OBSERVATIONS
ANATOMIQUES ET HISTOLOGIQUES

SUR LES

OLIGOCHÈTES

spécialement sur leur système musculaire

PAR LE

Dr M. DE BOCK

Avec les planches 1 et 2.

INTRODUCTION

Les études que je viens de faire sur la conformation des Oligochètes m'ont fait reconnaître que les idées généralement répandues sur la structure de la musculature de ces Vers ne sont pas exactes sous tous les rapports. J'espère donc pouvoir contribuer à éclaircir les questions relatives à ce sujet.

Mes recherches ont porté aussi bien sur des Lombrics que sur des Limicoles. Voici les espèces que j'ai étudiées : *Lumbriculus variegatus* Grb., *Tubifex rivulorum* Lam., *Naïs serpentina* Müll., *Naïs proboscidea* Müll., *Chætogaster diaphanus* Gruith., un Enchytraeide reconnu, d'après H. UDE (1892), comme appartenant au genre *Enchytraeus*, *Allurus tetraëder* Sav., un *Allolobophora*, et un *Lumbricus* dont l'espèce n'est pas déterminée.

Sans entrer dans les détails au sujet des méthodes suivies, je dois dire seulement que je ne me suis pas borné à examiner

des coupes, mais qu'en outre j'ai fait un très grand nombre de dilacérations, et c'est à cette circonstance que je dois les principaux résultats de mes recherches. Dans ce but, j'ai fait usage de divers réactifs, mais, pour la plupart des Vers, je me suis servi du bichromate de potasse (à $\frac{1}{2}$ ou 1 %), recommandé déjà en 1887 par EISIG dans sa Monographie des Capitellides. Ayant reconnu que la dissociation du tissu musculaire doit être poussée très loin pour donner des résultats satisfaisants, j'ai soumis mon matériel à l'action de ce réactif pendant plusieurs mois. Ensuite, j'ai laissé les Vers séjourner encore pendant quelques semaines dans de la glycérine.

On sait que la musculature des Invertébrés, et spécialement celle des Oligochètes, a été soigneusement étudiée par un grand nombre de zoologistes. Je ne reproduirai pas les observations des anciens auteurs et me bornerai à citer les mémoires de WEISSMANN (1862), WAGNER (1863), LEYDIG (1865), CLAPARÈDE (1869), RATZEL (1869), SCHWALBE (1869), PERRIER (1874-1881), TIMM (1883) et VEJDOVSKY (1884).

J'aurai à citer ces auteurs dans le courant de ce travail. Une nouvelle époque dans notre connaissance de la musculature des Oligochètes est marquée par l'apparition des œuvres de ROHDE, UDE, CERFONTAINE et HESSE. Je résumerai ici les résultats obtenus par ces auteurs et se rapportant aux questions qui font le sujet de mes recherches.

ROHDE (1885) trouve que les fibres musculaires des Chétopodes sont des cellules en forme de tuyau. Elles sont formées d'une substance corticale et contractile et d'une substance axiale, renfermant parfois un noyau. Cette fibre musculaire est l'équivalent d'une cellule; par conséquent, la membrane dont elle est enveloppée est le sarcolemme. Les cellules musculaires sont disposées en une seule rangée chez les Limicoles. Cette rangée se pliant et se repliant, il en résulte la disposition de la musculature longitudinale des Lombrics. Une masse granuleuse et pourvue

de noyaux, se trouve placée entre les cellules musculaires et forme la limite entre elles et la cavité générale; c'est la substance qui donne naissance à la musculature (« Bildungs-substanz der Muskulatur »). Une autre substance fibreuse se trouve autour des cellules musculaires. Elle est probablement produite, soit sécrétée, par ces dernières (« secundäres Abscheidungsproduct der Muskelzellen »). La substance contractile se compose de lames fibrillaires, disposées en rayons autour du canal axial de la fibre.

H. UDE (1886) démontre l'inexactitude de l'opinion émise par CLAPARÈDE sur la disposition des muscles longitudinaux des *Lombrics*. La coupe transversale de ces muscles n'a pas la forme d'une plume, comme le prétendait cet auteur, car les deux membranes de la double lamelle centrale, qui représentait selon lui l'axe de la plume, divergent aux deux extrémités et se joignent à celles des groupes voisins à gauche et à droite. C'est ainsi que les fibres longitudinales sont divisées en groupes, délimités de tous côtés par cette membrane homogène non colorable et manquant de noyaux. Sur la coupe transversale, on voit les fibres musculaires rangées en une ligne elliptique le long de cette membrane. Ces groupes correspondent au type des « faisceaux primitifs ».

Les fibres musculaires longitudinales et circulaires ont, chez les *Lombrics*, la forme de longs rubans, composés à leur tour de fibrilles rubannées, minces et étroites. Les noyaux musculaires sont grands, ovales et situés à la face externe de la fibre. Les noyaux, plus petits et ronds, qu'on trouve dispersés dans la musculature, appartiennent à la substance conjonctive entourant toutes les fibres. Ces dernières sont dépourvues de sarcolemme.

D'après CERFONTAINE (1890), les éléments musculaires sont longs et fusiformes. Quant à la disposition des muscles longitudinaux des *Lombrics*, il n'existe, selon cet auteur, ni la lamelle

centrale de CLAPARÈDE, ni la membrane d'UDE. Les fibres se trouvent simplement placées dans un stroma de tissu conjonctif qui ne laisse pas reconnaître de cellules distinctes, mais qui possède deux sortes de noyaux. Il y a là des noyaux petits, ronds et se colorant vivement, et d'autres plus grands, d'une forme oblongue et d'une couleur plus pâle.

Ces derniers, bien que pris par SCHWALBE et UDE pour les noyaux musculaires, ne peuvent avoir d'autres rapports avec la musculature que des relations ontogénétiques; c'est-à-dire qu'ils seraient les noyaux de cellules ayant produit chacune plusieurs éléments musculaires. Dans l'organisme adulte, il est évident que ces noyaux, aussi bien que les petits, appartiennent à la « substance intercolumnaire ».

D'après HESSE (1894), les formes des fibres musculaires distinguées par RATZEL (fibres nématoïdes, fibres d'Hirudinées, et simples rubans), peuvent être ramenées à un même type. Ce sont toujours des cellules musculaires, laissant voir les deux parties caractéristiques : le protoplasme avec le noyau et la partie contractile. Les différences sont seulement causées par les relations diverses qui peuvent exister entre ces deux parties. Le protoplasme peut être plus ou moins abondant et plus ou moins enveloppé de la substance contractile.

Les muscles longitudinaux des Lombrics forment des plis se présentant sur des coupes transversales sous la forme d'un U.

Les noyaux des muscles circulaires des Limicoles sont placés de manière à former une seule rangée de chaque côté du corps : c'est la « ligne latérale ». L'auteur suppose qu'un nerf passe le long de celle-ci, car un fort faisceau nerveux partirait, selon lui, du ganglion sus-œsophagien pour entrer précisément dans la ligne latérale.

I. DISPOSITION DE LA MUSCULATURE DANS LA PAROI DU CORPS DES OLIGOCHÈTES.

1. *Musculature longitudinale.*

On sait que les fibres des muscles longitudinaux de la plupart des Oligochètes Limicoles sont disposées en une seule rangée autour de la cavité générale, étant placées perpendiculairement sur une fine membrane qui les sépare de la musculature circulaire. Chez les Terricoles, au contraire, et chez la plupart des Polychètes, leur disposition est beaucoup plus compliquée. On a expliqué cette différence d'une manière plausible en admettant qu'elle est causée par une tendance à élargir la surface contractile (voir p. e. O. HERTWIG, 1896, p. 332). Par conséquent, on peut s'attendre à trouver des formes intermédiaires montrant les débuts de ce développement de la couche musculaire. Et, en effet, on en voit des exemples parmi les Limicoles. Ainsi, chez la *Rhynchelmis limosella*, la lamelle portant les fibres longitudinales forme des incurvations dans les six sillons de la musculature, comme l'a déjà vu et représenté VEJDOVSKY (1884). Dans la famille des Enchytraeides, il existe même une tendance à la disposition en deux rangées des fibres longitudinales, notamment chez les genres *Friedericia* et *Enchytræus*. Chez ce dernier, MICHÆLSEN a déjà signalé ce fait en 1886, et il en est de même des *Enchytræus* que j'ai étudiés (fig. 3). Nous y voyons deux assises de fibres longitudinales. Celles de la couche intérieure sont plates, comme chez la plupart des Limicoles tandis que les coupes transversales des fibres extérieures situées immédiatement sous les muscles circulaires, ont une forme polygonale, annulaire ou irrégulière. Nous verrons plus loin que cette disposition ne manque pas d'analogie avec celle que l'on observe chez d'autres Oligochètes.

D'après ROHDE, la musculature longitudinale du *Phreoryctes Menkeanus* et du *Criodrilus lacuum* consiste en une couche puissante dont les fibres ne laissent voir aucun arrangement régulier. Mais, chez les Lombrics proprement dits, elles sont toujours orientées d'une façon caractéristique.

Cette disposition, découverte par UDE (1886), existe en effet, bien qu'elle ait été niée par CERFONTAINE. Je tiens d'autant plus à insister sur ce fait que l'opinion de CERFONTAINE a été admise aussi par BEDDARD dans sa grande Monographie des Oligochètes (1895), et que d'autres auteurs, même dans ces derniers temps, ont également méconnu la vraie disposition des muscles longitudinaux.

Les observations de CLAPARÈDE sont parfaitement justes en ce qui concerne l'existence de la double « lamelle centrale » entre deux séries de fibres. Ordinairement, cette lamelle se présente sous la forme d'une ligne simple et très nette. Mais quelquefois les deux membranes dont elle se compose se sont un peu écartées l'une de l'autre, et c'est dans ce cas qu'on les distingue nettement. Je fais remarquer expressément que je n'ai point confondu ces lamelles avec les fibres musculaires, les nerfs ou les vaisseaux sanguins qui passent souvent par l'interstice situé entre les deux membranes, et qui se distinguent aisément de ces dernières par leur épaisseur et leur aspect. On peut poursuivre cette lamelle sur de longues séries de coupes transversales, ce qui prouve qu'il s'agit de véritables membranes et non de simples fibres du tissu conjonctif. Ce qui a échappé à CLAPARÈDE, c'est que ces lamelles se joignent aux lamelles voisines pour former les « caissons » (UDE).

Les lamelles en question sont trop fines pour qu'on puisse leur trouver une structure fibreuse ou autre. Elles appartiennent évidemment au tissu conjonctif, car elles sont munies de noyaux propres, ce qui a échappé à UDE. Ces noyaux, d'une forme oblongue, sont situés entre les deux rangées de fibres muscu-

laïres (dans la lamelle centrale de CLAPARÈDE), ou bien sur l'extrémité du caisson, souvent immédiatement sous le péritoïne. Malgré cela, on peut toujours distinguer les noyaux de ce dernier de ceux de la paroi des caissons.

Quant aux fibres musculaires, elles sont disposées d'une façon particulière et caractéristique qui a été comparée par CLAPARÈDE à l'aspect d'une plume d'Oiseau. Cette comparaison est juste, surtout lorsque les fibres font défaut dans l'extrémité intérieure du caisson, ce qui est souvent le cas. La plupart des fibres longitudinales, possédant la forme de rubans d'une largeur variée, sont disposées en rangées sur les parois longues du caisson, en formant avec celles-ci un angle de 45° environ. Vues sur une coupe transversale, elles peuvent, en effet, rappeler l'aspect d'une plume. En outre, on trouve ordinairement quelques fibres placées dans l'extrémité intérieure du caisson et accompagnant également la paroi de celui-ci. Il faut remarquer que les fibres latérales sont en partie superposées les unes aux autres, si bien que leur disposition n'est pas strictement unisériée. L'extrémité périphérique du caisson renferme des fibres d'un aspect différent. Leurs coupes transversales sont circulaires, oblongues, triangulaires ou d'une forme irrégulière. La plupart d'entre elles laissent reconnaître une substance corticale entourant un petit espace central, qui souvent ne se présente que sous la forme d'une fissure. Au-dessus de ces fibres situées tout à fait irrégulièrement dans l'intérieur de l'extrémité extérieure du caisson, il y en a quelques-unes qui représentent des stades transitoires entre elles et les fibres en forme de rubans. Elles sont larges et plates elles aussi, mais toujours plus épaisses que ces dernières. J'ajouterai encore que, dans les Lombrics fixés par le liquide d'HERMANN, ces fibres périphériques de la musculature longitudinale se distinguent aussi des autres par leur couleur. Elles sont toujours plus vivement colorées, et moins brunies par l'osmium que les fibres en forme de rubans. Je reviendrai plus loin sur ce sujet.

La disposition des fibres longitudinales n'est pas aussi régulière dans les sillons intersegmentaires que vers le milieu du segment, comme CERFONTAINE l'a déjà fait observer.

J'ai essayé de rendre tous les détails que je viens de décrire par la fig. 1, représentant quatre caissons musculaires du *Lumbricus*. De plus, je renvoie à l'ouvrage d'O. HERTWIG (1896) cité ci-dessus. Il renferme le seul dessin exact dans tous les détails, que je connaisse.

2. *Musculature circulaire.*

Je n'ai que peu de choses à ajouter relativement à la disposition des muscles circulaires. Il est généralement reçu que la musculature circulaire des Lombrics se compose de fibres annulaires « empâtées » sans ordre et sans disposition régulière dans une substance conjonctive. C'est ce que j'ai observé, moi aussi, dans la plupart de mes préparations. Mais, parmi une douzaine de Lombrics, dont j'ai fait un grand nombre de préparations, et qui appartenaient aux trois genres sus-mentionnés, il y en avait deux, qui laissaient nettement voir une tendance à abandonner la disposition irrégulière des fibres circulaires. C'était notamment un *Allurus tetraëder*, chez lequel les coupes longitudinales, passant à travers la musculature annulaire, montraient des « caissons » semblables à ceux de la musculature longitudinale. Ici, ces caissons sont également formés d'une lamelle de tissu conjonctif, et possèdent une forme oblongue ; leurs deux extrémités touchent les muscles longitudinaux et l'épiderme (fig. 2). On peut reconnaître que les deux parois latérales du caisson convergent à leurs extrémités pour se réunir en une seule ligne. En examinant les coupes d'une série, on retrouve les mêmes caissons dans chacune d'elles, ce qui prouve qu'ils s'étendent sur toute la couche musculaire. La même chose se voyait, mais moins nettement, chez

un *Lumbricus*, où des caissons semblables se trouvaient seulement dans les parties de la musculature voisines des sillons intersegmentaires.

Dans l'intérieur de ce caisson, les fibres montrent même une tendance à se ranger en deux séries plus ou moins régulières le long des cloisons. CERFONTAINE a observé, lui aussi, des faits analogues, comme le démontrent ses figures. Néanmoins, il ne veut pas reconnaître la disposition en caissons des fibres musculaires.

Sur des coupes longitudinales des Lombrics, on aperçoit souvent de petites lignes circulaires ou elliptiques, délimitant des groupes de fibres annulaires, et distribuées irrégulièrement dans la substance conjonctive de la couche circulaire de la musculature. Il me semble qu'il faut considérer ces groupes comme homologues aux caissons décrits ci-dessus, dont ils diffèrent seulement par leur petitesse et par l'irrégularité de leur disposition.

Il résulte de ces observations que chez les Lombrics, il existe dans toute la musculature de la paroi du corps une tendance des fibres à se réunir en groupes enveloppés d'une lamelle de substance conjonctive, et à se disposer en rangées dans l'intérieur de ces « caissons ». Cette disposition est nettement développée surtout dans la musculature longitudinale, mais elle débute déjà parmi les fibres circulaires.

3. *Substance conjonctive.*

La substance conjonctive dans laquelle les fibres musculaires des Lombrics se trouvent placées, est granuleuse; parfois, et notamment dans la couche circulaire, elle se montre plutôt fibreuse. Ses cellules ne sont pas nettement délimitées, comme on le sait. Elle est plus abondante entre les fibres circulaires que dans la musculature longitudinale, et dans celle-ci nous la trouvons

plus développée entre les fibres périphériques que dans les autres parties de la couche.

Quant aux noyaux de la substance conjonctive, je partage absolument l'opinion d'UDE, d'après laquelle les petits noyaux ronds et fortement colorés appartiendraient à la substance conjonctive, tandis que les nucléus ovalaires et clairs seraient de vrais noyaux musculaires.

Chez les Limicoles, spécialement chez le *Lumbriculus variegatus*, sur lequel j'ai fait la plupart de mes observations, les muscles circulaires sont également placés dans une couche de substance conjonctive qui, à un fort grossissement, se montre très finement fibreuse, et renferme une quantité de petits granules. Les noyaux appartenant à cette substance sont extrêmement longs, souvent plats, parfois recourbés, et se trouvent toujours situés entre les fibres circulaires (fig. 30). Leur nombre est assez considérable.

La substance conjonctive de la musculature longitudinale du *Lumbriculus* est relativement rare, surtout entre les lames de cette couche. On n'en trouve que de petits amas finement granuleux (fig. 5). Mais les bords intérieurs des lames musculaires sont plus abondamment recouverts de la substance conjonctive, qui forme ici une couche complète. Cependant, il faut se garder de confondre cette dernière avec le péritoine.

D'après FRAIPONT (1887), dans l'ontogénie du *Polygordius*, les muscles longitudinaux se développent dans la portion périphérique de certaines cellules. Mais, « le reste des cellules qui leur ont donné naissance, c'est-à-dire la portion profonde, y compris le noyau, forme ce que nous appellerons la couche somatique du péritoine ». ROHDE parle également d'une substance qui, ayant donné naissance aux muscles longitudinaux, formerait la limite entre ceux-ci et la cavité générale.

Ces naturalistes ne reconnaissent donc pas l'existence d'un péritoine indépendant de la musculature longitudinale. Il est

vrai que ces tissus dérivent du mésoderme tous les deux et il est fort possible qu'ils se forment dans une même partie de ce dernier. De plus, il va sans dire que je suis loin de mettre en doute les résultats d'un observateur aussi scrupuleux que FRAIPONT, d'autant plus que je n'ai pas étudié moi-même le *Polygordius*. Mais, chez les Oligochètes, je ne puis admettre que le péritoine ait des rapports génétiques avec la musculature. Rien ne l'indique, du moins chez l'adulte. Le péritoine se distingue nettement de tout ce qu'il recouvre, notamment de la couche musculaire et de sa substance conjonctive. Cela se voit distinctement, sur des coupes transversales, dans les sillons de la musculature, surtout dans la ligne latérale où le péritoine passe sur l'intervalle entre les bandes musculaires, tandis que l'assise de substance conjonctive s'y arrête (fig. 5).

En ce qui concerne les relations entre cette substance et la musculature, il n'est pas impossible d'admettre que la première constitue les restes d'un tissu embryonnaire dans lequel les muscles auraient pris leur origine. Mais, chez les Oligochètes que j'ai étudiés, on ne trouve plus rien qui rappelle des relations semblables. Ici, les muscles possèdent leurs propres corps de protoplasme, leurs propres noyaux, et ont par conséquent la valeur de cellules indépendantes.

Quant à l'existence d'une substance fibreuse, produite par les cellules musculaires, comme l'admet ROHDE, je n'ai rien vu de semblable chez les Vers que j'ai étudiés.

Le rôle physiologique de la substance conjonctive de la musculature ne peut pas être douteux. Elle a pour but d'affaiblir le frottement entre les fibres contractiles et de les faire glisser les unes sur les autres. C'est pour cela, je pense, que ce tissu a perdu sa structure cellulaire et s'est transformé en une masse ou une substance probablement demi-liquide chez le vivant. Pour la même raison, la substance conjonctive est toujours plus abondante dans la musculature circulaire que dans la couche des

fibres longitudinales. Les contractions du Ver étant beaucoup plus fortes dans le sens de sa longueur que dans la direction transversale, les fibres circulaires sont plus exposées à la pression et au frottement que celles de la musculature longitudinale.

Je termine ce paragraphe en faisant remarquer que, dans le tissu dilacéré, on voit souvent des particules de la substance conjonctive attachées à la face des fibres musculaires, où elles peuvent affecter l'aspect de « ponts protoplasmiques de communication », qui pourtant n'existent pas dans la musculature des Oligochètes. Pour de plus amples détails sur cette question, qui a été très discutée par les histologistes dans ces derniers temps, je renvoie au mémoire récemment paru de SCHAFFER (1899).

II. STRUCTURE DE LA MUSCULATURE DES OLIGOCHÈTES.

1. Colonnes musculaires et fibres.

Je commencerai par quelques remarques sur la terminologie, car il me semble qu'il existe quelque confusion à ce sujet. On rencontre souvent les expressions de « cellules musculaires », de « fibres », de « fibrilles » et « d'éléments » du tissu contractile, mais on reste dans le doute sur ce que les auteurs entendent sous ces noms, car ces termes s'emploient parfois pour désigner des choses différentes. Il me paraît donc nécessaire d'indiquer exactement le sens des mots dont je me servirai pour distinguer les parties différentes qui composent la musculature.

La plupart des auteurs entendent sous le nom de « fibre » les longs éléments contractiles, ayant la forme de rubans, de cylindres ou de prismes, et constituant les rangées ou les groupes caractéristiques pour la disposition de la musculature. Dans le chapitre précédent, j'ai employé, moi aussi, ce terme dans le même sens. Suivant la proposition de CERFONTAINE, j'appel-

lerai maintenant ces fibres « colonnes musculaires¹ », car j'aurai à montrer qu'elles se composent à leur tour de « fibres ». Ces dernières peuvent encore se diviser en « éléments musculaires ». C'est à dessein que je renonce ici au terme « fibrille », voulant le réserver spécialement pour la structure de la substance contractile.

On sait que les coupes transversales des colonnes musculaires sont fort souvent circulaires ou polygonales, et permettent de distinguer une substance corticale finement striée (fibrilles rubannées de ROHDE et d'UDE) et un canal axial plus ou moins complètement entouré de la substance contractile. C'est pourquoi l'on a attribué la forme de tubes ou de gouttières à ces colonnes (muscles cœlomyaires, ROHDE).

Mais il n'est pas rare de leur trouver une conformation plus compliquée, c'est-à-dire de les voir composées d'un nombre toujours restreint de « fibres » qui, étant enveloppées ensemble d'une fine membrane, constituent de la sorte un petit faisceau. Les objets sur lesquels on peut s'en convaincre le mieux sont les colonnes périphériques de la musculature longitudinale des *Lombrics* et les muscles circulaires du *Lumbriculus*.

Chez les *Lombrics*, les fibres sont ordinairement plus aplaties et s'amincissent vers leurs bords. En formant la colonne musculaire, leurs bords se touchent et laissent au centre un petit espace libre. Ce dernier se présente souvent sous la forme d'une fente, ce qui est toujours le cas quand on ne trouve que deux fibres réunies dans la colonne. Bien que les bords des fibres se touchent ordinairement, je dois ajouter que souvent on voit ces derniers un peu écartés l'un de l'autre; c'est dans ce cas que l'on peut aisément les distinguer sur des coupes transversales (fig. 13 *d*, 15 *a*).

¹ Sans vouloir juger ici de leur homologie possible avec certains éléments de la musculature des Vertébrés. Car il faut avouer que la comparaison entre la musculature des Vers et celle des Vertébrés présente beaucoup de difficultés, non seulement au point de vue histologique, mais encore en ce qui concerne le développement ontogénétique.

Dans les colonnes de la musculature circulaire du *Lumbriculus*, les fibres sont encore plus éloignées l'une de l'autre, et par conséquent facilement visibles, pourvu qu'on examine des coupes passant exactement à angle droit à travers cette couche. Mais il arrive ici, également, que quelques fibres se réunissent de manière à présenter, sur la coupe transversale, l'aspect d'une sorte d'anneau ou d'une partie d'un cercle (fig. 14, 32).

ROHDE donne de beaux dessins des coupes transversales des colonnes musculaires chez les Lombrics, dessins qui démontrent qu'il a vu, lui aussi, les fibres dont je parle. Mais il attribue cet aspect à la tendance de la colonne (« fibre » chez lui) à se fendre dans sa longueur. J'aurai donc à démontrer qu'il s'agit ici de fibres indépendantes et réunies seulement en un faisceau : la colonne musculaire.

Il est généralement admis que la fine striation de la substance contractile est disposée en rayons autour du canal axial de la colonne. Mais, je crois que ce fait n'est pas général. Ce qui est la règle, c'est que cette striation soit perpendiculaire au grand axe de la coupe transversale de la fibre (fig. 13 *a, b, d*; 15 *a*), règle qui pourtant ne manque pas d'exceptions (fig. 13 *e*; 15 *b*). Par conséquent, plus on s'approche des bords de la fibre, plus la striation s'éloigne de la direction radiaire. Néanmoins, une striation radiaire se voit parfois (mais très rarement, du moins sur mes préparations) dans une partie de la colonne. Dans ce cas, il s'agit de fibres courbées en forme de gouttières.

Les diverses fibres d'une colonne musculaire sont donc souvent striées en sens différents. C'est pourquoi on peut les distinguer nettement. Les fig. 13 *a, b* et *c* en donnent des exemples frappants.

En résumé, les bords souvent un peu écartés des fibres, la striation en sens différents de celles-ci et les fibres très distinctes, bien que non striées, de la musculature circulaire du *Lumbriculus* permettent de reconnaître que les colonnes musculaires sont des faisceaux composés de fibres indépendantes.

Souvent ces dernières sont si étroitement liées l'une à l'autre qu'on ne les distingue pas (p. e. fig. 11 *a* et *f*), surtout dans le cas où leur striation reste invisible. Dans d'autres cas, les fibres se trouvent divisées à leur tour en petites pièces (groupes de leurs éléments), ce qui est probablement causé par la fixation (fig. 11, *c*, *d*).

Le nombre des fibres réunies dans une colonne musculaire n'est pas grand, chez les Lombrics. D'ordinaire j'en ai vu deux ou trois, d'autres fois quatre ou cinq. Dans les muscles circulaires du *Lumbriculus*, on en trouve un peu plus. Il est bien possible que parfois la colonne ne consiste qu'en une seule fibre. En effet, il n'est pas rare de trouver chez les Lombrics des colonnes musculaires assez petites sur la coupe transversale, et montrant une striation ininterrompue et égale. Pourtant, dans ces cas, il n'est pas impossible que deux fibres se soient liées étroitement l'une à l'autre, de manière à offrir l'aspect d'une seule fibre.

On voit souvent que la colonne musculaire est formée de deux fibres seulement. Ceci est également le cas dans les colonnes en forme de rubans qui constituent toute la musculature longitudinale du *Lumbriculus* et d'autres Limicoles et la plus grande partie de la couche musculaire longitudinale des Lombrics.

ROHDE fait déjà remarquer que la coupe transversale de ces « fibres » montre une fissure dans son grand axe, un « centralen Markraum ». J'ai vu la même chose chez les Lombrics, le *Lumbriculus* et l'*Enchytræus* (fig. 3). C'est surtout chez le *Lumbriculus* que la lame musculaire se montre très nettement composée de deux feuilles, représentant les deux fibres. Souvent leurs bords tournés vers l'intérieur restent un peu écartés l'un de l'autre, si bien que la colonne est fendue presque jusqu'à sa base en deux fibres très plates (fig. 20).

Jusqu'ici je n'ai parlé que des résultats fournis par l'étude des coupes. Les dissociations examinées à un grossissement convenable

confirment ces résultats. Mais, dans ces préparations, on ne voit rien de la fine membrane enveloppant la colonne musculaire. Par la macération, cette dernière se divise d'elle-même en fibres, se présentant sous la forme de prismes allongés et minces (*Lombrics*). Dans la musculature longitudinale, leur longueur est probablement égale à celle de la colonne musculaire; mais il est impossible de se rendre compte de ce fait, la fibre se divisant toujours en ses éléments, du moins en partie. Les fibres de la musculature circulaire forment des anneaux complets autour du corps du Ver, ce que l'on peut reconnaître en dissociant des coupes faites à la main au travers d'un *Lumbriculus* ou d'un autre Ver (*Limicole*) dont la musculature circulaire ne consiste qu'en une seule assise de colonnes.

La membrane entourant les fibres d'une colonne musculaire est parfois invisible à cause de son extrême finesse. Pourtant, on l'observe assez souvent. Je l'ai vue le plus nettement sur des coupes transversales de la musculature circulaire des *Lumbriculus*, traitées par l'argent nitrique d'après DEKHUYZEN¹. La membrane se colorant par ce traitement en brun-noirâtre devient très visible sur les coupes. Cette membrane est considérée comme le sarcolemme par les naturalistes qui prennent la colonne musculaire pour l'équivalent d'une cellule. Il est vrai de dire que je n'ai trouvé ni les fibres, ni les éléments musculaires entourés d'une membrane qui pût être prise pour le sarcolemme. Néanmoins, il me paraît douteux que le sarcolemme soit représenté par la membrane de la colonne, celle-ci n'étant probablement pas l'équivalent d'une seule cellule musculaire, comme nous le verrons plus loin.

¹ Anatom. Anzeiger, 1889. J'ai dû faire agir les divers liquides sur mes Vers plus longtemps que ne l'indique DEKHUYZEN.

2. *Éléments musculaires.*

Les fibres se composent des éléments musculaires, comme je l'ai dit ci-dessus. La plupart des naturalistes qui ont fait des dissociations décrivent ces éléments comme étant des fibrilles très longues et fusiformes. En effet, chez les Lombrics, la colonne musculaire est souvent réduite par la macération en un certain nombre de fibrilles semblables. Mais ces Vers ne sont pas l'objet le plus favorable pour ces recherches.

C'est dans la musculature longitudinale du *Lumbriculus* que les éléments se laissent isoler le plus facilement et que l'on peut distinguer aisément leur disposition et leur forme. C'est pourquoi je commencerai par la description des éléments de ce Ver.

En dissociant des parties de la musculature longitudinale du *Lumbriculus*, on voit que les éléments de cette couche ne sont pas tous de la même forme. Les uns sont plus longs, étroits et fusiformes, les autres, plus abondants que les premiers, sont plus larges et courts. On reconnaît facilement que cette différence n'est pas due aux contractions, mais qu'au contraire il existe deux sortes d'éléments, se distinguant en outre par leur disposition dans la couche musculaire. Les éléments larges composent les grands rubans musculaires qui occupent toute l'épaisseur de cette dernière. Ils sont extrêmement minces et ont souvent, à l'état de contraction, le bord extérieur dentelé en scie. Entre ces colonnes larges et plates s'en trouvent d'autres d'une taille beaucoup plus petite. Ces petites fibres ou colonnes sont toujours appliquées contre la couche circulaire et se composent d'éléments étroits et fusiformes.

Ces fibres (ou colonnes) étroites se distinguent encore par la propriété d'être beaucoup plus fortement attachées à la couche circulaire que les rubans larges, car elles restent souvent à leur place, pendant qu'on enlève ces derniers avec les aiguilles.

Les éléments larges sont d'ailleurs très variables dans leur forme extérieure, selon l'état de contraction du Ver, ce qu'on voit en comparant les éléments de divers individus (fig. 16, 17, 18). On peut pourtant toujours les comparer à des lames, comme le montrent ces figures.

Quelques-unes de ces lames sont toujours collées les unes sur les autres de manière à se couvrir complètement. Souvent on croit avoir sous les yeux un seul élément musculaire; mais en le dissociant avec une aiguille, on est étonné de le voir se diviser en plusieurs lames, possédant exactement la même forme et la même grandeur, lames qui s'étaient couvertes complètement.

Mais ce n'est pas là le seul principe de leur disposition. Dans des morceaux isolés de la fibre, nous reconnaissons, grâce à sa transparence, que les éléments qui la composent (ou les groupes d'éléments de même forme et grandeur dont je viens de parler), sont juxtaposés en se couvrant l'un l'autre sur la plus grande partie de leur longueur, mais de manière à ce que chacun d'eux dépasse un peu l'autre (fig. 19). Leurs bords tournés vers la périphérie forment une ligne à peu près droite, tandis que leur largeur étant différente, le bord intérieur de la fibre forme des zigzags irréguliers. Il résulte de ce que je viens de dire que la disposition des éléments de la musculature longitudinale ne dépend pas seulement de la segmentation du corps du Ver.

La fig. 19 montre la différence qui existe entre les lames et les éléments étroits. Le *Lumbriculus* est donc un objet très favorable à l'étude des éléments musculaires à cause de la forme caractéristique qu'ils possèdent chez lui. C'est cette forme qui empêche de les confondre avec de simples morceaux fendus de la substance contractile, ce qui peut facilement arriver chez les Lombrics, où les éléments musculaires sont très longs et minces. Aussi cette forme extérieure des éléments permet-elle, chez le *Lumbriculus*, de reconnaître leur disposition dans la fibre d'une manière indubitable.

Les éléments musculaires des Lombrics montrent la même disposition dans la fibre, c'est-à-dire que chacun d'eux dépasse l'autre d'une certaine partie de sa longueur (fig. 9). Quant à leur forme extérieure, ils sont beaucoup plus longs et plus étroits que les lames du *Lumbriculus*. Ils se présentent en minces rubans, se terminant aux extrémités en longues pointes. Leur largeur est égale à l'épaisseur de la fibre qu'ils composent, et par conséquent très variable. Aussi paraissent-ils varier en longueur. La fig. 7 montre deux de ces éléments pris parmi les plus petits qu'on puisse trouver. Ce sont les fibrilles rubannées signalées par ROHDE et UDE, et ce sont probablement les mêmes fibrilles qui, d'après CERFONTAINE, composent la colonne musculaire.

Ces éléments sont la cause de la striation que nous observons sur les coupes transversales des fibres, où on les trouve parfois plus ou moins complètement séparés l'un de l'autre, aspect qui est probablement dû à la fixation (fig. 15 *d, e*).

Quand on regarde la face large de la fibre, les bords des éléments juxtaposés sont tournés vers l'observateur. C'est pourquoi la fibre montre souvent une striation longitudinale très apparente (fig. 8).

Au premier coup d'œil, on est frappé d'une différence qui existe entre le Lombric et le *Lumbriculus* relativement à la disposition de leurs éléments musculaires. Chez les premiers, ils sont placés perpendiculairement au grand axe de la fibre (sur la coupe transversale), tandis que chez le *Lumbriculus*, ils se rangent parallèlement à cet axe. Mais cette différence n'est point essentielle. La question ne touche que l'épaisseur des fibres qui, chez le *Lumbriculus*, sont extrêmement comprimées dans les sens correspondant au grand axe de la fibre des Lombrics. J'ai dit plus haut que les éléments musculaires ne se rangent pas exactement en rayons autour du canal axial de la colonne, comme le pensent certains auteurs. La disposition que

nous venons de décrire chez le *Lumbriculus*, nous en donne un exemple concluant.

D'après ROHDE, la fibre longitudinale du *Lumbriculus* se composerait d'éléments placés de la même manière que chez les Lombrics, à savoir perpendiculairement à la fissure centrale de la colonne. Mais, ayant reconnu la largeur considérable des éléments musculaires du *Lumbriculus*, on ne peut admettre cette manière de voir. Parfois, il est vrai, la coupe transversale de la musculature longitudinale du *Lumbriculus* se montre divisée en petits morceaux, comme je l'ai représenté dans la figure 12 ; mais cet aspect est évidemment dû à des fentes artificielles, car les éléments musculaires, isolés par une dissociation soigneuse, ne laissent aucun doute sur leur forme extérieure.

Les éléments musculaires du *Tubifex* et des Naïdes ne ressemblent pas, par leur forme, aux lames courtes et larges du *Lumbriculus*, mais plutôt à des fuseaux allongés. Quant à leur situation dans la colonne musculaire, je suppose qu'ils sont disposés de la même manière que ceux du *Lumbriculus*, car ils sont également trop larges, à ce qu'il me paraît, pour se trouver placés perpendiculairement au grand axe de la coupe de la mince fibre musculaire.

Les éléments des fibres circulaires du *Lumbriculus* ne se laissent pas reconnaître par une striation de la coupe transversale. Mais j'ai pu les isoler, en dissociant des morceaux de la couche musculaire, après avoir soigneusement nettoyé ces derniers de tous les tissus adhérents. De la sorte, on parvient à voir ces éléments relativement longs et extrêmement minces. J'en ai dessiné deux à un grossissement de 1000 (fig. 6). On peut admettre que chez les autres Limicoles ils possèdent une forme semblable.

3. Remarques sur l'histogenèse de la musculature.

Les éléments musculaires sont caractérisés par le fait qu'ils ne se divisent plus par la dissociation, à moins que leur substance ne se fende artificiellement. Les éléments représentent donc la forme sous laquelle la substance contractile naît dans les cellules myogènes.

C'est à dessein que je ne me prononce pas, dans ce travail, sur la structure intime de la substance contractile, ayant l'intention de faire des études plus complètes sur cette question difficile. Je mentionne seulement le fait que j'ai vu les fibrilles « von punktförmigem Querschnitt », signalées par ROHDE (fig. 15, *c*), la striation croisée, indiquée par SCHWALBE (1869), et l'aspect trouvé à la substance contractile par CERFONTAINE (1890). En outre, je donne un dessin (fig. 10) montrant les fibrilles de cette substance à l'état isolé.

La genèse de cette dernière, dans les cellules myogènes du mésoderme, est peu connue. Bien que beaucoup de naturalistes aient étudié soigneusement les rapports existant entre les organes et les feuilletts primitifs, on ne s'est guère arrêté aux questions purement histogénétiques. Tout ce que l'on sait, c'est que les « fibrilles musculaires » se forment dans la périphérie de certaines couches cellulaires de l'embryon.

Pour décider la question de savoir ce qui correspond, dans la musculature développée, à une cellule, il faut étudier les relations existant entre les cellules myogènes et les « éléments musculaires ». C'est dans ce but que j'ai examiné des coupes faites à travers l'extrémité de la queue du *Lumbriculus*, qui est le siège d'une néoformation perpétuelle de tissus, comme on le sait. Mais je dois avouer que ces études n'ont pas complètement réalisé mes espérances, soit à cause de la fixation insuffisante de mon matériel, peu nombreux d'ailleurs, soit que l'objet en question ne permette pas de reconnaître ces relations.

Tout ce que j'ai pu mettre au clair, c'est l'existence et l'aspect des cellules donnant naissance à la musculature longitudinale. Ce sont de grosses cellules, se trouvant çà et là situées sous la couche circulaire et entre de petites fibres longitudinales déjà développées. Ces grosses cellules portent à leur surface périphérique un petit nombre de prolongements présentant l'apparence de la substance contractile (fig. 26). Ce sont évidemment des cellules myogènes. Cette supposition est confirmée par la description et les dessins, donnés par FRAIPONT dans sa Monographie du *Polygordius* (1887). L'analogie frappante de ses figures des cellules myogènes du *Polygordius* avec les miennes ne laisse aucun doute sur leur identité.

Je trouve donc, d'accord avec FRAIPONT, que chacune de ces cellules produit plusieurs éléments musculaires, rangés l'un à côté de l'autre. Il est probable qu'en même temps ces cellules se multiplient, car il n'est pas rare de trouver sur le bord de la fibre développée plusieurs noyaux fort rapprochés l'un de l'autre. Je n'ai pas pu déterminer la manière dont les cellules myogènes prennent part à la formation de la fibre, dans la musculature en voie de développement. Mais FRAIPONT (1887) a fait des études spéciales à ce sujet sur un riche matériel, et voici ce qu'il dit :

« La portion superficielle de cet épithélium se transforme en fibrilles musculaires longitudinales, longues mais très étroites et peu hautes au début, puis de plus en plus volumineuses. Chaque fibrille est le résultat de la différenciation du protoplasme de plusieurs cellules, et chaque cellule donne naissance à deux, trois et quatre portions de fibrille. Chaque élément musculaire provient donc à la fois de la différenciation de plusieurs cellules, et chaque cellule intervient dans la formation de plusieurs fibrilles. Ce sont ces lames qui, en se développant de plus en plus aux dépens du protoplasme et à l'intérieur des cellules mêmes de la couche externe du mésoblaste, constituent les champs musculaires longitudinaux. »

Cette description, il est vrai, se rapporte seulement au *Polygordius*; mais il est fort probable qu'il en est de même chez les autres Annélides, spécialement chez les Oligochètes, car chez eux on trouve également, dans une même colonne musculaire, de nombreux noyaux, distribués irrégulièrement sur toute son étendue.

Il en résulte que la colonne musculaire ne peut pas être considérée comme ayant la valeur d'une cellule. Elle est au contraire l'équivalent d'un nombre considérable de cellules. Chaque cellule myogène est représentée dans la fibre par un nombre peut-être variable d'éléments musculaires; mais le mode de développement décrit par FRAIPONT a pour conséquence qu'il est impossible de reconnaître exactement, dans la musculature développée, la partie qui est produite par chacune des cellules myogènes.

4. Sur le caractère différent des parties périphérique et intérieure de la musculature longitudinale.

J'ai fait observer plus haut qu'il existe deux espèces d'éléments dans la musculature longitudinale du *Lumbriculus*. Dans celle des Lombrics nous avons trouvé également deux types de colonnes musculaires, dont l'un, en forme de rubans plats, constitue la plus grande partie de cette couche, tandis que l'autre, plus ou moins prismatique, occupe seulement les extrémités périphériques des caissons musculaires (fig. 1). Dans des Vers fixés par un mélange d'acide osmique (liquide de FLEMMING ou d'HERMANN), on remarque une différence de coloration assez frappante entre ces parties de la musculature. Les éléments périphériques et étroits du *Lumbriculus*, aussi bien que les colonnes périphériques des Lombrics, possèdent une plus grande affinité pour diverses couleurs d'aniline (p. e. bleu de Lyon, rouge du Congo, fuchsine acide), tandis que les autres se brunissent plus fortement par l'action de l'osmium.

Chez l'*Enchytræus* nous avons également observé deux espèces de colonnes musculaires, dont la disposition dans le corps rappelle celle des Lombrics. En effet, des deux cercles qu'elles forment autour de la cavité générale, l'extérieur est composé seulement de colonnes prismatiques, tandis que l'intérieur ne se compose que de lames larges et plates. Les quelques *Enchytræus* que j'ai pu étudier étaient tous fixés par le sublimé. C'est probablement la cause pour laquelle, chez ces Vers, je n'ai pas trouvé de différence de coloration entre les deux sortes de colonnes musculaires.

Quelques *Lumbriculus*, fixés par l'argent nitrique (d'après DEKHUYZEN, voir ci-dessus), montraient une différence semblable de leurs éléments musculaires : les lames larges n'avaient pas changé de couleur par l'action du liquide fixateur, tandis que les éléments étroits avaient pris une teinte brun-jaunâtre et assez vive, rappelant la coloration du tissu conjonctif produite par cette méthode de fixation.

Il faut conclure de ces faits, que les lames larges du *Lumbriculus* et les rubans musculaires des Lombrics diffèrent par leur composition chimique des éléments périphériques de la musculature longitudinale. Cette dernière, dérivant des mêmes couches embryonnaires que le tissu conjonctif, a probablement gardé, dans sa partie périphérique, un caractère plus indifférent et plus semblable à celui du tissu conjonctif ; tandis que l'autre partie s'est plus différenciée et est devenue plus contractile.

Un autre fait remarquable, s'accordant avec ce que je viens de dire, c'est que les éléments étroits et périphériques de la musculature longitudinale du *Lumbriculus* paraissent être moins contractiles que les lames larges de ce Ver. Cela se voit lorsqu'on dissocie des Vers fortement contractés au moment de leur mort. Même dans chacun des éléments larges, la contractilité est plus prononcée au bord intérieur qu'au bord périphérique. Ce dernier reste droit pendant la contraction, tandis que le bord

intérieur forme une énorme courbure vers la cavité générale (voir fig. 18).

Cette contractilité différente des éléments périphériques et des lames du *Lumbriculus* est sans doute en relation avec la différence que nous avons mentionnée dans leur caractère chimique. Les Lombrics présentant les mêmes réactions pour les colorations de la musculature que le *Lumbriculus*, on doit s'attendre à rencontrer chez eux une différence pareille dans la contractilité des deux sortes de colonnes musculaires. Mais la longueur considérable et la largeur variable des éléments de ces Vers ne permettent pas d'observer ce fait sur des préparations de tissu dissocié.

L'analogie de la disposition de la musculature longitudinale de l'*Enchytræus* avec celle des Lombrics me fait supposer que, chez ce premier, il en est de même de la contractilité des deux assises de muscles longitudinaux.

5. Noyaux musculaires.

Je dois ajouter quelques remarques sur les noyaux du tissu contractile.

Certains naturalistes ont émis l'opinion que les muscles du Ver adulte manquent de noyaux, opinion qui ne peut être maintenue. Il est vrai que, dans le tissu dilacéré, on trouve de nombreux éléments dépourvus de nucléus. Mais cet aspect n'a rien d'étonnant, vu le mode de genèse des éléments musculaires que nous avons décrit. Chaque cellule myogène produisant plusieurs éléments musculaires, il est clair qu'un grand nombre d'entre eux doivent manquer de noyaux, quand on les a séparés les uns des autres par la dissociation.

D'accord avec H. UDE (1886), j'ai insisté sur le fait que chez les Lombrics on peut aisément distinguer les noyaux musculaires de ceux du tissu conjonctif. On le peut également chez les

Limicoles, bien que moins facilement, à cause d'une certaine variabilité dans l'aspect des noyaux musculaires. C'est surtout dans la musculature longitudinale du *Lumbriculus* que je les ai trouvés tantôt d'une couleur plus claire, tantôt plus foncés, quelquefois grands et ronds, quand ils s'élèvent au-dessus de la couche musculaire, mais aplatis et oblongs quand ils sont comprimés entre les feuilles de cette couche. On aperçoit également, outre ces noyaux musculaires caractérisés toujours par leur grandeur, de petits noyaux ronds et foncés appartenant à la substance conjonctive et se rencontrant assez rarement. Les noyaux musculaires du *Lumbriculus* sont toujours placés sur le bord intérieur de la lame et entourés d'une substance granuleuse qui garnit ce bord sur une étendue parfois considérable. Quelquefois cette substance forme des tiges ou des pédoncules sur lesquels les noyaux peuvent s'élever, comme pour échapper à la pression et au frottement qu'ils subissent entre les lames longitudinales (fig. 21).

Les noyaux musculaires des Lombrics sont également presque toujours situés à la face extérieure des colonnes. Mais parfois je les ai trouvés dans l'intérieur de celles-ci (fig. 11). Je relève ce fait, observé déjà par ROHDE, parce qu'il a été mis en doute par d'autres auteurs.

Les noyaux des muscles circulaires des Limicoles offrent un intérêt spécial dû à la situation qu'ils occupent dans cette couche. J'en parlerai dans le chapitre suivant.

III. LIGNE LATÉRALE.

Pour mieux expliquer les faits dont j'ai à parler dans ce chapitre et dans le suivant, je dois commencer par faire quelques remarques sur la technique que j'ai employée.

La méthode des coupes étant souvent insuffisante, j'ai procédé comme suit. Après avoir fendu en long et étendu sur le porte-objet le tuyau musculo-cutané d'un Oligochète limicole, je le nettoie en enlevant tout ce qu'il y a dans son intérieur. Puis j'enlève les muscles longitudinaux. De cette manière, on obtient facilement des préparations de la couche musculaire circulaire et de l'épiderme, constituant ensemble une feuille mince et assez transparente pour laisser reconnaître certaines dispositions, par exemple l'existence de la musculature diagonale dont nous nous occuperons dans le chapitre suivant. Mais, pour l'étude exacte de la musculature circulaire, il faut séparer celle-ci de l'épiderme, ce qui est assez difficile et demande une macération parfaite du Ver. J'ai examiné de la sorte divers Oligochètes, mais surtout un très grand nombre de *Lumbriculus*. Ces préparations m'ont permis d'étudier très exactement les cellules pédonculées de la ligne latérale et leurs rapports avec la couche musculaire.

On sait que SEMPER (1876), BÜLOW (1883), VEJDOVSKY (1884) et d'autres auteurs ont attribué une nature nerveuse à ces cellules, aussi bien qu'à toute la ligne latérale. Contrairement à cette hypothèse, HESSE (1894) a émis l'opinion que les noyaux de la ligne latérale appartiennent au système musculaire. Il n'y a jusqu'à présent, à ma connaissance, que deux naturalistes qui se soient prononcés affirmativement sur cette opinion, à savoir GOODRICH (1895) et ROSA (1898). J'espère que les résultats de mes travaux contribueront à faire disparaître les derniers doutes qui pourraient exister sur le caractère de l'organe en question.

Je dois avouer qu'au commencement de mes études, j'ai douté de l'exactitude de la manière de voir de HESSE, d'une part parce que j'avais trouvé d'autres noyaux dans les colonnes musculaires circulaires, et d'autre part parce que j'avais observé dans la ligne latérale une chose que je pris au premier abord pour un nerf. Mais, en isolant la couche musculaire circulaire

de la manière décrite ci-dessus, j'ai été parfaitement convaincu que les noyaux des muscles circulaires sont pour la plupart réunis dans la ligne latérale.

A ce niveau, chacune des colonnes musculaires montre, à sa face tournée vers la cavité générale, un amas protoplasmique qui, dans la plupart des cas, porte un petit nombre de noyaux, plus rarement un seul. Ces noyaux s'élèvent sur des tiges d'une longueur variable, ou restent renfermés dans l'amas protoplasmique qui forme dans ce cas une saillie plus ou moins considérable vers la cavité générale (fig. 22, 24). Le nombre des noyaux réunis dans la ligne latérale est donc toujours plus grand que celui des colonnes musculaires, ce qui s'explique par le fait démontré plus haut, que ces dernières se composent d'un certain nombre de fibres, formées à leur tour d'éléments musculaires.

Des coupes à travers l'extrémité de la queue du *Lumbriculus* m'ont fait voir la disposition des cellules des muscles circulaires dans le début de leur développement (fig. 31). On y aperçoit un groupe d'énormes cellules, attachées aux muscles circulaires des deux côtés de ceux-ci. C'est à un stade plus avancé qu'elles se placeront toutes à la face intérieure de cette couche. L'observation de HESSE est donc parfaitement juste en ce qui concerne la nature des cellules de la ligne latérale. Mais il y a d'autres noyaux appartenant évidemment aux colonnes musculaires circulaires eux aussi, noyaux qui restent en dehors de cette ligne. Ces derniers se voient assez rarement. Ordinairement, ils sont situés dans l'intérieur de la colonne, parfois à sa face extérieure (fig. 4 et 25). Un détail à noter, c'est qu'à cause de leur longueur on peut aisément les confondre avec les noyaux de la substance conjonctive de cette couche, substance qui est riche en noyaux.

Cette disposition de la plupart des noyaux musculaires dans les lignes latérales me paraît être causée par leur tendance à échapper à la compression sous la musculature longitudi-

nale, et à gagner la seule place libre qui soit disponible, c'est-à-dire l'intervalle entre les bandes longitudinales dans la ligne latérale, tendance que nous avons déjà rencontrée dans la musculature longitudinale du *Lumbriculus*.

Sur des coupes transversales du *Lumbriculus* et du *Chaetogaster diaphanus*, rarement aussi chez les Naïdes, on aperçoit, dans la ligne latérale, une formation ayant un contour ovale et située entre la musculature circulaire et l'épiderme. Au premier moment je croyais avoir trouvé le nerf latéral dont l'existence avait été supposée par les anciens auteurs et par HESSE. Mais un examen approfondi m'a fait reconnaître que ce nerf n'existe pas.

En poursuivant cette formation ovale sur des séries de coupes transversales, on la trouve tantôt plus grande, tantôt plus petite, mais toujours plus ou moins comprimée dans la direction radiaire de la coupe transversale du Ver (fig. 34). On la retrouve sur toutes les coupes, à partir du lobe céphalique jusque dans la partie postérieure du corps, et l'on peut reconnaître alors qu'il s'agit d'un canal de diamètre variable, dans l'intérieur duquel, même chez les Vers les mieux fixés, on ne voit qu'une substance peu abondante, finement fibreuse, et en outre quelques grands noyaux. Cette matière fibreuse ne ressemble point à la « substance ponctuée » des nerfs; elle présente plutôt l'apparence de fines coagulations d'un liquide¹.

Souvent, ce canal ne se voit pas sur toutes les coupes de la série. Tantôt il disparaît complètement, tantôt il se montre de nouveau; et chez quelques Vers je ne l'ai même pas observé du tout. Il paraît donc qu'il est souvent comprimé par les tissus voisins.

Ces faits se confirment par l'examen de coupes frontales. On y remarque, en outre, que le canal est un peu sinueux, et que

¹ Je fais observer à ceux qui veulent refaire ces recherches que le matériel doit être fixé de la manière la plus parfaite et, d'après mon expérience, avec un mélange d'acide osmique.

les noyaux se trouvant çà et là dans son intérieur sont de forme et de coloration variables (fig. 32).

Il est extrêmement rare de trouver ce canal sur les préparations de la musculature circulaire, isolée par la dissociation. Il est trop délicat pour supporter un traitement semblable, qui le brise et le fait totalement disparaître. Néanmoins, j'ai pu l'observer deux fois dans ces préparations (fig. 23). Il va sans dire que pour cela il faut enlever, avec un petit pinceau, les noyaux de la ligne latérale qui le cachent. Cela fait, on obtient un tube extrêmement délicat, dont la paroi n'est qu'une fine membrane, paraissant être en connexité avec la membrane des colonnes musculaires. Ce tube, d'une épaisseur variable, est situé entre la couche musculaire circulaire et le système des muscles diagonaux.

Ce que je viens de dire sur la conformation de cet organe me semble suffire pour démontrer qu'il ne peut s'agir d'un nerf. C'est probablement un vaisseau lymphatique, dans lequel se trouvent de la lymphe coagulée et quelques leucocytes.

Je ne puis passer sous silence l'opinion de plusieurs naturalistes tels que SEMPER (1876), BULOW (1883), VEJDOVSKY (1884), HESSE (1894) qui ont basé leur hypothèse relative à l'existence d'un nerf dans la ligne latérale sur la supposition que cette dernière serait directement innervée par un nerf partant du cerveau. Il est difficile de contester les opinions de ces naturalistes éminents. Néanmoins, il ne faut pas méconnaître combien les recherches sur ce point sont difficiles et sujettes à des interprétations erronées, surtout en ce qui concerne l'examen de l'animal vivant, où la faible transparence de la tête et la possibilité de confondre les nerfs avec les fibres musculaires s'insérant au cerveau peuvent fausser notre jugement. J'ai étudié cette question sur un certain nombre de séries de coupes. Mais je n'ai pu me convaincre de la prétendue innervation directe de la ligne latérale. Deux nerfs, il est vrai, partent de chaque côté du cerveau dans cette direction, mais c'est plutôt un peu au-dessus de la ligne latérale qu'ils

entrent dans la paroi du corps. Quoi qu'il en soit, tous les auteurs s'accordent à dire, et c'est là le principal, qu'ils n'ont pas pu poursuivre ce nerf dans la ligne latérale. J'ajoute encore que HAVET (1899), ayant fait récemment et au moyen de méthodes spéciales des études sur le système nerveux des Oligochètes, ne fait aucune mention d'un nerf situé dans la ligne latérale.

Je conclus donc de tout ce qui précède que ce nerf latéral n'existe pas.

IV. MUSCULATURE DIAGONALE DES OLIGOCHÈTES LIMICOLES.

Il est généralement reçu que la couche musculaire circulaire est située immédiatement sous l'épiderme. Cette observation, faite sur la structure des Lombricides, a été étendue à tort à tous les Limicoles. En effet, dans certaines familles de ces derniers, il existe entre l'épiderme et la musculature circulaire un système de fibres diagonales, assez facile à trouver au moyen de la méthode sus-mentionnée, mais non pas sur des coupes.

Ce système musculaire diagonal consiste en un réseau assez espacé de fibres minces, se croisant à angle droit et formant avec l'axe longitudinal du Ver un angle de 45° environ (fig. 28-30). Ces fibres courent donc en spirale autour du corps du Ver. Par conséquent, leurs contractions permettent à l'animal de tourner autour de son axe en se raccourcissant en même temps. Bien que je n'aie pas observé les points d'insertion de ces fibres, il faut admettre que leurs extrémités sont fixées à l'épiderme.

Les fibres de ce système diagonal sont plus minces que les colonnes musculaires circulaires. Peut-être que chacune d'elles ne correspond qu'à une seule fibre de ces colonnes. Je ne les ai jamais vues se diviser en leurs éléments, quoique j'aie examiné à ce sujet un grand nombre de Vers, surtout des *Lumbriculus*.

J'ai trouvé, en outre, la musculature diagonale chez la *Naïs serpentina*, la *Naïs proboscidea* et le *Chaetogaster diaphanus*.

La musculature diagonale des Naïdes montre encore un caractère singulier, que j'ai observé notamment chez la *Naïs serpentina*. Un certain nombre des fibres diagonales entrent par la ligne latérale dans la cavité générale, y convergent vers le côté ventral, se coupent à angle aigu au niveau du sillon des soies ventrales, et, en divergeant, rentrent par celui-ci sous les couches musculaires de la paroi du corps. Tout près de la ligne latérale, chacune de ces fibres entrées dans le cœlome porte une grosse cellule avec un noyau nettement visible (fig. 27).

Ce passage des fibres dans la cavité générale, me paraît s'expliquer par la même raison qui oblige les cellules de la musculature longitudinale du *Lumbriculus* et de la couche circulaire de tous les Limicoles, à s'élever sur des pédoncules pour échapper à la pression et au frottement causés par le tissu contractile. Cette formation de pédoncules étant impossible pour la musculature diagonale à cause de sa situation, les fibres de ce système doivent se diriger vers la cavité générale où elles trouvent la place nécessaire pour leurs cellules.

Cette disposition de la musculature diagonale se répétant segment par segment chez la *Naïs*, ne se voit pas chez les autres Oligochètes que j'ai étudiés. Néanmoins, chez le *Lumbriculus* et le *Chaetogaster*, ces fibres ne sont pas toutes strictement parallèles. On voit souvent deux fibres converger peu à peu pour se couper à un angle très aigu. Il est extrêmement rare de leur trouver des noyaux chez le *Lumbriculus* (fig. 28).

Contrairement à ce que nous venons de voir, les Lombries sont dépourvus de système musculaire diagonal. Je ne l'ai pas trouvé non plus chez l'*Enchytræus*. Il n'y existe pas, comme j'ai pu le constater par la dissociation des diverses couches de la paroi du corps.

Chez le *Tubifex* également je n'ai pas pu constater l'existence

de muscles diagonaux, bien que je me sois donné beaucoup de peine pour les chercher. Cela revient à dire que ce système musculaire n'est pas un caractère propre à toutes les familles d'Oligochètes limicoles.

L'existence de fibres musculaires diagonales n'a été signalée que rarement dans la paroi du corps des Annélides. D'ailleurs, dans les cas où elles ont été mentionnées (Hirudinées, Echiurides), leur homologie avec le système diagonal que je viens de décrire ne peut pas être admise, soit à cause de la parenté éloignée de ces groupes de Vers, soit à cause de la disposition différente du tube musculo-cutané. Parmi les Annélides, le Ver le plus proche parent des Oligochètes et possédant des fibres diagonales, est la *Branchiobdella*.

W. VOIGT (1888¹) a fait des études soigneuses sur ce parasite bien connu de l'Ecrevisse. Il signale, chez ce Ver, un système de fibres musculaires diagonales, se trouvant situé immédiatement sur les muscles longitudinaux et par conséquent sous la couche circulaire. Elles occupent donc, d'après cet auteur, un autre niveau que la musculature diagonale des Oligochètes limicoles. Vu la ténuité de ces éléments, il n'est pas impossible de se tromper sur la situation qu'ils occupent relativement à celle des fibres circulaires. Mais le mémoire de VOIGT faisant preuve dans tous les détails d'une grande exactitude d'observation, je ne me permets pas de douter de la justesse de ses indications.

V. NOTES SUR LA CUTICULE ET LES CELLULES INTERSEGMENTAIRES.

Je profiterai de cette occasion pour communiquer encore quelques observations sur certaines questions relatives à la structure des Oligochètes, observations qui, il est vrai, sont loin de résoudre

¹ Je cite le chiffre de l'année que porte le volume du journal contenant le mémoire en question. Ce dernier est daté de 1885.

ces questions, mais qui du moins peuvent confirmer quelques découvertes faites récemment par d'autres naturalistes.

SUKATSCHOFF (1889) a démontré que la structure de la cuticule des Lombrics est beaucoup plus compliquée qu'on ne l'a cru jusqu'à présent. D'après lui, les assises parallèles de la cuticule de ces Vers ne dépassent pas le nombre de six — VOIGT (1888) en avait indiqué six à dix — et ne sont pas composées de simples fibrilles. L'aspect de ces dernières proviendrait de ce que chaque couche de la cuticule serait formée d'une quantité de petits alvéoles entourés de fortes parois et disposés en lignes parallèles et diagonales.

D'après ce que j'observe dans quelques-unes de mes préparations (sans avoir fait des études spéciales sur ce point), l'existence de fibrilles distinctes ne peut pas être douteuse, puisqu'on les voit nettement dépasser le bord des lambeaux isolés de la cuticule, en offrant l'aspect de franges, comme VOIGT l'a déjà décrit et représenté. Ce sont ces fibrilles qui, en effet, doivent avoir la structure alvéolaire décrite par SUKATSCHOFF, et que j'ai pu nettement distinguer sur des coupes transversales de *Lumbricus*, fixés par le liquide d'HERMANN.

Quelques naturalistes ont supposé que la cuticule des autres Oligochètes possédait la même structure que celle des Lombrics. Mais, à ma connaissance, ce fait n'a été observé directement que chez le *Phreoryctes* (LEYDIG, TIMM) et chez la *Branchiobdella* (VOIGT). Ayant pu examiner à ce sujet un grand nombre de Vers, je dois avant tout relever le fait que des résultats négatifs dans ces recherches extrêmement difficiles n'ont pas une valeur probante.

Ainsi, dans la plupart de mes préparations d'*Enchytræus*, la cuticule de ce Ver se montrait absolument homogène. Pourtant, dans un petit nombre de cas, je lui trouvais une striation extrêmement fine, ressemblant à celle des Lombrics, mais beaucoup moins apparente, striation qui était causée par des fibrilles diagonales dont je vis, dans un cas, les extrémités dépasser le

bord du lambeau de la cuticule (fig. 33). Les petites croix formées dans la striation de la cuticule des Lombrics par les ouvertures des cellules glandulaires, et donnant à celle-ci son aspect caractéristique, ne se voyaient pas dans la cuticule de l'*Enchytræus*. Mais il est bien possible qu'elles existent malgré cela, et qu'elles m'aient échappé, la striation étant fort indistinctement visible.

Les cuticules du *Lumbriculus*, de la *Naïs*, du *Chætogaster* et du *Tubifex* ne sont pas striées dans le sens diagonal. Celles des trois derniers de ces genres paraissaient toujours tout à fait homogènes. Néanmoins, il est probable qu'on leur trouvera une structure quelconque, lorsqu'on aura inventé des méthodes spéciales, car, comme je l'ai dit, les résultats négatifs ne donnent aucune preuve.

En ce qui concerne la cuticule du *Lumbriculus*, il est certain qu'elle n'est pas homogène; mais il n'en est pas moins sûr que sa structure diffère de celle de l'*Enchytræus* et des Lombrics. BÜLOW (1883) a déjà comparé son aspect avec celui du papier à lettre vergé, comparaison qui est fort bien choisie. Je dois dire qu'il s'agit dans ce cas d'observations très difficiles, et que je suis loin de prétendre avoir reconnu tous les détails de la structure de cette cuticule. C'est pourquoi je n'en donne pas de figure. Je lui ai souvent trouvé une striation relativement large, mais malgré cela peu nette et offrant bien l'aspect caractérisé par BÜLOW.

J'attribuais d'abord cette apparence à des rides de la cuticule, causées par la contraction de l'animal dans le liquide fixateur. Mais il n'en est rien. Voici ce que j'ai pu observer dans un petit nombre de cas :

La cuticule du *Lumbriculus* présente une double striation, l'une dans la direction longitudinale du Ver, et l'autre dans le sens transversal. La première se montre à la face extérieure, la seconde à la face intérieure de la cuticule. La striation longitudinale plus apparente que l'autre, consiste en raies assez larges,

claires et d'apparence homogène, qui alternent régulièrement avec des stries foncées et strictement parallèles. Ces stries sont également d'une certaine largeur, mais ne se montrent pas nettement délimitées des raies qu'elles séparent, si bien que ces dernières manquent de contours nets. C'est pour cette raison que je doute qu'il s'agisse de fibrilles distinctes. En effet, je n'ai jamais vu ces raies faire saillie sur le bord déchiré de la cuticule. La striation transversale, peu apparente en général, devient nettement visible dans les sillons intersegmentaires. Bien que ces stries soient moins larges, moins strictement parallèles et moins égales que celles qui ont été décrites ci-dessus, elles me paraissent représenter des fibrilles juxtaposées, soit parce qu'elles sont assez nettement contournées, soit parce que je les ai vues parfois dépasser le bord du lambeau de la cuticule.

BERGH et DITLEVSEN (1899) ont récemment découvert des cellules particulières dans l'épiderme des Oligochètes limicoles, cellules auxquelles ils ont donné le nom de cellules intersegmentaires, à cause de leur situation dans les sillons placés entre les segments où elles sont disposées en une seule rangée circulaire. Je ne puis que confirmer ces résultats intéressants des naturalistes de Copenhague. Les cellules en question se voient avec une netteté parfaite dans mes préparations et dans toutes les espèces de Limicoles qui ont servi de sujet à mes études. Ce qu'il y a de plus étonnant dans cette découverte, c'est qu'il n'existe pas de formes intermédiaires ou de stades transitoires entre les cellules intersegmentaires et les cellules typiques de l'épiderme. Il s'agit donc, en effet, d'éléments nouveaux de l'épiderme, comme l'ont relevé BERGH et DITLEVSEN, éléments qui constituent un caractère particulier des Limicoles. J'ajoute que dans les quelques *Chaetogaster diaphanus* que j'ai examinés à ce sujet (fig. 29), ce caractère ne se montrait pas rudimentaire comme l'ont trouvé les naturalistes danois chez les Vers de cette espèce. Les cellules intersegmentaires étaient très distinctes et formaient de longues

rangées nettement visibles, quoique interrompues çà et là, ce qui d'ailleurs est également le cas chez le *Lumbriculus*.

En supposant que les particularités de la structure que nous avons reconnues dans le courant de ces deux derniers chapitres chez quelques genres d'Oligochètes puissent être considérées comme des propriétés caractéristiques des familles respectives, il faut avouer que la famille des Enchytraeides se rapproche remarquablement des Lumbricides. Voici ce qu'il y a de commun entre eux :

L'absence de musculature diagonale.

La cuticule obliquement striée (sans vouloir prétendre que les autres Limicoles ne présentent jamais cette structure).

La tendance à abandonner la disposition unisériée de la musculature longitudinale, tendance qui se montre dans quelques genres.

La présence de pores dorsaux, se trouvant du moins chez un genre (*Friedericia*) d'Enchytraeides.

Par contre, les Enchytraeides présentent les caractères suivants caractéristiques pour les Limicoles typiques :

La ligne latérale.

Les cellules intersegmentaires.

Il va sans dire que je ne parle ici que des familles de Limicoles que j'ai pu étudier, familles qui sont d'ailleurs des plus répandues et qui, par conséquent, peuvent être considérées comme types de ce groupe de Vers. Néanmoins, on trouvera toujours des genres s'éloignant plus ou moins, par quelques caractères, des Limicoles typiques. Tel est, par exemple, le *Phreoryctes*, chez lequel on a observé depuis longtemps une cuticule pareille à celle des Lombrics, et la disposition irrégulière, en une couche épaisse, des colonnes musculaires longitudinales.

RÉSUMÉ

Je vais résumer en peu de mots les résultats principaux de mes observations, sans suivre strictement l'ordre adopté dans ce travail.

Les « colonnes musculaires, » comme les a nommées CERFONTAINE, constituant la musculature de la paroi du corps chez les Oligochètes, sont des faisceaux composés d'un petit nombre de fibres, et enveloppés d'une fine membrane. Les fibres se composent des « éléments musculaires » qui ne sont plus divisibles et consistent en substance contractile. Ces éléments naissent dans les cellules myogènes. Chaque cellule myogène produit plusieurs éléments.

Chez les Lombrics, les colonnes musculaires ont la tendance à se réunir en groupes ou faisceaux, nommés « caissons » (UDE), groupes qui sont délimités par une membrane distincte, dérivant du tissu conjonctif. Cette tendance, très peu prononcée dans la couche circulaire, se montre surtout dans la musculature longitudinale où, en outre, les colonnes musculaires prennent, dans la plupart des cas, une disposition très régulière dans l'intérieur du caisson.

La substance conjonctive possède des noyaux, mais n'est pas composée de cellules délimitées. Elle n'est qu'une masse finement fibreuse et granuleuse, ayant perdu sa structure cellulaire à cause du rôle physiologique qu'elle a à jouer, rôle qui consiste à affaiblir les pressions et à diminuer les frottements entre les colonnes musculaires.

Chez les Limicoles, cette substance forme une couche située immédiatement sous le péritoine, tout en restant séparée de ce dernier.

L'équivalent d'une cellule du tissu contractile est la somme des éléments musculaires formés par une cellule myogène. Ni la fibre, ni la colonne musculaire, ne représentent une seule cellule.

Dans la musculature longitudinale des *Lombrics* et du *Lumbriculus*, j'ai constaté l'existence de deux sortes d'éléments, qui diffèrent par le caractère de leur substance contractile. Cela m'a fait supposer que, chez ces Vers, la contractilité de la couche longitudinale augmentait de la périphérie vers l'intérieur. Le tissu contractile est muni de noyaux qui se distinguent de ceux du tissu conjonctif. Les cellules de la musculature des Limicoles tendent à élever leurs noyaux sur des pédoncules et à se placer à des endroits libres, pour éviter les frottements et pressions causés par les muscles.

C'est à ce principe qu'est due la formation de la « ligne latérale, » dont les cellules sont, en effet, de nature musculaire (HESSE). En outre, la musculature circulaire des Limicoles possède encore d'autres noyaux, mais qui sont peu nombreux. Il n'y a pas de nerf longeant toute la ligne latérale. En revanche, il s'y trouve un canal entouré d'une très fine membrane, canal qui est probablement un vaisseau lymphatique.

Dans les genres *Lumbriculus*, *Naïs* et *Chætogaster*, il existe un système particulier de fibres musculaires diagonales, formant un réseau espacé, immédiatement sous l'épiderme. Cette musculature diagonale fait défaut chez l'*Enchytræus*, chez le *Tubifex* et chez les *Lombrics*.

La cuticule de l'*Enchytræus* se compose de fines fibrilles obliques et croisées, ressemblant à celle des *Lombrics*. Mais cette structure n'est pas typique pour tous les Limicoles, comme on le peut reconnaître chez le *Lumbriculus*.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- BEDDARD. *A Monograph of the Order of Oligochaeta*. 1895.
- BERGH, R. S. og A. DITLEVSEN. *Om et hidtil ukend Bygnings forhold i Epidermis hos « Oligochaeta limicola »*. Overs. Dansk. Vidensk. S. Forhandl. 1899.
- BÜLOW. *Die Keimschichten des wachsenden Schwanzendes von Lumbriculus* etc. Zeitsch. wiss. Zool. T. 39, 1883.
- CERFONTAINE. *Recherches sur les systèmes cutané et musculaire du lombric terrestre*. Arch. de Biol. T. 10, 1890.
- CLAPARÈDE. *Histologische Untersuchungen über den Regenwurm*. Zeitsch. f. wiss. Zool. 1869.
- FRAIPONT. *Le genre Polygordius*. Fauna u. Flora d. Golfes v. Neapel, 1887.
- GOODRICH. *On the Structure of Vermiculus pilosus*. Quart. Journ. micr. Sc. Vol. 37. 1895.
- HAVET. *Structure du système nerveux des Annélides*. La Cellule, T. 17, 1899.
- HERTWIG, O. *Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte*, 5. Aufl. 1896.
- HESSE. *Zur vergleichenden Anatomie der Oligochaeten*. Zeitsch. wiss. Zool. T. 58, 1894.
- LEYDIG. *Ueber Phreoryctes menkeanus*. Arch. micr. Anatom. T. I, 1865.
- MICHAELSEN. *Untersuchungen über Enchytraeus Möbii Mich.* Diss. 1886.
- PERRIER. *Etudes sur l'organisation des Lombriciens terrestres*. Arch. Zool. expér. et gén. T. III, 1874 et T. IX, 1881.
- RATZEL. *Histologische Untersuchungen an niederen Thieren*. Zeitsch. wiss. Zool. 1869.
- ROHDE. *Die Muskulatur der Chaetopoden*. Zool. Beiträge v. A. SCHNEIDER, 1885.
- ROSA. *Sur les prétendus rapports génétiques entre les lymphocytes et le chlorogène*. Arch. ital. de Biol. T. 30, 1898.
- SCHAFFER. *Zur Kenntniss der glatten Muskelzellen, insbesondere ihrer Verbindung*. Zeitsch. wiss. Zool. T. 66, 1899.
- SCHNEIDER, A. *Monographie der Nematoden*. 1866.
- SCHWALBE. *Ueber den feineren Bau der Muskelfasern wirbelloser Thiere*. Arch. micr. Anat. V. 1869.
- SEMPER. *Strobilation und Segmentation*. Arb. Inst. Würzburg, T. III, 1876.
- SUKATSCHOFF. *Ueber den feineren Bau einiger Cuticulae u. der Spongienfasern*. Zeitsch. wiss. Zool. T. 66, 1899.
- TIMM. *Beobachtungen an Phreoryctes menkeanus und Nais*. Arb. Inst. Würzburg, T. 6, 1883.

- UDE. *Ueber die Rückenporen der terricolen Oligochaeten*, etc. Zeitsch. wiss. Zool. T. 43, 1886.
- *Würmer der Provinz Hannover*. 40. u. 41. Jahresber. naturh. Gesellsch. Hannover. 1892.
- VEJDŮVSKÝ. *System und Morphologie der Oligochaeten*. 1884.
- VOIGT, W. *Beiträge zur feineren Anatomie und Histologie von Branchiodella varians*. Arb. Inst. Würzburg. T. 8, 1888.
- WAGENER. *Ueber die Muskelfasern der Evertibraten*. Arch. v. REICHERT u. DU BOIS-REYMOND. 1863.
- WEISMANN. *Ueber zwei Arten contractilen Gewebes*, etc. Zeitsch. f. rat. Med. T. 15. 1862.
-

De Block, M. 1901. "Observations anatomiques et histologiques sur les Oligochètes, spécialement sur leur système musculaire." *Revue suisse de zoologie* 9, 1–41. <https://doi.org/10.5962/bhl.part.75157>.

View This Item Online: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/37618>

DOI: <https://doi.org/10.5962/bhl.part.75157>

Permalink: <https://www.biodiversitylibrary.org/partpdf/75157>

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>.