquemment des phagocytes dans cet épithélium, ainsi que l'ont fait remarquer plusieurs auteurs.

Des grains ressemblant par leur couleur brun-verdâtre et par

leur aspect réfringent aux grains de chloragogène typiques, se trouvent en abondance dans la partie des néphridies qui suit immédiatement l'entonnoir vibratile (fig. 26). Mais, jusqu'à présent, je n'ai pu observer si ces grains sont excrétés dans les cellules néphridiennes, ou s'ils y sont transportés par les phagocytes. Je n'ai jamais vu des lymphocytes entrer dans les cellules néphridiennes ou même se placer en grand nombre sur leur surface comme il faudrait s'y attendre dans ce dernier cas.

La faculté phagocytaire de parties néphridiennes de plusieurs Vers, spécialement dans le genre *Euaxes* (c'est-à-dire *Rhynchelmis*; cf. A. KOWALEVSKI 1896 a), a été mise hors de doute par les injections de diverses substances faites par les naturalistes que nous venons de citer. CUÉNOT (1898) a observé, surtout chez des Lombrics, que des lymphocytes vont se placer sur les néphridies, pour « incorporer » aux cellules de ces organes les grains colorés dont ils sont chargés, et que l'on y voit « les grains colorés se répandre dans le protoplasma des cellules néphridiennes. » G. SCHNEIDER (1899) trouve dans les néphridies des Arénicoles des lymphocytes renfermant du carmin et du fer injectés, et en train de s'y décomposer. RACOVITZA (1895) aussi constate la présence dans des cellules néphridiennes (du *Leiocephalus*) de grains de chloragogène et de grains d'encre de Sépia, après avoir injecté cette dernière matière dans la cavité générale. Il en conclut que ces substances y sont transportées par des amibocytes.

Il est donc assez probable que ces grains ayant l'apparence de chloragogène, que j'ai vus remplir des cellules néphridiennes du *Lumbriculus*, ne sont pas excrétés dans ces cellules, mais qu'ils y sont déposés par les lymphocytes.

Les phagocytes coelomiques déploient encore une vive activité dans une autre direction. J'ai déjà dit qu'une matière brune est excrétée par l'épithélium intestinal, et que cette substance sort en forme de gouttes et de gouttelettes de la paroi intestinale pour entrer dans le sinus sanguin. C'est ici, aussi bien que dans l'épi-

thélium lui-même, que les petites gouttelettes sont phagocytées par les amibocytes sanguins. Mais, quand ces gouttes en se réunissant forment des masses trop grandes pour que ces petites cellules puissent s'en emparer, alors on voit quelquefois que ces masses sont expulsées hors du sinus. La paroi de celui-ci s'ouvrant, la grosse boule brune passe dans le coelome. Avant d'y entrer, alors qu'elle se trouve encore dans le sinus, elle a, pour ainsi dire, attiré l'attention des lymphocytes que l'on voit se diriger de tous les côtés, — le corps très allongé — vers le point où le sinus va s'ouvrir. La fixation du Ver ayant bien conservé ces cellules libres dans leur situation naturelle, nous pouvons observer ce fait très facilement. Ce phénomène permet de croire à un chimiotactisme dirigeant les phagocytes sur leur proie.

La masse brune, une fois entrée dans le coelome, est aussitôt entourée et phagocytée.

Outre cette matière brune, il y a encore des paquets de grains de chloragogène qui se forment également dans l'épithélium intestinal, comme nous le verrons plus loin, et qui passent de la même manière dans la cavité générale. Ils sont aussitôt enveloppés par les lymphocytes. Comme j'ai pu le voir, ceux-ci s'emparent déjà quelquefois du paquet de chloragogène pendant qu'il se trouve encore dans l'ouverture de la paroi du sinus (fig. 23, 24).

Quant à la question relative à la manière avec laquelle ces matières ou ces paquets peuvent sortir du système vasculaire, il est possible d'admettre que, la paroi du sinus intestinal étant très mince, et au surplus tendue par le corps qui y est enfermé, un mouvement quelconque de l'animal peut suffire pour la faire crever et mettre ce corps en liberté. Mais il n'est pas improbable non plus que le phénomène se produise sous l'action des lymphocytes.

Nous avons ici, en effet, une nouvelle preuve frappante de l'avidité de ces phagocytes. Deux fois, j'ai pu observer, avec une

netteté parfaite, tout un essaim de lymphocytes, réuni sur le sinus, le perçant et plongeant dans l'épithélium intestinal, pour en retirer un de ces paquets de chloragène (fig. 22).

J'ajouterai encore que les lymphocytes, en train de s'emparer de leur proie, semblent confluer de manière à former une sorte de plasmode. Leurs corps demi-liquides, en s'étendant beaucoup, diminuent encore de solidité, et se collent tellement les uns contre les autres, que l'on n'en distingue plus les contours. ROSA (1896) a trouvé que les lymphocytes des *Lombrics* ne forment jamais de plasmodes à l'état vivant. MICHEL, de même (1888), a prétendu que ces associations de cellules des *Lumbricus* ne constituent pas de vrais plasmodes, mais seulement des « pseudoplasmodes. » DE BRUYNE (1895) montre que les leucocytes des *Lamellibranches* peuvent former des « pseudoplasmodes, » pour se séparer ensuite, ou bien qu'ils « peuvent donner des images très nettes des plasmodes vrais, résultant de l'union de deux ou plusieurs leucocytes. » Le matériel fixé que j'ai eu à ma disposition ne m'a pas permis de trancher cette question.

Il résulte de ce qui précède que, sauf pour la grandeur et quelques caractères histologiques différents, les amibocytes du sang et ceux du coelome se ressemblent sous tous les rapports. Ils sont, tous les deux, amiboïdes et destinés à phagocyter des substances quelconques. Dans ce but, ils peuvent même pénétrer dans les tissus. En état de phagocytose, ils étendent leurs corps, et quand il s'agit de dévorer des masses relativement grandes, ils s'associent.

Comme le rôle physiologique de ces cellules est peu connu, leur analogie à ce sujet peut être seulement supposée en ce qui concerne certaines fonctions du corps animal. Je reviendrai plus loin sur cette question.

Je n'ai pas fait d'observations sur d'autres fonctions des leucocytes, par exemple sur celles qui sont relatives à la formation des tissus (N. WAGNER 1885), ou à la formation de lésions dans cer-

taines parties de l'organisme, comme l'a observé DE BRUYNE (1895).

En se basant sur ces analogies, il serait intéressant de voir si ces deux groupes de cellules ne peuvent être ramenés à une origine commune. Il se pourrait que nous n'eussions affaire qu'à une seule sorte d'amibocytes dont l'aspect différent ne serait dû qu'au milieu ambiant, le sang et la lymphe, milieu avec lequel ils ont certainement des rapports chimiques, comme on l'admet généralement.

Depuis les découvertes fondamentales d'A. KOWALEVSKI (1871), confirmées ensuite par VEJDOVSKY (1879), SALENSKY (1883) et d'autres auteurs, on sait que le système vasculaire des Annélides et le sang prennent leur origine dans l'espace situé entre la splanchnopleure et l'entoderme, c'est-à-dire hors de la cavité générale. Néanmoins, comme les vaisseaux se creusent ensuite dans la splanchnopleure, tout le système est considéré en général comme mésodermique.

RACOVITZA (1894) a pu constater ce fait intéressant que, dans les segments prolifères de la *Micronerëis variegata*, les lymphocytes coelomiques dérivent directement de la masse mésodermique en se séparant des autres éléments dans l'intérieur du coelome en voie de développement.

Mais, du reste, nous manquons d'observations sur la genèse des amibocytes chez les Invertébrés à système vasculaire clos. Vu leur faculté de changer de place, de traverser les tissus et d'immigrer dans les parties les plus diverses du corps, on ne saurait rien dire de définitif sur leurs homologues, à moins d'avoir constaté leur mode de formation ontogénétique. L'existence actuelle d'organes divers destinés à la production de ces cellules, soit dans les vaisseaux, soit dans le coelome, n'empêcherait pas d'admettre qu'il y ait eu autrefois des organes ne produisant qu'une seule sorte d'amibocytes, qui se seraient différenciés plus tard en deux espèces, par suite d'une division du travail.

Mais il y a une raison importante qui empêche d'admettre que les deux formes d'amibocytes soient produites par l'action différente des liquides qui les renferment. Nous voyons, en effet, que l'hémolymphe des animaux dépourvus de système vasculaire clos, bien qu'elle doive tenir lieu en même temps de sang et de lymphé coelomique, ne renferme pas seulement une espèce de cellules, mais en possède plusieurs, d'ordinaire deux (EISIG 1887, CUÉNOT 1891). Nous devons avouer cependant que les données que nous possédons sur cette question sont trop insuffisantes pour nous permettre de la résoudre.

Quoi qu'il en soit, le corps des Oligochètes renfermant deux espèces de cellules amiboïdes, bien caractérisées d'une part par leur structure histologique, et d'autre part par leur présence dans des parties différentes de l'organisme, on doit les distinguer provisoirement sous le nom de lymphocytes et de cellules du sang.

IV. *L'origine du corps cardiaque.*

Pour expliquer l'idée que je me suis faite de l'origine du corps cardiaque des Oligochètes, je dois d'abord rappeler les faits suivants, mentionnés déjà en partie plus haut.

Les amibocytes du sang, que l'on voit chargés de granules ou de gouttelettes, ne présentent pas toujours l'aspect typique. Leurs corps s'étendent, sans que cet agrandissement semble être en relation avec les mouvements amiboïdes, ni en proportion avec le petit nombre de granules renfermés. A mesure que le protoplasme s'étend, il devient plus clair et paraît plus liquide, et le noyau, se gonflant aussi, devient également plus clair à cause de la distribution plus clairsemée de ses granules de chromatine. C'est alors que deux ou trois amibocytes s'associent quelquefois pour former un seul corps avec plusieurs noyaux, c'est-à-dire un petit plasmode. Il faut remarquer que les amibocytes ayant cette apparence se rencontrent plus souvent dans le sinus

intestinal et dans le vaisseau dorsal que dans les autres parties du système vasculaire (fig. 8, 9).

Les amibocytes sanguins de l'*Enchytræus*, que j'ai étudiés, ont un corps très distinctement granuleux. Bien que ces granulations soient plus grosses que celles des cellules sanguines des autres Oligochètes, elles me paraissent protoplasmiques, vu qu'elles se colorent comme les tissus et qu'elles remplissent tout le corps également. Or, ce protoplasme granuleux laisse voir aussi quelquefois des taches claires plus ou moins grandes. L'un des amibocytes représentés par la figure 13 a une petite tache semblable qui renferme quelques petits granules, et un autre a presque la moitié de son corps plus clair que l'autre partie, bien que ne renfermant pas de corpuscules visibles. Il faut en conclure que le protoplasme des cellules sanguines des Oligochètes subit parfois des modifications, en devenant plus liquide.

Les cellules intravasculaires qui, ainsi que nous l'avons vu, forment le corps cardiaque, ont également une structure variable.

Bien que l'on ne rencontre d'ordinaire, chez le *Lumbriculus* et la *Naïs*, que de fines coagulations fibreuses qui se colorent très peu, il s'y trouve parfois un petit tas de substance plus solide et se colorant plus fort. Cette substance est toujours attachée au noyau, ou même l'entoure, et consiste évidemment dans un reste de protoplasme (fig. 1, 4). Celui-ci, devenu liquide dans la plus grande partie de la cellule, ne laissant par la fixation que les coagulations mentionnées, s'est maintenu plus solidement auprès du noyau. Le même phénomène se voit très bien dans les grosses cellules qui représentent le corps cardiaque chez le *Tubifex*. Ces cellules ne sont pas aussi vides que chez les autres Vers. Elles ont même parfois le corps distinctement granuleux, quoique presque incolore. Mais il y a des cas où l'on trouve des cellules qui ont encore dans une partie de leur corps du protoplasme d'une granulation assez dense et se colorant fortement (fig. 7).

Il résulte de ces faits que ces cellules du corps cardiaque se trouvent elles aussi dans un état de métamorphose. Quelques-unes possèdent encore une certaine quantité de protoplasme, d'autres en ont seulement très peu, d'autres enfin sont presque tout à fait vides. Ce ne sont évidemment que les stades d'une transformation, dont le but est de rendre le protoplasme plus ou moins liquide.

Quand on compare ces différents stades de la transformation des amibocytes sanguins et des cellules du corps cardiaque, on a l'impression que la métamorphose de ces dernières n'est que la continuation des modifications que nous avons vues se produire dans le corps des amibocytes. Ceux-ci, de même que les éléments du corps cardiaque, montrent ordinairement des inclusions qui sont probablement en relation avec la métamorphose. On voit ensuite le même phénomène se produire chez les deux espèces de cellules. Ce phénomène ne diffère dans les deux cas que par le fait qu'il est plus ou moins accentué. S'il atteignait un très haut degré chez un amibocyte, il le rendrait égal à une cellule du corps cardiaque, dont il ne se distinguerait que par le manque d'une membrane. Nous pouvons nous convaincre facilement de ce fait lorsque nous nous trouvons en présence de stades qu'il faut considérer comme transitoires. J'en ai représenté un sur la figure 32. C'est un amibocyte sanguin ayant atteint la grandeur d'une cellule du corps cardiaque. Son corps est extrêmement clair, et ce n'est qu'autour du noyau que l'on voit encore une tache pâle de protoplasme finement granuleux. A cet état, il aurait seulement besoin de retirer les pseudopodes et de s'entourer d'une membrane, pour ne plus différer d'une cellule du corps cardiaque.

Ces observations me font donc supposer que les éléments du corps cardiaque des Oligochètes ne sont que des cellules du sang métamorphosées, et qui, se plaçant dans le vaisseau dorsal, y forment l'organe en question.

Il me reste encore à mentionner un fait important que j'ai

observé chez le *Lumbriculus*. On sait que des masses compactes de cellules chloragènes recouvrent aussi bien le vaisseau dorsal que l'intestin. Ces deux organes étant très rapprochés l'un de l'autre, ces cellules ne forment, dans cette partie du corps, qu'une seule masse, remplissant entièrement l'espace situé entre le vaisseau et le sinus intestinal; ces deux organes sont d'ailleurs souvent en communication l'un avec l'autre. Comme je l'ai dit, le corps cardiaque, dans ce vaisseau, est toujours appliqué sur la face tournée vers le sinus intestinal. Or, il n'est pas rare de voir la paroi du vaisseau dorsal ouverte de ce côté. Le corps cardiaque est ainsi en communication directe avec les cellules chloragènes du coelome. Cette ouverture du vaisseau sert évidemment à laisser passer des cellules situées dans les environs immédiats (fig. 29, 30).

Il faut ajouter que ces ouvertures ne sont pas dues à un encombrement du vaisseau par les éléments du corps cardiaque; on les observe aussi lorsque le vaisseau n'en est pas du tout obstrué. Elles paraissent souvent se produire dans les petits canaux de communication qui existent entre le vaisseau dorsal et le sinus intestinal, et se forment probablement par le fait qu'ici la paroi vasculaire est très mince.

Il s'agit donc ici de savoir si les cellules chloragènes entrent dans le vaisseau, ou si au contraire les cellules intravasculaires en sortent. Comme je l'ai dit plus haut, ces deux espèces de cellules se ressemblent à un tel point que l'on peut aisément les confondre, à moins que les cellules chloragènes ne renferment pas de grandes quantités de grains jaunâtres et réfringents, ce qui n'est pas toujours le cas. Il est donc impossible de reconnaître une cellule de l'une de ces deux sortes, au milieu d'un amas de cellules de l'autre espèce.

On pourrait donc admettre que les cellules chloragènes entrent dans le vaisseau dorsal et y forment le corps cardiaque pour être ensuite phagocytées par les amibocytes. Bien que je ne

puisse pas me baser sur des observations directes, comme je viens de le dire, je suppose cependant que les cellules intravasculaires sortent au contraire du vaisseau, et je vais présenter quelques raisons à l'appui de cette opinion.

Il est peu probable que les éléments du corps cardiaque puissent dériver des cellules chloragènes, parce que le caractère principal qui distingue ces dernières des cellules intravasculaires ne se voit point chez celles-ci. On ne rencontre jamais, dans le corps cardiaque, une cellule bourrée de gros grains réfringents d'un brun jaunâtre ou verdâtre. D'ailleurs nous avons déjà vu plus haut que le corps cardiaque est formé d'amibocytes sanguins.

Il est fort improbable que les cellules chloragènes soient destinées à être phagocytées par les amibocytes du sang, car, d'une part, je n'ai rien vu de semblable dans les vaisseaux et, d'autre part, nous savons déjà que ce sont les lymphocytes qui sont chargés d'éloigner les restes des cellules chloragènes de la cavité générale.

On ne saurait surtout s'expliquer autrement que je l'ai fait ci-dessus les stades transitoires existant entre les éléments du corps cardiaque et les amibocytes sanguins.

La forme que prennent les bords de l'ouverture dans la paroi vasculaire est également importante à considérer pour cette question. Les bords recourbés en dehors feraient croire que les cellules passent de l'intérieur à l'extérieur. C'est en effet ce que j'ai cru voir quelquefois. Mais cette observation est très difficile à faire, à cause des masses de cellules à fortes membranes qui s'y serrent les unes contre les autres, et je ne puis lui attribuer beaucoup de valeur.

Pour ne rien omettre de ce qui pourrait donner de l'appui à mon opinion sur l'origine du corps cardiaque, je peux encore renvoyer aux observations des NUSBAUM et RAKOWSKI, faites sur les genres *Mesenchytraeus* et *Friedericia*.

Déjà en 1895, NUSBAUM a vu chez des *Enchytræides* des cellules rattachées à la paroi du vaisseau dorsal et renfermant des granules bruns ou jaunâtres, cellules qui possédaient de nombreux prolongements par lesquels elles se réunissaient en forme de réseau. Cet auteur les considère comme étant homologues aux globules sanguins et arrive à cette conclusion : « Es scheint mir warscheinlich, dass der sogen. Herzkörper der Mesenchytraeiden eine Bildung von demselben morphologischen Werte ist, wie die genannten Zellen. »

Plus tard, NUSBAUM et RAKOWSKI (1897) ont retrouvé, dans le vaisseau d'individus appartenant au genre *Friedericia*, ces cellules pourvues de prolongements ou de ramifications s'unissant pour former un réseau dans la lumière du vaisseau. Les mêmes cellules, qui renferment d'ailleurs des granules jaunâtres, se voient aussi sous d'autres formes, soit arrondies et suspendues par un pédoncule à la paroi vasculaire, soit encore attachées à celle-ci sans pédoncule.

J'ai déjà dit que ce ne sont que des cellules amiboïdes du sang et que leur ressemblance avec les amibocytes de l'*Enchytræus* que j'ai examinés est très prononcée. Seulement, ces derniers renferment rarement des granules. Un seul des amibocytes que j'ai représentés (fig. 13) en renferme un très petit nombre. La granulation bien visible du corps n'est due qu'au protoplasme coagulé par la fixation. Du reste, la description de ces cellules telle qu'elle est donnée par NUSBAUM et RAKOSWSKI est applicable aussi aux amibocytes de l'*Enchytræus humicultor*. De même que chez les *Friedericia*, ils prennent toutes les formes possibles ; leurs pseudopodes peuvent se toucher, ou peut-être même confluer (fig. 11), et la cellule attachée à la paroi vasculaire par ces pseudopodes peut se balancer dans le torrent sanguin. J'en ai représenté un exemple intéressant à la fig. 12 (la petite flèche indique la direction du courant du sang).

NUSBAUM et RAKOWSKI ont ensuite constaté l'identité de ces

cellules des *Friedericia* avec les éléments qui composent le corps cardiaque du *Mesenchytræus setosus*. Ces éléments renferment aussi des granulations; ils s'éloignent en partie les uns des autres, et restent seulement unis par des prolongements de leurs corps. Ces auteurs maintiennent l'existence de cellules semblables dans le vaisseau dorsal de tous les Enchytræïdes. Ils trouvent qu'elles ne diffèrent des « typischen Blutkörperchen » que par leurs communications avec la paroi vasculaire, et par le fait qu'elles se seraient transformées en cellules glandulaires, et en concluent « dass der Herzkörper des *Mesenchytræus* (und des *Stercutus*) von den Blutdrüsenzellen aller andren Enchytræiden ableitbar und ihnen ganz streng homolog ist... »

L'homologie admise par NUSBAUM et RAKOWSKI est confirmée par mes observations.

Les cellules décrites par ces auteurs sont sans doute des amibocytes. Ceux-ci diffèrent bien des éléments typiques du corps cardiaque des Oligochètes par leurs propriétés amiboïdes et par l'absence d'une membrane. Ils ne sont pas placés seulement sur la face ventrale du vaisseau, ce qui paraît être une circonstance caractéristique, d'après mes observations et celles de MICHAELSEN et de H. UDE (1892). Ces naturalistes, en effet, mentionnent expressément ce caractère dans la définition qu'ils donnent du corps cardiaque des Enchytræïdes.

Il est donc possible que chez les Vers étudiés par NUSBAUM et RAKOWSKI, les amibocytes sanguins n'arrivent jamais à former un corps cardiaque typique, mais il reste indubitable quand même que ces cellules sont l'homologue de cet organe.

Mes observations présentent malheureusement une grande lacune, car il ne m'est pas possible de dire ce que deviennent les cellules du corps cardiaque, une fois entrées dans la cavité générale entre les masses chloragogènes. Je n'ai pu les distinguer de celles-ci. Elles y disparaissent totalement, et je n'ai pu observer si elles sont phagocytées par les lymphocytes, ou si elles

persistent peut-être, en prenant l'apparence et le rôle des cellules chloragogènes.

Je ne peux dire également si la sortie des cellules intravasculaires se produit continuellement ou périodiquement. Mais cela n'a pas beaucoup d'importance. On doit supposer que le corps cardiaque subit un changement continu de ses éléments. Tandis que des amibocytes métamorphosés s'y attachent, d'autres éléments, épuisés peut-être, l'abandonnent pour être évacués dans le coelome. Cela expliquerait les variations que l'on observe dans le corps cardiaque, aussi bien que le fait qu'il peut faire totalement défaut, ainsi que je l'ai vu chez un *Tubifex*. Comme on doit admettre que la transformation des amibocytes est en dépendance de la phagocytose (ce qui est probable vu les inclusions de ces cellules), il se peut qu'elle cesse absolument quand les cellules sanguines, pendant quelque temps, ne trouvent rien à phagocyter. L'évacuation des parties du corps cardiaque se produisant néanmoins, il pourrait en résulter une diminution ou même la disparition complète de cet organe. En revanche, aux époques où la métamorphose des amibocytes est plus forte que la sortie du vaisseau des cellules du corps cardiaque, celui-ci augmenterait de grandeur.

La littérature renferme de nombreuses observations et hypothèses sur l'origine du corps cardiaque. Quelques naturalistes l'ont considéré comme dérivant de l'intestin (p. ex. CUNNINGHAM 1887, BRANDES 1898). BLES (1892) a supposé qu'il dérivait du péritoine. MICHÆLSEN (1887) a émis l'opinion qu'il serait formé par des proliférations de l'épithélium intestinal entrant dans le vaisseau dorsal. Cette hypothèse a déjà été rejetée avec raison par NUSBAUM et RAKOWSKY (1897).

PICTON (1898) ayant étudié spécialement le corps cardiaque de plusieurs familles de Polychètes, est, avec SALENSKY, le seul auteur, à ce que je sache, qui ait fait des observations sur son évolution. Il l'a étudié chez *Polymnia nebulosa* et a trouvé que

chez des larves de 1,5 cm. de longueur, le corps cardiaque existe déjà dans le vaisseau dorsal. Mais il y est représenté sous la forme d'un amas cellulaire qui dériverait d'une invagination de la paroi du cœur. Cet auteur le déclare l'homologue des cellules des *Friedericia* décrites par NUSBAUM et RAKOWSKI, à cause de son origine mésodermique.

Selon SALENSKY (1883) — qui n'a pas constaté l'origine du corps cardiaque, mais dont les observations ne sont pas moins importantes malgré cela, — l'organe en question, chez *Terebella*, se voit déjà dans les larves peu après que le vaisseau dorsal s'est différencié de la splanchnopleure. « A un stade si jeune, il ne présente pas encore la structure qui le caractérise chez l'adulte. Le corps cardiaque est représenté, à cette époque, par un tube qui a pour point de départ l'extrémité postérieure du cœur branchial, dans l'intérieur duquel il pénètre pour s'y terminer en cul-de-sac. Ce tube s'attache aux parois du vaisseau sanguin par quelques cellules allongées. » A un stade un peu plus avancé, on aperçoit un orifice dans la paroi vasculaire, s'ouvrant dans le corps cardiaque. Ce dernier communiquerait de cette manière avec la cavité générale.

Nous n'avons pas beaucoup à dire au sujet des rapports morphologiques qui existent entre le corps cardiaque des Polychètes et celui des Oligochètes. Si l'homologie de ces deux organes est basée uniquement sur le fait que tous les deux dérivent du « mésoderme, » elle offre assez peu d'intérêt. Il faut avouer, du reste, que le corps cardiaque des Polychètes, autant que nous en connaissons la genèse par les observations de PICTON et SALENSKY, paraît bien être autre chose que celui des Oligochètes.

Chez les Polychètes, il s'agit d'un organe distinct, dont l'ébauche se forme déjà à un stade très précoce de l'évolution, et qui persiste probablement pendant toute la vie sans se modifier. Le corps cardiaque des Oligochètes, au contraire, n'est qu'un amas de cellules autrefois libres et en voie de transformation, amas

qui n'est constant ni pour la forme, ni même en ce qui concerne sa présence, et dont les éléments changent. Comment pourrait-on ramener ces deux formations à une ébauche commune, ou supposer qu'elles dérivent l'une de l'autre? Il est possible que des observations et des découvertes futures puissent résoudre cette question et permettre de rapprocher ces organes si différents l'un de l'autre. Mais, dans l'état actuel de nos connaissances, j'avoue qu'il m'est impossible de concevoir le lien morphologique qui doit les réunir.

L'analogie physiologique, probable ou possible, des corps cardiaques des deux ordres d'Annélides, est une question qui est encore loin d'être résolue. Nous voyons, chez les Polychètes aussi bien que chez les Oligochètes, un organe qui occupe la même place dans le corps, place dont le choix n'est pas dû au hasard, puisqu'il s'agit de la région où les pulsations du système vasculaire sont le plus intenses. Nous voyons que les éléments de ces organes présentent souvent une grande ressemblance au point de vue histologique et qu'ils sont caractérisés, en outre, par la propriété de renfermer des granules.

Il est intéressant de noter que SALENSKY a vu se former chez *Terebella* un orifice établissant une communication entre la cavité générale et le corps cardiaque, ce qui fait supposer que ce dernier en a besoin pour remplir ses fonctions. C'est un fait analogue à celui qu'on observe chez les Oligochètes, où le corps cardiaque, comme nous l'avons vu, se met en relation avec le coelome.

Ces faits permettent de supposer que le corps cardiaque remplit la même fonction physiologique dans les deux ordres d'Annélides, fonction inconnue jusqu'ici, il est vrai, mais dont on peut, du moins en partie, deviner la nature, comme nous le verrons plus loin.

Avant d'aborder cette question, je dois encore faire quelques observations au sujet des cellules chloragogènes, car il me paraît

que leur nature physiologique est comparable à celle des cellules intravasculaires.

V. Quelques observations sur les cellules chloragènes.

Les cellules chloragènes sont très développées chez les Lumbriculides que j'ai étudiés. Bien que de grandeurs différentes, elles sont toujours très grosses, et forment une couche serrée autour de l'intestin, du vaisseau dorsal et des grands appendices aveugles de ce dernier.

J'ai déjà fait remarquer plus haut leur grande ressemblance au point de vue histologique avec les cellules du corps cardiaque. Le contenu de ces cellules qui, à l'exception du noyau et des granules, paraît être assez liquide à l'état vivant, ne constitue, après la fixation, que des coagulations fibreuses. Ces coagulations sont rares dans la plus grande partie de la cellule, et ne se condensent que dans la partie libre, tournée vers le coelome, et sur la face intérieure de la membrane, ce qui fait que cette dernière paraît être plus forte qu'elle ne l'est en réalité. Les grains enfermés dans ces cellules en plus ou moins grande quantité ont évidemment une relation quelconque avec le protoplasme, car ils sont toujours attachés à ces coagulations fibreuses qui en représentent les restes. C'est pour cela aussi qu'ils sont souvent logés en plus grande quantité auprès de la membrane et dans l'extrémité libre de la cellule, que dans la partie centrale.

Plusieurs auteurs ont déjà constaté que ces grains des cellules chloragènes ne sont pas tous de la même substance. On peut facilement s'en convaincre à première vue, même sans avoir recours à des recherches chimiques.

Les grains de chloragène typiques, d'un brun jaunâtre ou verdâtre, réfringents et ne se colorant pas, constituent la plus grande partie du contenu de ces cellules. Ces soi-disant grains me paraissent plutôt être des gouttes d'une substance demi-liquide à l'état vivant, car, parfois, ils semblent confluer. Les

cellules renferment en outre divers grains, granules ou gouttelettes dont la substance est évidemment d'une autre nature. On y voit, par exemple, des gouttes noircies par l'acide osmique (de la graisse), des grains de diverses grandeurs et bien colorés, et de très petits granules noirs dont la nature m'est inconnue.

Ce qui est étonnant, c'est que les noyaux des cellules chloragènes, qui sont le plus souvent d'une parfaite égalité, présentent quelquefois des apparences très différentes chez le même Ver. Ce n'est pas seulement dans la forme extérieure qu'ils varient, mais aussi dans leur affinité pour les colorations. En outre, beaucoup d'entre eux n'ont pas de contour net et laissent voir leur chromatine en état de dissolution ou de dégénérescence. Je ne puis m'expliquer cet aspect qu'en considérant ces cellules et leurs noyaux comme étant en voie de décomposition.

Je puis compléter encore la comparaison entre les cellules chloragènes et celles du corps cardiaque en ajoutant que l'on observe parfois, dans ces deux éléments, les mêmes modifications des noyaux.

On remarque quelquefois chez les cellules chloragènes, de même que chez les cellules intravasculaires, une division amitotique des noyaux. Mais je n'ai pas réussi à observer la division de la cellule elle-même. Je dois mentionner encore un fait surprenant, à savoir que ces cellules sont aussi capables de présenter une division mitotique; mais ce fait doit être excessivement rare. Le cas que j'ai observé est représenté à la figure 33 et ne laisse aucun doute à cet égard. Je l'ai observé une seule fois. Il s'agissait d'une cellule qui paraissait libre dans le cœlome, car je ne pus constater sur les coupes suivante et précédente qu'elle fût rattachée à un point fixe.

Quant à l'origine des cellules chloragènes, l'opinion généralement répandue de KÜKENTHAL (1885), selon laquelle elles seraient des lymphocytes transformés, a été récemment combattue par ROSA (1898).

Mes propres observations sur cette question sont trop incomplètes pour me permettre d'énoncer une hypothèse. Je suis d'accord avec ROSA pour admettre que la genèse des lymphocytes ne se produit pas de la manière indiquée par KÜKENTHAL. Je partage aussi l'opinion de ROSA, d'après laquelle les gouttes de chloragène typiques se forment dans le protoplasme de la cellule. Les observations de KÜKENTHAL, montrant que les lymphocytes se remplissent de granules qu'ils trouvent libres dans la cavité générale, c'est-à-dire sur les vaisseaux, sont relatives à un phénomène que j'ai vu plusieurs fois. Mais il s'agit dans ce cas de la chute du chloragène, soit d'une destruction des cellules chloragènes se produisant périodiquement. Les grains sont alors phagocytés par les lymphocytes pour être éloignés du corps. A l'exception de ces cas, on ne trouve jamais de chloragène typique à l'état libre dans le coelome. Du reste, il ne me paraît pas absolument impossible de supposer que les lymphocytes puissent se transformer en cellules chloragènes. Mais ce n'est qu'une hypothèse.

Il y a un autre endroit où l'on voit naître la substance dite chloragène : c'est l'épithélium intestinal. Plusieurs naturalistes ont signalé la présence, chez des Polychètes, de granules bruns ou verts dans cet épithélium ; CLAPARÈDE (1868), en a fait la première mention chez les Sillidées, observation qui l'a conduit à parler d'un « intestin urinaire. »

Depuis lors, quelques naturalistes ont émis des opinions diverses sur les granules de l'intestin des Polychètes (entre autres LANKESTER 1897 et BRANDES 1898). Mais, comme je ne veux ni ne peux supposer l'identité de ces substances avec celle que je vais décrire, et comme, en outre, il est assez probable que les granules de l'intestin ont des caractères différents dans les divers genres des Polychètes, je m'abstiens de reproduire ces observations.

Mes recherches ont porté sur les Lumbriculides. En examinant

la structure de l'épithélium intestinal, on y voit souvent le noyau des cellules intestinales entouré d'une tache très colorée (par la thionine ou l'hémateïne dans mes préparations) en bleu noirâtre. Cette matière est absolument homogène et forme des taches tout à fait irrégulières et variables, d'où il faut conclure qu'il s'agit d'une substance liquide, sécrétée dans la cellule.

Or, il n'est pas rare de voir, dans ces cellules à taches de couleur foncée, un groupe de grains ronds, réfringents et présentant une couleur brun clair, légèrement verdâtre. Ces grains ou gouttes, qui ne se distinguent pas par l'apparence de ceux qui forment le chloragogène typique dans les cellules revêtant l'intestin, s'y trouvent étroitement serrés les uns contre les autres en formant un petit groupe, toujours délimité par une ligne très fine. Ce groupe se voit toujours dans la partie intérieure de la cellule, qui est tournée vers la lumière de l'intestin, jamais de l'autre côté du noyau.

Ces grains se forment dans l'intérieur de la cellule, ainsi que j'ai pu l'observer, ayant réussi à trouver tous les stades de leur développement (fig. 28). Au stade le plus jeune, on ne voit qu'une goutte claire attachée étroitement au noyau. La substance qui forme cette goutte paraît être presque homogène. C'est à peine si l'on peut arriver à y reconnaître une granulation excessivement fine. Cette granulation devient de plus en plus visible et grosse à mesure que le développement avance, pour finir par former les grains réfringents. Le petit groupe de grains est enveloppé d'une mince membrane, formant la ligne très fine dont j'ai parlé. Elle se forme aussi dans l'intérieur de la cellule épithéliale et se distingue très bien des limites de la cellule elle-même.

Dans l'intérieur de cette membrane se voit encore, outre les grains réfringents, une substance évidemment liquide, d'une couleur claire bleuâtre (dans mes préparations traitées à la thionine). Peut-être dérive-t-elle de cette matière foncée qui ne fait jamais défaut dans les cellules où ces grains prennent naissance, et qui

dans ce cas se serait considérablement délayée à en juger d'après sa teinte beaucoup plus claire.

Quoi qu'il en soit, le développement aboutit à la formation d'un petit paquet bourré de grains réfringents autour desquels on aperçoit la substance bleuâtre, et enveloppé d'une fine membrane. Ces paquets sont donc facilement reconnaissables et ne peuvent pas être confondus avec autre chose. C'est la raison pour laquelle on distingue aisément ce qu'ils deviennent.

Après avoir atteint une grandeur considérable, le paquet de choragène sort de la cellule maternelle. De même que la substance brune, dont j'ai parlé plus haut, ces paquets sont expulsés dans le sinus intestinal, d'où on les voit entrer dans la cavité générale, pour être aussitôt entourés par les lymphocytes. J'ai déjà dit que les lymphocytes s'en emparent quelquefois, avant que le paquet soit sorti de l'épithélium intestinal (fig. 22, 24).

J'ai pu constater chez un Ver que ces paquets de chloragène peuvent aussi prendre un autre chemin, pour être éloignés du corps. Deux ou trois fois, j'ai constaté la présence d'un de ces paquets dans la lumière de l'intestin et, dans un cas représenté à la figure 27, le paquet était en train d'abandonner l'épithélium pour passer dans l'intérieur du tube digestif.

Bien que les grains renfermés dans ces paquets soient complètement identiques, en apparence, aux grains typiques des cellules chloragènes, j'ai essayé de mettre hors de doute cette identité, autant qu'il était possible de le faire avec un matériel fixé.

Dans ce but, j'ai traité les coupes par de l'acide muriatique, de l'acide nitrique (tous les deux concentrés) et par une forte solution de potasse caustique. Les réactions produites sur le chloragène des cellules coelomiques et sur celui des paquets sortant de l'épithélium intestinal ont été exactement les mêmes. Les acides muriatique et nitrique ne le modifiaient pas, et la potasse caustique ne lui causait qu'un léger renflement, mais sans le décomposer. Enfin, la substance a été détruite par l'action de

l'acide sulfurique concentré. Elle offre donc, comme d'autres auteurs l'ont déjà constaté, une très grande résistance, et rappelle en quelque sorte les caractères de la chitine.

Je me crois autorisé à conclure que ces grains sécrétés dans l'intestin sont de véritable « chloragènes. » Cette substance est donc produite non seulement dans les cellules dites chloragènes, mais aussi dans la paroi intestinale.

Bien que j'aie observé ce phénomène chez trois ou quatre Vers, je ne l'ai cependant pas retrouvé chez beaucoup d'autres. Mais ce fait ne doit pas surprendre, car la sécrétion décrite ne s'opère probablement que dans une certaine partie de l'intestin et, en outre, l'activité excrétrice de l'organisme, chez ces Vers, s'exécute périodiquement, comme l'a démontré CUÉNOT (1898).

Cette fonction de l'épithélium intestinal est encore peu connue. CUÉNOT (1898) a découvert dans l'épithélium intestinal des Lombrics des cellules, « remplies de boules et de produits de sécrétion généralement d'un beau jaune d'or, devenant d'un gris foncé par l'action de l'acide osmique. Ces cellules augmentent de volume... et enfin finissent par atteindre la lumière intestinale. A ce moment, sous la plus légère pression, elles se vident dans l'intestin. » CUÉNOT leur attribue la propriété d'excréter les parties solubles du chloragène.

Bien qu'on ne puisse dire exactement jusqu'à quel point les « cellules jaunes, » décrites par CUÉNOT, peuvent être comparées aux cellules intestinales formant les paquets de chloragène, on voit cependant qu'il existe dans la paroi intestinale des éléments destinés évidemment à une fonction excrétrice.

Cette fonction a encore été supposée par SCHIMKEWITSCH (1894). Cet auteur a fait, sur plusieurs espèces de Vers, des expériences qui l'ont amené à considérer comme probable « dass das Epithelium des Mitteldarmes der Würmer einige Farbstoffe aufnehmen und dann wieder in den Darm ausscheiden kann. »

GREENWOOD (1892), ayant étudié la digestion chez *Lumbri-*

cus, croit également qu'il est possible que des substances solides soient excrétées dans le tube intestinal.

KULAGIN (1890) trouve dans la paroi intestinale des Lombrics certaines cellules, et constate qu'il existe tous les stades transitoires entre elles et les cellules chloragènes. Mais, comme ces cellules doivent se trouver aussi dans la musculature intestinale, et que, suivant cet auteur, elles sont distinctes, (c'est-à-dire munies de noyaux, etc.), je n'ose les comparer ni aux cellules jaunes de CUÉNOT, ni aux paquets de chloragène. Peut-être s'agit-il seulement d'amibocytes en voie de phagocytose. Malheureusement, la communication de KULAGIN n'est qu'un résumé de mémoires plus importants dont il ne m'a pas été possible de prendre connaissance. Je ne peux donc rien affirmer à ce sujet.

VI. *La fonction physiologique du corps cardiaque.*

Bien que ce travail n'ait pour objet que le corps cardiaque des Oligochètes, j'aurai à m'occuper aussi, dans ce chapitre, de celui des Polychètes, car la plupart des auteurs ont admis une homologie aussi bien qu'une analogie entre les corps cardiaques des deux ordres d'Annélides. Cette analogie, du reste, ne me paraît nullement improbable, comme je l'ai déjà dit.

Quant à la fonction physiologique du corps cardiaque, cette question, extrêmement difficile, est loin d'être résolue. Nous possédons sur ce sujet une quantité d'hypothèses qui, pour la plupart, n'ont que la valeur de simples présomptions. Néanmoins, quelques-unes de ces hypothèses, que nous allons résumer, ont beaucoup contribué à éclaircir la question.

Quelques naturalistes ont attribué une fonction mécanique au corps cardiaque. SCHÄPPI (1894) le regarde comme quelque chose d'analogue aux valvules des vaisseaux vasculaires d'autres animaux. GAMBLE et ASHWORTH prennent aussi les corps cardiaques des Arénicoles pour des valvules, qui d'ailleurs auraient encore un caractère glandulaire. MICHÆLSEN (1888) croit que le corps

cardiaque a pour but d'assurer l'effet des pulsations du vaisseau. Les parois de celui-ci touchant, pendant la systole, le corps cardiaque, fermeraient la lumière vasculaire plus complètement qu'elle ne le pourraient faire autrement, faute d'une élasticité suffisante, et le sang serait empêché de cette manière de refluer. Cette opinion est partagée par PICTON, qui en outre admet que l'organe en question peut avoir encore d'autres destinations.

D'autres auteurs supposent des rapports chimiques entre le sang et le corps cardiaque, ou attribuent à celui-ci un rôle dans la fabrication du pigment sanguin (E. MEYER 1887, BLES 1892), ou encore se bornent à lui donner discrètement le nom de « glandes sanguines » (BEDDARD 1891, NUSBAUM et RAKOWSKY 1897).

CUÉNOT a émis l'hypothèse que le corps cardiaque des Polychètes serait une sorte d'organe lymphoïde, destiné à produire les cellules du sang.

D'autres auteurs présument que le corps cardiaque doit avoir des fonctions relatives à la nutrition. BRANDES (1898), a émis une opinion étrange d'après laquelle le corps cardiaque du *Cirratulus*, n'étant qu'un morceau séparé de l'intestin, fournirait des matières nutritives au sang au moyen d'Algues parasites qui, d'après cet auteur, sont situées dans l'épithélium intestinal de plusieurs Polychètes (p. ex. : *Chaetopterus*).

PICTON (1898), attribuant un rôle mécanique au corps cardiaque, estime possible qu'il puisse en outre avoir une fonction analogue au foie.

Des études détaillées et intéressantes ont été consacrées au corps cardiaque par G. SCHNEIDER (1899), qui a pu constater qu'après avoir injecté du fer dans la cavité générale de divers Polychètes, ou après leur avoir fait manger cette substance, le fer se retrouve toujours dans le corps cardiaque, et en outre, chez quelques espèces, dans des cellules néphridiennes. Mais le corps cardiaque n'éliminait pas d'autres matières injectées ou

mangées (carmin, encre de Chine, bleu de méthylène), sauf du bleu de méthylène dans un seul genre (*Pectinaria*). En outre, on trouvait souvent du fer, chez des Térébellides et des Amphicténides, dans les éléments du corps cardiaque, sous forme de granules ronds. PICTON a rencontré aussi du fer dans le même organe chez des Chloræmides.

SCHNEIDER a été amené par ses études à supposer « dass die grünlich-gelben, die eisenhaltige und andre Körnchen in den Herz körperzellen nichts Anderes als aufgespeicherte Reservahrung sind, ebenso wie die fetthaltigen Körnchen... »

Nous devons encore examiner l'hypothèse qui attribue un rôle excréteur au corps cardiaque. Mais qu'il me soit permis, avant d'aborder cette opinion, d'examiner de plus près quelques-unes des hypothèses dont nous venons de parler.

La fonction mécanique devrait dépendre de la forme extérieure de l'organe. Celle-ci est déjà variable chez les Polychètes, où nous trouvons des corps cardiaques en forme de rubans pliés, de bâtons d'une épaisseur très variée, ou de cordons courbés çà et là. La forme nettement cylindrique, qui seule pourrait agir comme l'ont supposé les auteurs sus-mentionnés, leur fait assez souvent défaut pour rendre cette interprétation improbable. Nulle part nous ne voyons l'organisme animal créer un organe si compliqué pour une fonction si simple. Comment cet énorme organe d'une conformation si extraordinaire peut-il être comparé à de simples valvules vasculaires? Il est vrai que quelques auteurs, à cause de la structure de l'organe, lui attribuent en outre quelque autre rôle. Mais c'est alors ce dernier qui le caractérise, et la fonction mécanique ne joue plus qu'un rôle accessoire.

Cette interprétation mécanique, improbable pour les Polychètes, ne peut pas être admise pour les Oligochètes. La forme irrégulière et variable de cet organe, sa structure lâche et peu consistante, et enfin l'inconstance de sa présence, que j'ai

démontrée chez le *Tubifex*, empêchent de lui attribuer une pareille fonction.

L'hypothèse d'une fonction chimique, ou des rapports du corps cardiaque avec la fabrication du sang, dont on ne sait absolument rien d'ailleurs, n'est pas improbable, mais ne s'appuie, jusqu'à présent, sur aucune preuve.

L'opinion d'après laquelle le corps cardiaque serait un organe destiné à produire des matières de réserve, appuyée sur les expériences de SCHNEIDER sur les Polychètes, est vraisemblable jusqu'à un certain point. Il en résulte que l'organe en question a des rapports surtout avec le fer, matière assez répandue dans l'organisme animal, et qui n'est pas caractéristique pour l'excrétion. En outre, nous voyons que le corps cardiaque n'élimine pas d'autres matières de provenance étrangère. Du reste, ces expériences n'excluent pas d'autres suppositions sur la destination du corps cardiaque. On peut, par exemple, admettre l'idée d'un rôle excréteur, du moins en ce qui concerne une partie des diverses substances renfermées dans le corps cardiaque. Un organe excréteur ne peut pas éliminer toutes les substances qu'il serait possible d'introduire dans le corps. C'est pourquoi le résultat négatif d'une expérience ne peut avoir que peu de valeur. Quoiqu'il en soit, il est possible d'admettre qu'une des fonctions du corps cardiaque des Polychètes consiste à produire des substances de réserve. Quant aux Oligochètes, cette interprétation, bien qu'elle soit beaucoup moins probable, ne peut pas être repoussée absolument, d'une part parce que la nature chimique des substances renfermées dans les cellules intravasculaires est totalement inconnue, et d'autre part parce qu'on ne connaît pas le rôle que jouent ces cellules lorsqu'elles sont entrées dans la cavité générale.

L'opinion qui attribue au corps cardiaque une fonction excrétrice est la plus ancienne de toutes. Cette interprétation est basée sur la comparaison du corps cardiaque avec les cellules chloragènes.

Ces dernières étaient prises autrefois pour quelque chose d'analogue au foie. Mais, en 1862 déjà, cette opinion fut mise en doute par CLAPARÈDE qui démontra les rapports intimes entre ces cellules et le système vasculaire. Je me bornerai, à ce sujet, à renvoyer le lecteur aux travaux de LEYDIG (1865), TAUBER (1874) et TIMM (1883), puis aux études de KÜKENTHAL (1885), et de EISIG (1887). C'est grâce à ces observations et surtout aux recherches chimiques faites par EISIG (bien qu'elles ne se rapportent pas aux Oligochètes) que l'hypothèse de la nature excrétrice du chloragogène est aujourd'hui généralement répandue. Beaucoup d'auteurs ont confirmé plus tard le fait que les cellules chloragogènes se détachent et se décomposent, que leur contenu est phagocyté par les lymphocytes, ou que ceux-ci déposent des granules dans les néphridies, dans l'épiderme ou dans d'autres endroits du corps. Nous devons encore citer les travaux de GRAF (1899), dont les recherches ont mis en évidence la fonction excrétrice des amibocytes chez les Hirudinées, et ceux de GROBBEN (1888), qui par des raisons anatomiques est arrivé à conclure à un rôle excréteur des cellules chloragogènes, en les comparant aux glandes péricardiaques de certains Gastéropodes.

Bien que SCHÄPPI ait prouvé que, sous le nom de chloragogène, on comprend plusieurs substances de natures diverses, et bien que RACOVITZA (1895) ait démontré que la nature excrétrice n'est pas un caractère général de tous les pigments, il faut cependant admettre, avec la plupart des naturalistes, que, chez les Vers, il s'agit bien d'un procédé excréteur. Cette fonction paraît bien évidente lorsqu'on constate que certaines substances, produites par l'activité chimique de l'organisme, sont phagocytées par des amibocytes, se décomposent dans ceux-ci, et sont transportées enfin dans des parties du corps qui servent à l'excrétion.

Je ne veux pas nier que le chloragogène, qui n'est qu'un nom

collectif appliqué à des matières différentes, ne puisse avoir encore d'autres rôles à jouer, au moyen de quelques-unes des substances dont il est composé, mais néanmoins je considère sa nature excrétrice comme certaine.

Une preuve à l'appui de cette opinion nous est fournie par l'étude de la formation d'une des substances, soit de celle qui constitue le chloragène typique, dans l'épithélium intestinal, comme je l'ai montré plus haut. L'épithélium peut se débarrasser de cette matière de deux manières, soit en la faisant passer dans la cavité générale, où elle devient la proie des lymphocytes, soit en l'expulsant tout simplement par le tube digestif. Ce dernier procédé montre, sans qu'il y ait de doute possible, que le chloragène typique est un produit d'excrétion.

Quant au corps cardiaque, il faut constater que son analogie avec les cellules chloragènes a surpris déjà beaucoup de naturalistes depuis CLAPARÈDE qui l'a découvert. Voici comment s'exprime le célèbre zoologiste (1873) : « La signification de ces organes est entièrement obscure. Il faut peut-être les assimiler à la substance chloragène. Il est au moins à noter que les Annélides chez lesquels on connaît jusqu'ici les masses intravasculaires, n'ont jamais de revêtement externe de chloragène à leurs vaisseaux. Il y aurait alors des dépôts de chloragène tantôt externes, tantôt internes. »

Bien que cette dernière supposition de CLAPARÈDE ne soit plus admissible aujourd'hui, il n'en est pas moins probable que le corps cardiaque ait pour but de remplacer le chloragène chez beaucoup d'Annélides. EISIG partage entièrement l'opinion de CLAPARÈDE, et G. SCHNEIDER (1899) a fait remarquer récemment l'analogie de ces deux organes, sans toutefois leur attribuer une fonction excrétrice.

Quant à moi, j'ai déjà mentionné plusieurs fois, dans le courant de ce travail, la grande ressemblance qui existe entre la structure histologique du corps cardiaque des Lumbriculides et des

cellules chloragènes. On doit remarquer qu'une identité des caractères histologiques de tissus divers permet toujours de prévoir l'identité des fonctions.

Il est vrai que la différence relative au contenu granuleux de ces deux groupes de cellules surprend au premier abord. Jamais on ne trouve les cellules intravasculaires des Lumbriculides bourrées de grandes gouttelettes jaunâtres ou verdâtres, comme les cellules chloragènes. Elles ne renferment, au contraire, qu'un petit nombre de granules noirâtres. Mais ce fait prouverait, tout au plus, que les matières excrétées par les cellules chloragènes sont peut-être d'une autre nature chimique que les substances formées dans les éléments du corps cardiaque. Si l'on admet qu'il en est ainsi (bien que cette présomption manque de preuves chimiques), la présence de plusieurs produits d'excrétion différents n'a rien d'étonnant. Il nous suffira de rappeler l'exemple des Vertébrés, où les produits de la désassimilation sont aussi différents que les organes destinés à leur préparation. Un autre fait remarquable est l'expulsion des cellules intravasculaires dans la cavité générale. Cela permet de supposer que le vaisseau dorsal a besoin d'en débarrasser son contenu et qu'il s'agit bien de substances d'excrétion.

Nous allons résumer en quelques mots nos idées relativement aux fonctions du corps cardiaque des Oligochètes, en rappelant cependant que le manque absolu de connaissances sur la destinée définitive des cellules intravasculaires, et sur leur nature chimique, permet seulement d'émettre des suppositions.

Les amibocytes du sang que nous avons vus déployer une vive activité dans le système vasculaire et la paroi de l'intestin, en y phagocytant toutes sortes de choses de provenance étrangère ou produites par l'épithélium intestinal, et qui, de plus, retirent peut-être encore des matières du sang, soumettent toutes ces substances à un remaniement, dont les résultats visibles sont la métamorphose décrite de la cellule et les granules noirs qu'elle

renferme. Il se peut que l'amibocyte, avant de s'entourer d'une membrane, abandonne au sang des matières en état de dissolution; on pourrait trouver une preuve en faveur de cette supposition dans le fait que le corps cardiaque est toujours logé dans la partie antérieure du vaisseau dorsal, partie qui est la plus animée par les pulsations, et d'où par conséquent des substances nutritives se répandent le plus vite dans tout le système vasculaire. Mais nous verrons tout à l'heure que cette situation du corps cardiaque peut aussi avoir un autre but.

L'activité de la cellule finit par rendre liquide tout son protoplasme. Il ne lui reste alors que des produits de désassimilation. Elle s'applique à la paroi vasculaire, en s'enveloppant d'une membrane, et c'est ainsi que ces cellules, en s'entassant l'une derrière l'autre ou l'une sur l'autre forment le corps cardiaque. Puis il faut que l'organisme s'en débarrasse, aussi bien pour rendre la voie libre au sang, que pour garantir celui-ci contre l'action nuisible des matières d'excrétion. L'expulsion se produit, comme je l'ai dit, par des ouvertures dans la paroi vasculaire; mais il est difficile de dire si ces ouvertures sont produites par les pulsations du vaisseau dorsal, ensuite de son état surchargé (ce serait alors pour cela que le corps cardiaque se logerait dans cette partie du vaisseau), ou par une action quelconque des cellules.

Mes observations, malheureusement, ne s'étendent pas plus loin.

J'ajouterai encore quelques mots sur le corps cardiaque des Polychètes. Comme je l'ai expliqué plus haut, son analogie avec le même organe des Oligochètes est possible au point de vue physiologique, malgré l'improbabilité de l'homologie morphologique. Du reste, il faut remarquer qu'aucune des hypothèses susmentionnées n'exclut une pareille supposition. Mais, comme je ne voudrais pas avancer un fait que je ne pourrais démontrer, je me bornerai à dire que le corps cardiaque des Polychètes a proba-

blement diverses fonctions. Il est vraisemblable que l'une de ces fonctions consiste à prendre part à l'excrétion.

RÉSUMÉ

Le corps cardiaque, découvert chez les Oligochètes par MICHÆLSEN, chez des Enchytræïdes, a été retrouvé par moi chez le *Lumbriculus*, la *Rhynchelmis*, le *Tubifex* et la *Naïs*. Cet organe se compose d'amibocytes sanguins métamorphosés. Ces cellules sanguines possèdent chez les Lumbriculides une propriété phagocytaire prononcée, et peuvent même pénétrer dans l'épithélium intestinal, pour y manifester cette faculté. Elles subissent parfois une transformation ensuite de laquelle leur corps s'agrandissant, devient plus liquide et s'enveloppe d'une membrane. Ces cellules, qui renferment d'ailleurs souvent quelques petits granules de couleur foncée, se placent dans la partie antérieure du vaisseau dorsal, sur la face tournée vers l'intestin, et constituent ainsi le corps cardiaque. Elles ressemblent beaucoup aux cellules chloragogènes par leur structure histologique.

Le vaisseau dorsal peut s'ouvrir et laisser les éléments du corps cardiaque passer dans la cavité générale. On ne sait rien de précis sur les rapports qui existent entre la phagocytose, la métamorphose des amibocytes, et leur sortie du vaisseau, mais je crois cependant pouvoir supposer que ce procédé est de nature excrétrice.

Les amibocytes sanguins des Lumbriculides se voient quelquefois en état de division amitotique. En outre, il existe dans la ligne ventrale du sinus intestinal des formations cellulaires qui pourraient être un organe pour la production de ces cellules. Les lymphocytes coelomiques se multiplient également par des divisions directes, très rarement par la voie de mitose. Sur les disséplements des Lumbriculides, on trouve parfois des amas cellulaires qui sont probablement des organes lymphoïdes. Les lymphocytes

prennent part à l'excrétion, en phagocytant le chloragogène, aussi bien que des substances excrétées par l'épithélium intestinal.

Le chloragogène se forme probablement dans le protoplasme même des cellules chloragogènes. En outre, il est produit dans des cellules de l'épithélium intestinal. Celui-ci l'expulse alors ou dans la cavité générale, ou dans la lumière de l'intestin. Le chloragogène typique est un produit d'excrétion. On a observé une fois une cellule chloragogène libre en état de mitose.

Index bibliographique.

1853. GEGENBAUR. *Ueber die sog. Respirationsorgane der Regenwürmer.*
Zeitsch. f. wiss. Zool. IV.
1862. CLAPARÈDE. *Recherches anatomiques sur les Oligochètes.*
1864. v. KUPFFER. *Ueber Blut bereitende Organe bei den Rüsselegeln.* Zeitsch.
f. wiss. Zool.
- LEYDIG. *Ueber den Bau des tierischen Körpers.*
1865. — *Ueber Phreoryctes Menkeanus.* Arch. f. micr. Anatomie. I.
DE QUATREFAGES. *Histoire naturelle des Annélés.*
1868. CLAPARÈDE. *Les Annélides chétopodes du Golfe de Naples.*
1871. KOWALEVSKI. A. *Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden.* Mém. Acad. Imp. St-Pétersbourg.
1873. CLAPARÈDE. *Recherches sur la structure des Annélides sédentaires.*
1874. TAUBER. *Untersögelser over Naidernes kjönslose Formering.* Naturhist. Tidskr. 3 R. T. 9.
1879. VEJDOVSKY. *Ueber die Entwicklung des Herzens bei Criodrilus.* Sitz.
Ber. Königl. böhm. Gesellsch. Wissensch., Prag.
1882. v. KENNEL. *Ueber Ctenodrilus pardalis Clp.* Arb. Zool. Instit. Würzburg, V.
MEYER. E. *Zur Anatomie und Histologie von Polyophthalmus pictus.*
Arch. f. mikr. Anat., XXI.
1883. SALENSKY. *Etudes sur le développement des Annélides.* Arch. de
Biologie, IV.
- STEEN. *Anatom. histologische Untersuchung von Terebellides Stræmii.*
Diss. Jena.
- TIMM. *Beobachtungen an Phreoryctes Menkeanus Hoffm. und Nais.*
Arb. Zool. Instit. Würzburg, VI.
1884. VEJDOVSKY. *System und Morphologie der Oligochæten.*
1885. HORST. *Ueber ein rätselhaftes Organ bei den Chloræmiden.* Zoolog.
Anzeiger.
- KÜKENTHAL. *Ueber die lymphoiden Zellen der Anneliden.* Diss. Jena.
- WAGNER. N. *Ueber die Rolle der Leucocyten in plastischen Processen
bei den Wirbellosen.* Zoolog. Anzeiger.
1886. MICHELSEN. *Ueber Chylusgefässsysteme bei Enchytræiden.* Arch. f.
mikr. Anat. T. 28.

1887. CUNNINGHAM. *On some Points in the Anatomy of Polychæta*. Qu. Journ. micr. sc. Vol. 28.
- EISIG. *Monographie der Capitelliden*. Fauna und Flora des Golfes von Neapel.
- MEYER. E. *Studien über den Körperbau der Anneliden*. Mitt. Zool. Stat. Neapel, VII.
- MICHÆLSEN. *Enchytræidenstudien*. Arch. f. mikr. Anat., XXX.
1888. GROBBEN. *Die Pericardialdrüse der chætopoden Anneliden nebst Bemerkungen über die perienterische Flüssigkeit derselben*. Sitz. Ber. Acad., Wien. T. 97.
- KÜKENTHAL. *Beobachtungen am Regenwurm*. Biolog. Centralbl., VIII.
- MICHÆLSEN. *Beitr. zur Kenntniss der deutschen Enchytræidenfauna*. Arch. f. mikr. Anatomie, XXXI.
- MICHEL. *Sur la prétendue fusion des cellules lymphatiques en plasmodies*. Compt. rend. T. 106.
1889. KOWALEVSKY. A. *Ein Beitrag zur Kenntniss der Excretionsorgane*. Biolog. Centralblatt, IX.
1890. KULAGIN. *Zur Anatomie der in Russland vorkommenden Regenwürmer*. Zoolog. Anzeiger.
1891. BEDDARD. *Anatomical description of two new genera of aquatic Oligochaeta*. Trans act. R. soc., Edinburgh. Vol. 36.
- CUÉNOT. *Etudes sur le sang et les glandes lymphatiques dans la série animale. 2^e partie: Invertébrés*. Arch. Zoolog. expér., T. 9.
- LÖWIT. *Ueber Neubildung und Beschaffenheit der weissen Blutkörperchen*. Beitr. Path. Anat. Ziegler, X.
1892. BLES. *Report on the Occupation of the Table of the Naples Station*. Rep. 61. Meet. Brit Ass. Adv. sc.
- GREENWOOD. *On retractile cilia in the intestine of Lumbricus terrestris*. Journ. Phys. Cambridge. Vol. 13.
- UDE. *Würmer der Provinz Hannover*. I. Jahresber. naturhist. Gesellschaft Hannover.
1894. RACOVITZA. *Sur les Amibocytes, l'ovogénèse et la ponte chez la Micronereis variegata*. Compt. rend. T. 118.
- SCHÆPPI. *Das Chloragogen von Ophelia radiata*. Jena. Zeitsch. Naturwiss., T. 28.
- SCHIMKEWITSCH. *Ueber die excretorische Thätigkeit des Mitteldarmes der Würmer*. Biolog. Centralbl., XIV.
1895. DE BRUYNE. *Contribution à l'étude de la phagocytose*. Arch. Biol. T. 14.
- LIM BOON KENG. *On the cœlomic fluid of Lumbricus*. Phil. Trans. R. Soc. London. T. 186.
- NUSBAUM. *Zur Anatomie und Systematik der Enchytræiden*. Biolog. Centralbl. T. 15.
- RACOVITZA. *Sur le rôle des amibocytes*. Compt. rend. T. 120.

1896. a. KOWALEVSKI. *Etudes biologiques sur quelques Hirudinées*, Compt. rend. T. 122.
b. KOWALEVSKI. *Sur les glandes lymphatiques des Néréïdes*. Congrès Intern. Z., 3^e Sess.
ROSA. *Les lymphocytes des Oligochètes*. (Résumé de l'auteur.) Arch. ital. Biol., XXV.
SCHNEIDER. G. *Ueber phagocytaire Organe und Chloragogenzellen der Oligochæten*. Zeitsch. wiss. Zool. T. 61.
1897. CANTACUZÈNE. *Organes phagocytaires observés chez quelques Annelides marines*. Compt. rend. T. 125.
LANKESTER. *On the green Pigment of the intestinal Wall of the Annelid Chætopterus*. Qu. Journ. micr. sc. Vol. 40.
NUSBAUM und RAKOWSKI. *Ein Beitrag zur näheren Kenntniss der Anatomie des Rückengefäßes und des sog. Herzkörpers bei den Enchytræiden*. Biolog. Centralbl. T. 17.
1898. BRANDES. *Die Ursache der Grünfärbung des Darmes von Chætopterus*. Zeitsch. Naturwiss., Leipzig. T. 70.
CUÉNOT. *Etudes physiologiques sur les Oligochètes*. Arch. Biol. T. 15.
GAMBLE et ASHWORTH. *The habits and structure of Arenicola marina*. Qu. Journ. micr. sc. Vol. 41.
PICTON. *On the Heart-body and cœlomic fluid of certain Polychæta*. Qu. Journ. micr. sc. Vol. 41.
ROSA. *Sur les prétendus rapports génétiques entre les lymphocytes et le chloragogène*. (Résumé de l'auteur.) Arch. ital. Biol., XXX.
1899. GRAF. *Hirudineenstudien*. Nov. Act. Abh. Kais. Leop. Carol. Deutsch. Acad. T. 72.
SCHNEIDER. G. *Ueber Phagocytose und Excretion bei den Anneliden*. Zeitsch. f. wiss. Zool. T. 66.
-

EXPLICATION DE LA PLANCHE 11

- as* == amibocyte sanguin.
cc == corps cardiaque.
chl == chloragogène ou cellule chloragogène.
dp == dissépiment.
ei == épithélium intestinal.
iv == inclusions végétales de l'épithélium intestinal.
lc == lymphocyte cœlomique.
ml == muscles longitudinaux.
nm == noyaux musculaires.
nph == cellules ou parties néphridiennes.
p == péritoine.
pchl == paquet de chloragogène.
pv == paroi vasculaire.
si == sinus intestinal.
sph == substance phagocytée.
vd == vaisseau dorsal.
vl == vaisseau latéral.
vv == vaisseau ventral.

Les figures 5, 20 et 26 représentent des grossissements de 200 fois, les figures 19, 25, 29 et 31 des grossissements de 300 fois, et les autres de 500 fois environ. Ces indications ne peuvent être qu'approximatives, la planche à dessin étant employée à diverses hauteurs. Dans quelques figures, des parties ou des caractères accessoires n'ont pas été dessinés, ou ne sont que légèrement indiqués, p. ex. les cellules chloragogènes dans beaucoup de figures, le vaisseau ventral dans la fig. 16, l'épithélium intestinal dans les fig. 15, 16 et 31.

- Fig. 1. Coupe transversale du vaisseau dorsal du *Lumbriculus*. On voit quatre cellules du corps cardiaque. Dans deux de celles-ci, les noyaux sont en voie de division. Dans trois cellules, il y a encore un peu de protoplasme auprès du noyau. La lumière contient trois amibocytes sanguins.
- » 2. Coupe sagittale du vaisseau dorsal du *Lumbriculus*. Les cellules du corps cardiaque laissent voir pour la plupart leurs noyaux en état de division, et remplissent entièrement le vaisseau.

- Fig. 3. Coupe transversale du vaisseau dorsal de la *Naïs serpentina*, montrant une cellule du corps cardiaque et un amibocyte sanguin.
- » 4. Coupe transversale du vaisseau dorsal de la *Naïs serpentina*. La cellule du corps cardiaque qu'elle montre renferme encore une portion de protoplasme.
- » 5. Vaisseau dorsal de la *Naïs serpentina*. Combinaison de deux coupes successives. On voit le corps cardiaque formé de cellules enchainées. Comme il s'agit d'une partie du vaisseau n'étant pas située dans la ligne dorsale, mais du côté de l'intestin, et comme le corps cardiaque est appliqué sur la face tournée vers celui-ci, la coupe sagittale n'a pu toucher la ligne dans laquelle les cellules sont placées. C'est pourquoi elles paraissent se trouver libres dans la lumière vasculaire.
- » 6. Coupe transversale du vaisseau dorsal du *Tubifex rivulorum*, montrant deux cellules du corps cardiaque. Les cellules chloragogènes ne sont représentées qu'en partie.
- » 7. Coupe transversale du vaisseau dorsal du *Tubifex*. Le vaisseau renferme une cellule en train de se transformer en cellule du corps cardiaque et deux amibocytes sanguins.
- » 8 et 9. Coupes du sinus intestinal du *Lumbriculus*, montrant des amibocytes sanguins associés en petits plasmodes.
- » 10. Coupe du sinus intestinal du *Lumbriculus*. Plusieurs amibocytes sanguins normaux. L'un d'eux est en train de traverser la lumière du vaisseau.
- » 11. Coupe sagittale du vaisseau dorsal de l'*Enchytræus humiculator*, montrant plusieurs amibocytes sanguins, les pseudopodes émis et attachés à la paroi vasculaire.
- » 12. Partie d'une coupe sagittale du vaisseau dorsal de l'*Enchytræus humiculator*. Un amibocyte sanguin attaché encore par deux pseudopodes à la paroi vasculaire, est en train de se laisser emporter par le torrent sanguin, dont la direction est indiquée par la petite flèche.
- » 13. Amibocytes de l'*Enchytræus humiculator*, libres dans le vaisseau dorsal.
- » 14. Trois amibocytes du sang du *Tubifex rivulorum*. L'un d'eux est en état de repos, et émet quelques petits prolongements très fins et courts.
- » 15. Coupe transversale du sinus intestinal du *Lumbriculus*, montrant l'élargissement ventral, dans lequel on voit trois grandes cellules, dont deux en état de division, et plusieurs amibocytes sanguins.
- » 16. Coupe à travers le sac ventral du sinus intestinal de la *Rhynchelmis*, renfermant, outre quelques grandes cellules, un énorme plasmode d'amibocytes sanguins, qui est peut-être un organe destiné à la production de ces cellules du sang.
- » 17. Coupe de l'épithélium intestinal et du sinus sanguin du *Lumbriculus*.

culus, montrant des inclusions végétales, dont un grand paquet est enveloppé d'amibocytes, et un amibocyte plongeant dans l'épithélium intestinal pour phagocyter.

Fig. 18. Coupe du sinus intestinal du *Lumbriculus*. Un amibocyte, en traversant la lumière vasculaire, pénètre dans l'épithélium intestinal pour phagocyter.

- » 19. Partie d'une coupe transversale de l'intestin du *Tubifex*. On y voit de grandes inclusions végétales entourées d'amibocytes.
 - » 20. Partie d'une coupe transversale du *Lumbriculus*. Le péritoine, recouvrant les muscles longitudinaux, est rempli de petits granules noirs, et un lymphocyte, touchant cette couche avec ses pseudopodes, paraît être en train de lui incorporer encore quelques granules.
 - » 21. Groupe de lymphocytes du *Lumbriculus*, en situation naturelle dans la cavité générale. L'un d'eux seulement, celui qui est en voie de division mitotique, est emprunté à une autre coupe.
 - » 22. Partie d'une coupe transversale de l'intestin du *Lumbriculus*. Des lymphocytes, associés en forme de plasmode, pénètrent dans l'épithélium intestinal pour s'emparer d'un paquet de chlorogène.
-

EXPLICATION DE LA PLANCHE 12

<i>as</i>	==	amibocyte sanguin.
<i>cc</i>	==	corps cardiaque.
<i>chl</i>	==	chloragogène ou cellule chloragogène.
<i>dp</i>	==	dissépiment.
<i>ei</i>	==	épithélium intestinal.
<i>iv</i>	==	inclusions végétales de l'épithélium intestinal.
<i>lc</i>	==	lymphocyte coelomique.
<i>ml</i>	==	muscles longitudinaux.
<i>nm</i>	==	noyaux musculaires.
<i>nph</i>	==	cellules ou parties néphridiennes.
<i>p</i>	==	péritoine.
<i>pchl</i>	==	paquet de chloragogène.
<i>pv</i>	==	paroi vasculaire.
<i>si</i>	==	sinus intestinal.
<i>sph</i>	==	substance phagocytée.
<i>vd</i>	==	vaisseau dorsal.
<i>vl</i>	==	vaisseau latéral.
<i>vv</i>	==	vaisseau ventral.

Fig. 23. Partie d'une coupe transversale de l'intestin du *Lumbriculus*. Un grand paquet de chloragogène en train de passer dans la cavité générale, y est reçu par les lymphocytes réunis en plasmode. On voit un amibocyte sanguin dans l'épithélium.

- » 24. Partie d'une coupe transversale de l'intestin du *Lumbriculus*. Des paquets de chloragogène, entrés dans le coelome et entourés d'un grand plasmode de lymphocytes. Dans l'épithélium intestinal, un de ces paquets se voit encore, s'approchant déjà du sinus intestinal. On aperçoit aussi ici deux amibocytes sanguins.
- » 25. Une cellule chloragogène du *Tubifex* enveloppée par un lymphocyte coelomique.
- » 26. Partie néphridienne du *Lumbriculus*, prise dans une coupe transversale. Les cellules néphridiennes sont plus ou moins remplies de grains de chloragogène et l'on voit un lymphocyte placé sur la surface de la néphridie.
- » 27. Partie d'une coupe transversale de l'intestin de la *Rhynchelmis*, montrant un paquet de chloragogène libre dans la lumière intestinale et un autre en train d'être expulsé de l'épithélium.
- » 28. Partie d'une coupe transversale de l'intestin du *Lumbriculus*, montrant trois stades du développement des paquets de chloragogène dans les cellules épithéliales. La substance bleue foncée est représentée en noir. (Combinaison de plusieurs coupes.)
- » 29 et 30. Coupes sagittale et transversale du vaisseau dorsal du *Lumbriculus*, laissant voir l'ouverture de la paroi vasculaire, par laquelle les éléments du corps cardiaque sortent du vaisseau.
- » 31. Elargissement dans la ligne ventrale du sinus intestinal, en forme de sac ou de poche. Un lymphocyte en train de traverser la paroi vasculaire pour entrer dans le sinus. Coupe transversale du *Lumbriculus*.
- » 32. Un amibocyte sanguin du *Lumbriculus* à un stade déjà très avancé de métamorphose en cellule du corps cardiaque.
- » 33. Une cellule chloragogène libre, en voie de division mitotique.

M.de Bock del.

Lith. Anst. v. EA. Funke, Leipzig.

De Block, M. 1900. "Le corps cardiaque et les amibocytes des Oligochètes limicoles." *Revue suisse de zoologie* 8(2), 107–166.

<https://doi.org/10.5962/bhl.part.75155>.

View This Item Online: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/38141>

DOI: <https://doi.org/10.5962/bhl.part.75155>

Permalink: <https://www.biodiversitylibrary.org/partpdf/75155>

Holding Institution

MBLWHOI Library

Sponsored by

MBLWHOI Library

Copyright & Reuse

Copyright Status: NOT_IN_COPYRIGHT

This document was created from content at the **Biodiversity Heritage Library**, the world's largest open access digital library for biodiversity literature and archives. Visit BHL at <https://www.biodiversitylibrary.org>.