

Werk

Titel: CHAPITRE III

Jahr: 1876

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?129323659_0041 | log18

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

CHAPITRE III.

INSECTES SE NOURRISSANT DE MATIÈRES VÉGÉTALES.

MAXILLÉS.

COLÉOPTÈRES.

§ 7.

Hydrophiliens.

INDICATIONS ICONOGRAPHIQUES.

1828. SUCKOW . . . *Respiration der Insekten* (HEUSINGER'S ZEITSCHR. FÜR DIE ORGANISCHE PHYSIK, t. II; citation d'après M. Milne Edwards; je n'ai pas pu consulter l'ouvrage original), pl. III, fig. 25, et pl. IV, fig. 27, *Hydrophilus piceus*.
1852. BURMEISTER . . . *Handbuch der Entomologie* (Atlas), pl. IX, fig. 1, 2 et 5, *Hydrophilus piceus*. Tuniques de l'intestin moyen.
1849. *Le Règne animal distribué d'après son organisation* (édition Victor Masson). *Insectes*. Atlas, pl. XXXVIII, fig. 5, a, b, c, d, *Hydrophilus piceus*. Pièces de la bouche.

Les *Hydrophiliens* soumis à mes essais sont l'*Hydrous caraboides* et l'*Hydrophilus piceus*; ce dernier surtout est un animal précieux; sa grande taille et la facilité avec laquelle on le conserve en captivité le désignaient d'avance à des expériences suivies.

Comme l'a montré C. Duméril ¹, l'*Hydrophilus piceus* offre des métamorphoses du tube digestif inverses de celles qu'on observe chez les Batraciens; la larve partiellement carnassière ² a un tube digestif court et sans circonvolutions, l'insecte parfait, au contraire, a une alimentation végétale et son tube digestif très-long est enroulé sur lui-même.

Dans nos Flandres, l'hydrophile ne se rencontre guère dans les mares et

¹ *Considérations générales sur la classe des insectes*, p. 40. Paris, 1825.

² On sait, aujourd'hui, que son alimentation est mixte.

les fossés stagnants, mais dans les petites rivières à faible courant et il semble résulter de mes observations sur les individus captifs qu'il préfère l'Élodée du Canada (*Elodea canadensis*, Rich.)¹ à toute autre plante. On dit que, poussé par la faim, il mange parfois des mollusques ou des larves d'insectes; mais je n'ai pas eu l'occasion de vérifier le fait.

Le canal alimentaire de l'hydrophile à l'état parfait est très-long, comme je le disais plus haut; en le déroulant complètement, mais sans le tendre, je lui trouve cinq fois et demie la longueur du corps². Bien que l'appareil digestif de l'*Hydrous caraboides* ressemble beaucoup à celui de l'hydrophile, il est infiniment plus court, n'ayant qu'un peu plus de deux fois et demie la longueur de l'animal. C'est une de ces différences dont la cause ou le but nous échappe encore et qui rappelle celles que Léon Dufour a signalées entre les longueurs des tubes digestifs des *Melalontha* et des *Hoplia*³.

Les glandes salivaires font défaut, mais, ainsi que nous le verrons plus bas, leur absence est compensée par le développement d'une plus grande surface sécrétoire dans l'œsophage. Cet œsophage est large et très-dilatable; il se rétrécit graduellement en approchant de l'intestin moyen auquel il passe par une transition insensible. Il n'y a ni jabot ni gésier.

Les parois offrent une couche épithéliale et une cuticule des plus intéressantes. La couche épithéliale est composée de grosses cellules cuboïdes à contenu peu granuleux et renfermant, chacune, un grand noyau irrégulièrement polygonal limpide (fig. 36). En isolant la cuticule, on observe à sa surface des figures irrégulières d'où naissent des lignes rayonnantes (fig. 37). Il est facile de s'assurer que ce ne sont point des ouvertures et qu'il ne s'agit ici que de plis probablement comparables à ceux que M. Leydig⁴

¹ Synonyme, *Anacharis alsinistrum* Babingt. Ce végétal aquatique originaire de l'Amérique septentrionale infeste aujourd'hui tous nos cours d'eau (Voyez Crépin, *Manuel de la flore de Belgique*, 2^e édit., 1866).

² Et non quatre fois ainsi que le disent les ouvrages d'Entomologie. Léon Dufour se sert du terme beaucoup plus exact de « surpasse quatre ou cinq fois la longueur du corps. »

³ *Ann. des sc. nat. zoologie*, sér. I, t. III, p. 254.

⁴ *Traité d'histologie*, op. cit., pp. 559, 580, fig. 182. M. Leydig fait remarquer la conformité d'aspect « que présentent ces formations avec les corpuscules osseux et conjonctifs, » conformité apparente, bien entendu.

adécrits dans la cuticule de l'intestin moyen du *Procrustes coriaceus* et les poches latérales de la sauterelle verte ¹.

Si l'animal n'a point mangé depuis quelque temps, on trouve l'œsophage distendu par un liquide incolore fortement alcalin, vraisemblablement sécrété par la couche épithéliale et qui possède, comme propriété principale de la salive, celle de transformer rapidement l'amidon en glucose.

Si, au contraire, l'insecte a fait un repas, le tube digestif entier est rempli par une colonne *continue* de matières alimentaires dans des états plus ou moins avancés de transformation, suivant leur place dans le canal.

Après une digestion un peu prolongée, leur odeur est fort désagréable et rappelle celle du contenu de l'intestin des oiseaux granivores. Leur couleur semble, au premier abord, uniformément brune; cependant, si on les fait macérer ou même bouillir quelque temps avec de l'eau, on observe, après avoir laissé déposer les particules en suspension, que le liquide obtenu est verdâtre pour l'œsophage, tandis qu'il est brun pour l'intestin moyen: ce qui indique certaines différences dans les actions auxquelles les substances végétales ont été soumises.

Le microscope permet de retrouver, dans le contenu de l'œsophage, des débris de tissus végétaux; ils sont parfois très-abondants et à peine altérés.

Nous avons vu que le liquide sécrété par les parois œsophagiennes transformait l'amidon en glucose. Pour m'assurer s'il y avait, chez l'animal même, transformation en sucre des éléments amylicés de la nourriture avalée, j'ai fait bouillir, après un repas, le contenu de l'œsophage d'un hydrophile avec un peu d'alcool; la dissolution alcoolique ayant été filtrée, je l'ai fait évaporer au bain-marie jusqu'à siccité. Le résidu renfermait du sucre en abondance, dans le cas où la nourriture avait été introduite dans l'œsophage depuis peu; mais lorsqu'elle y avait séjourné pendant longtemps, ce qui se décelait aisément par l'état d'altération des particules végétales, je ne réus-

¹ M. Kölliker les a observés également chez l'hydrophile. Il fait la même remarque que M. Leydig quant à l'analogie avec les corpuscules osseux (*Zur feineren Anatomie der Insekten*, VERHANDL. DER PHYSIC-MEDICIN. GESELLSCHAFT IN WÜRZBURG, VIII^{er} Band, Heft II, pp. 252 et 253; 1857). — Enfin Burmeister a figuré une structure analogue pour l'intestin moyen (*Voy. Indic. iconographiques*).

sissais plus à démontrer la présence du sucre, ce qui me semble prouver qu'il y avait déjà eu absorption et assimilation.

Le liquide obtenu en faisant macérer, dans un peu d'eau, pendant une heure, l'œsophage et son contenu, ne coagule pas le lait.

Le liquide sécrété par les parois œsophagiennes est alcalin, il en est de même, nécessairement de la masse alimentaire qui remplit cette partie du tube lorsque les aliments sont ingérés depuis peu de temps. L'action digestive se prolongeant, l'alcalinité diminue et les substances renfermées dans l'œsophage peuvent même finir par être neutres.

Tout ce que je viens d'exposer concourt donc à prouver qu'il se passe dans l'œsophage des hydrophiles des phénomènes digestifs d'une importance au moins égale à ceux que nous avons vus s'opérer dans le jabot des *Dytiques* et des *Carabes*; seulement, au lieu d'être comme chez ces insectes, différents des actions dont la suite du canal est le siège, nous constaterons bientôt qu'ils se continuent sans caractère nouveau dans l'intestin moyen.

L'intestin moyen (ventricule chylifique, estomac des auteurs), est d'un diamètre assez faible; tous les naturalistes connaissent sa grande longueur et ses circonvolutions; il fait suite à l'œsophage sans transition bien apparente et offre une texture curieuse qui a de l'analogie avec celle de l'intestin moyen des *carnassiers*. Il est garni (fig. 38, *a*) à sa surface extérieure et, sur toute sa longueur, d'un nombre énorme de petits *cœcums* saillants. Leurs dimensions sont beaucoup moindres que celles des *cœcums* de l'intestin moyen des *carabiques*, aussi sont-ils invisibles à l'œil nu et ne commence-t-on à les discerner qu'à la loupe.

Ils sont disposés en rangées longitudinales, parallèles, par conséquent, aux génératrices de l'intestin. Chacune de ces rangées est séparée de la suivante par une mince bandelette musculaire (fig. 38, *b*). J'ai compté de 58 à 60 rangées de *cœcums*.

En analysant un de ces petits organes, on voit qu'il se compose :

1° De la tunique propre de l'intestin formant hernie de manière à constituer un petit sac en massue et privé de revêtement musculaire;

2° D'un contenu granuleux dans lequel on observe de nombreux petits noyaux très-ténus. Je n'ai pas pu m'assurer d'une manière satisfaisante si la

substance qui les sépare se différencie en cellules distinctes. La chose est cependant très-probable; mais, dans ce cas, les cellules doivent être fort petites.

Si l'insecte vient de manger, le contenu de l'intestin moyen ne diffère guère de celui de l'œsophage; cela se conçoit très-facilement, ni jabot, ni gésier ne s'opposent à ce que les bouchées poussées l'une après l'autre ne s'accumulent, en peu de temps, dans toute la longueur de l'œsophage et de l'intestin moyen réunis. Aussi y trouve-t-on les fragments végétaux à peine altérés dans leurs formes. Si on fait bouillir, dans ces conditions, le contenu de cette portion du canal digestif avec un peu d'alcool, on obtient une solution d'un beau vert qui donne au micro-spectroscope de MM. Sorby et Browning les bandes caractéristiques de la chlorophylle.

Cette solution alcoolique renferme cependant déjà beaucoup de sucre, ce qui indique une action sur les matières féculentes analogue à celle que j'ai signalée dans la région œsophagienne.

Plus tard les matières végétales deviennent noirâtres sans cependant que l'alcool cesse de fournir une solution verte et de contenir du sucre. Plus tard encore, la teinte générale devient d'un brun foncé et il est beaucoup plus difficile de discerner les fragments végétaux qui n'existent plus qu'à l'état de parcelles; la solution obtenue par l'ébullition avec l'eau est brune; les substances répandent une odeur désagréable, le sucre semble avoir disparu.

Enfin, si la digestion a été poussée dans ses dernières limites, si l'animal est à jeun depuis quelque temps, on ne rencontre plus, dans l'intestin moyen, qu'une bouillie demi-liquide peu abondante et incolore.

Ni la chlorophylle, ni la cellulose ne sont cependant détruites dans l'intestin moyen; car, ainsi que nous le verrons encore par la suite, ces matières résistent au travail de la digestion. Nous les retrouverons dans l'intestin terminal.

Relativement au sucre dont on démontre la présence dans l'intestin moyen, on pourrait m'objecter qu'il ne résulte pas d'une action du liquide sécrété par les parois de cet organe, mais provient de l'œsophage. Il est facile de prouver le contraire par l'expérience suivante : On vide un intestin moyen d'hydrophile, on le lave à l'eau et on le laisse même séjourner quelque temps

dans ce liquide pour le débarrasser du sucre qui pourrait l'avoir pénétré; puis, l'ayant retiré, on le broie avec une nouvelle et très-petite quantité d'eau que l'on filtre et qu'on fait agir sur un peu d'empois d'amidon clair. Au bout de 15 minutes, une partie de l'amidon est transformée et l'on obtient les réactions du glucose. Les phénomènes commencés dans l'œsophage se continuent donc, sans grandes différences, mais peut-être avec plus d'intensité, dans l'intestin moyen.

Les liquides provenant de la macération dans un peu d'eau de l'intestin moyen et de son contenu, pendant 1 heure et 4 ¹/₂ heures, ne coagulent pas le lait; résultat encore une fois semblable à celui que j'ai obtenu pour l'œsophage et qui montre l'absence complète d'analogie entre la sécrétion de l'intestin moyen et le suc gastrique des vertébrés.

L'intestin moyen est tantôt alcalin, tantôt neutre suivant les progrès de la digestion. On observe toujours une alcalinité prononcée au début et pendant l'acte digestif; lorsque celui-ci est terminé, les matières renfermées dans cette partie du canal deviennent neutres, puis l'alcalinité reparait dans le tube à peu près vide des individus à jeun.

M. Sirodot ayant trouvé dans le deuxième rang de cœcums annexés à la partie antérieure de l'intestin moyen de la larve de l'*Oryctes nasicornis* un produit cristallisable qu'il assimile, bien qu'avec doute, à la cholestérine ¹, et cet auteur traitant ce sujet dans le chapitre de son Mémoire intitulé *Glandes gastriques*, j'ai été amené à rechercher la même substance dans les cœcums de l'intestin moyen des hydrophiles; mais la solution obtenue par l'ébullition des parois de l'organe entier dans l'alcool absolu n'a jamais abandonné de corps cristallisable. L'absence de la cholestérine rendue ainsi très-probable paraît montrer que les cœcums n'ont point de fonctions hépatiques.

Passons actuellement à l'étude de l'intestin terminal; il se compose d'une première portion grêle un peu plus étroite que l'intestin moyen et décrivant une anse à son origine, enfin d'un rectum rectiligne long d'un centimètre seulement.

Ses parois sont très-contractiles, car des tronçons pris en différents points,

¹ *Recherches sur les sécrétions, etc.*, op. cit., pp. 50 et 51, pl. X, fig. 2.

fendus en long et vidés s'enroulent assez vite sur eux-mêmes à l'envers, c'est-à-dire que la surface intérieure devient externe. La contractilité de la couche musculaire à laquelle est dû ce mouvement persiste très-longtemps car j'ai encore observé des contractions lentes des muscles des parois dans un rectum détaché de l'animal depuis plus d'une demi-heure, fendu dans sa longueur et placé avec un peu d'eau sur le porte-objet du microscope.

La cuticule de la paroi interne de la portion étroite de l'intestin terminal est caractérisée (fig. 39) par des replis très-nombreux, sinueux, irréguliers, limitant des sillons de même forme qui, lorsqu'on vient d'enlever le contenu de l'intestin sans laver ce dernier, sont remplis par une matière pulvérulente noire ressemblant à du pigment. Je reparlerai de cette matière plus loin.

La surface interne ayant été lavée soigneusement avec un pinceau mouillé, on observe (fig. 40), à un grossissement un peu fort, sous la cuticule, une couche épithéliale continue et simple de petites cellules hexagonales nucléées à contenu incolore. Ce faible développement des éléments épithéliaux permet de supposer que les aliments ne seront plus soumis, dans l'intestin, qu'à des actions peu énergiques et que nous n'y trouverons guère de principes nouveaux.

Lorsque la digestion intestinale était en pleine activité, j'ai observé le contenu de l'intestin terminal alcalin, comme celui de l'intestin moyen. L'extrait alcoolique donnait alors les réactions du sucre avec autant d'intensité que pour les régions antérieures. Quand la digestion était terminée ou près de l'être, l'alcalinité disparaissait et le sucre devenait difficile à démontrer ou faisait entièrement défaut.

Le liquide obtenu par la macération dans l'eau des parois ou du contenu n'a pas d'action sur le lait. Je n'ai point non plus trouvé de cholestérine.

En délayant le contenu de l'intestin terminal avec de l'eau, on retrouve aisément les débris végétaux dont les fibres, comme je l'ai avancé dans les pages précédentes, résistent au travail de la digestion.

Chose plus curieuse, la même résistance s'observe pour la chlorophylle; les matières renfermées dans l'intestin terminal fournissent, par l'ébullition avec l'alcool, une solution verte dans laquelle on démontre la présence de la chlorophylle par le micro-spectroscope. Ce fait n'est pas spécial aux hydro-

philes, on peut hardiment le généraliser et l'étendre à tous les insectes qui se nourrissent de végétaux. Nous en aurons d'autres preuves.

Je suis heureux de pouvoir confirmer ainsi les travaux intéressants de M. Chautard¹; il est, je pense, le premier qui ait retrouvé par le spectroscope, la chlorophylle dans les résidus de la digestion des vertébrés herbivores et omnivores, dans la teinture alcoolique de l'abdomen des cantharides et dans les hannetons secs. Cet auteur s'exprime ainsi dans sa notice intitulée : *Recherches sur le spectre de la chlorophylle*² « comme dernière con-
» séquence de l'analyse spectrale de la chlorophylle, disons que cette
» substance, si facile à modifier lorsqu'on l'envisage au point de vue physio-
» logique, est, au contraire, beaucoup moins altérable qu'on ne le croit
» généralement. Elle résiste à l'action de l'iode, des acides, des alcalis, du
» *travail digestif* et conserve, sous l'influence de ces agents, sinon sa com-
» position et ses aptitudes primitives, du moins des caractères qui permet-
» tent de la retrouver au sein des mélanges les plus complexes, les plus
» variés et après un laps de temps considérable. »

Il me reste à dire quelques mots de la couche de substance pulvérulente noire qui remplit les sillons sinueux de la cuticule. Elle est dans un état de très-grande division; un pinceau humide promené sur la face interne de l'intestin et reporté ensuite sur du papier trace en gris foncé, comme s'il était chargé d'encre de Chine. Examinée au microscope, avec un fort grossissement, on observe quelle se compose de très-petits débris informes, probablement de nature végétale, bien qu'ils soient trop ténus pour y retrouver des traces d'organisation cellulaire. Éclairés par transmission, ils paraissent colorés en brun. Ils sont accompagnés d'un petit nombre de fragments plus grands dont la nature végétale est incontestable.

La substance noirâtre en question constitue donc, autour de la colonne de matières renfermées dans l'intestin, une couche superficielle qui représente le dernier terme des modifications apportées par le travail digestif. Elle manque dans le rectum.

¹ *Examen spectroscopique de la chlorophylle dans les résidus de la digestion* (COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS, t. LXXVI, p. 103; 1875).

² *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, t. LXXVII, p. 597; 1875.

Le rectum ou la portion large de l'intestin terminal ne présente plus les plis sinueux caractéristiques de la portion grêle; on n'y observe que de faibles replis transversaux. La couche épithéliale se compose des mêmes cellules polyédriques que dans la portion précédente. Elles ont les mêmes dimensions et il est impossible de leur trouver la moindre différence de texture (fig. 41).

Tubes de Malpighi. — Les tubes de Malpighi de l'*Hydrous caraboides* sont d'un beau pourpre; ceux de l'*Hydrophilus piceus*, au contraire, sont simplement jaunâtres; ou, pour parler plus exactement, ils semblent, comme l'a observé M. Kölliker¹, être de deux espèces, les uns jaunes et assez larges, les autres plus pâles et plus étroits. Il m'a toujours été impossible de trouver des cristaux préformés dans les tubes du premier de ces insectes, tandis que chez l'hydrophile, j'ai remarqué de petits calculs cristallins incolores (fig. 42) situés, ainsi que cela se voit presque toujours, au voisinage des anses trachéennes. Ces cristaux ne sont point renfermés dans les cellules sécrétoires, et ne paraissent pas non plus localisés dans la lumière du tube; il résulterait plutôt de la distance focale, qu'ils sont directement appliqués contre la face interne de la paroi de l'organe.

L'action de l'acide acétique sur le contenu des tubes *malpighiens* de l'hydrous donne, au bout de quelque temps, des cristaux peu abondants représentant probablement l'acide urique (fig. 43); mais cependant trop irréguliers pour déduire de leur forme quelque chose de certain. Les tubes de l'hydrophile renfermant des cristaux tout formés, il est préférable de concentrer les recherches sur ceux-ci.

Si l'on isole le contenu des tubes de ces insectes et si on l'abandonne à la cristallisation spontanée pendant une douzaine d'heures, on obtient des corps cristallins plus gros que dans les tubes mêmes (fig. 44) qui, par leur contour, leur aspect et leur coloration légèrement rougeâtre, rappellent beaucoup l'urate de soude figuré pl. XVII, fig. 2 de l'atlas de MM. Robin et Verdeil.

¹ *Zur feineren Anatomie der Insekten* (VERHANDL. DER PHYSIC.-MEDICIN. GESELLSCHAFT IN WÜRZBURG, VIII^{er} Band, Heft II; 1837), p. 250.

Des essais accessoires confirment cette première supposition ; ainsi, ces cristaux, traités par l'acide chlorhydrique faible, donnent une solution qui cristallise (fig. 45), comme le fait parfois le chlorure de sodium dans les mêmes conditions. En outre, en soumettant le contenu exprimé des tubes de Malpighi à l'action de l'acide sulfurique au dixième, on obtient (fig. 46) des cristaux incolores en forme de plaques à six pans, identiques à ceux de sulfate de sodium provenant d'une solution *très-faible* de ce sel cristallisant spontanément sur une plaque de verre. D'un autre côté, les essais tendant à démontrer la présence d'un sel de calcium ont donné des résultats négatifs.

Tout semble donc prouver que l'urate sécrété par les tubes de Malpighi des hydrophiles est de l'urate de sodium. Cet urate est, du reste, produit en beaucoup plus faible quantité que chez d'autres insectes, aussi n'ai-je pas abouti dans mes tentatives pour produire la couleur rouge de la murexide en agissant sur les tubes en masse.

M. Kölliker a signalé la leucine dans les tubes de l'hydrophile ¹.

Une substance dont la présence bien démontrée eût été d'une importance remarquable est l'urée. M. Sirodot ², en traitant le contenu des tubes malpighiens de l'hydrophile par l'acide oxalique, a obtenu un précipité cristallin spécial qu'il rapporte, avec doute, à l'oxalate d'urée. J'ajouterai que l'hydrophile est le seul insecte qui lui ait offert ce résultat et que mes essais personnels sur les tubes de l'hydrous et de l'hydrophile ne l'ont point confirmé.

Il me restait, enfin, à soumettre les tubes de Malpighi des Hydrophiliens à quelques expériences permettant de décider, s'ils possèdent des propriétés hépatiques. L'ébullition avec l'alcool absolu, puis le refroidissement de la solution et même son évaporation spontanée à l'air n'ont pas décélé de cholestérine; je n'ai obtenu qu'une cristallisation arborescente et peu abondante (fig. 47) indiquant probablement une matière grasse.

Le réactif de Pettenkofer colore immédiatement les tubes en rouge; mais, comme pour les autres insectes, je me suis assuré que cette réaction est de

¹ *Zur feineren Anatomie der Insekten*, op. cit., p. 250.

² *Recherches sur les sécrétions, etc.*, op. cit., p. 102, pl. XVII, fig. 7, a, b, c, d.

nulle valeur; elle réussit d'une manière tout aussi intense avec les muscles brunâtres du mésothorax et les muscles incolores du métathorax. En résumé, je n'ai donc, encore une fois, trouvé aux tubes de Malpighi que les propriétés d'organes sécrétoires urinaires et point d'autres.

§ 8.

*Scarabéiens.*INDICATIONS ICONOGRAPHIQUES ¹.

- 1809-1811. RAMDOHR . *Abhandlung über die Verdauungswerkzeuge der Insecten* (Atlas), Heft 1, pl. VII, fig. 1, *Cetonia aurata*, pl. VIII, fig. 1, *Melolontha vulgaris*.
1824. LÉON DUFOUR . *Recherches anatomiques sur les Carabiques et sur plusieurs autres insectes Coléoptères* (ANN. DES SCIENCES NAT. ZOOLOGIE, 1^{re} sér., t. III), pl. XIV, fig. 4, *Melolontha vulgaris*, pl. XV, fig. 1, *Cetonia aurata*, fig. 2, *Lucanus cervus*, fig. 4, *Lucanus parallelipedus*.
1828. STRAUS DURCKHEIM. *Considérations générales sur l'anatomie comparée des animaux articulés* (Atlas), *Melolontha vulgaris*.
1859. NEWPORT . . . *Insecta, Todd's Cyclopædia of anatomy and physiology*, vol. II, p. 972, fig. 428, *Lucanus cervus*.
1852. BURMEISTER . . . *Handbuch der Entomologie* (Atlas), pl. X, fig. 6, *Cetonia aurata* (d'après Ramdohr).
- 1854-1858. LACORDAIRE. *Introduction à l'entomologie* (Atlas), pl. XIV, fig. 6, *Melolontha vulgaris* (d'après Léon Dufour).
1840. BRULLÉ (CASTELNAC). *Histoire naturelle des insectes*, t. I, pl. XIII, fig. 1, *Melolontha vulgaris*, pl. XIII, fig. 2, *Cetonia aurata*, pl. XIV, fig. 1, *Lucanus parallelipedus* (d'après Léon Dufour).
1855. BERGMANN UND LEUCKART. *Vergleichende Anatomie und Physiologie*, p. 212, fig. 159, *Melolontha vulgaris*.
1859. SIRODOT . . . *Recherches sur les sécrétions chez les insectes*, pl. XIV, fig. 1, *Oryctes nasicornis*.
1871. GERVAIS . . . *Éléments de zoologie*, 2^e édit., p. 77, fig. 45, *Melolontha vulgaris* (d'après Léon Dufour).

Je réunis ici les résultats de mes observations sur le hanneton commun, *Melolontha vulgaris*, et sur l'*Oryctes nasicornis*; la manière de vivre de ces

¹ J'y ai joint, à dessein, ce qui concerne les *Lucaniens* qui pourraient fournir, au besoin, des comparaisons utiles et qui sont, du reste, très-voisins des insectes dont il est ici question.

deux coléoptères est assez différente, mais je trouve dans cette réunion l'avantage de raccourcir ce mémoire déjà long, en évitant des redites. Le chef-d'œuvre de Straus Dürkheim me dispensera d'entrer dans de grands détails sur la forme des organes.

L'œsophage est, presque toujours, à peu près vide chez le hanneton; chez l'oryctes, j'y ai rencontré un liquide verdâtre et limpide; dans tous les cas, la réaction du contenu œsophagien est neutre.

Dans l'intestin moyen (duodenum de Straus) du hanneton, les matières végétales divisées par les pièces buccales sont imprégnées d'un liquide brun à coloration très-intense et dont la réaction est ordinairement alcaline, quelquefois neutre, jamais acide. La macération dans l'eau, pendant quelques heures, de l'ensemble des substances renfermées dans cette partie du tube digestif, donne une solution brune dans laquelle on réussit à déceler la présence du sucre; mais le glucose devient beaucoup plus facile à démontrer si l'on opère sur le résidu de couleur ambrée, obtenu par le procédé que j'ai déjà décrit et qui consiste à faire bouillir avec de l'alcool, à filtrer et à évaporer au bain-marie.

D'après ce que nous avons vu chez l'hydrophile, la transformation des matières amylacées en sucre dans le tube digestif du hanneton, pouvait être avancée comme certaine : mais ce qu'il fallait surtout rechercher, c'est si une partie spéciale du canal est affectée à cette transformation. Mes expériences m'autorisent, je pense, à affirmer que la production du sucre a lieu dans l'intestin moyen. En effet, si l'on répète les mêmes essais sur l'intestin terminal, on ne trouve de sucre qu'en très-faible quantité; ce qui prouve qu'il ne s'en forme plus et qu'il est, à peu près, entièrement absorbé avant que les aliments passent dans les dernières portions du canal alimentaire. Il y a donc une assez grande différence entre les phénomènes digestifs chez le hanneton et les mêmes phénomènes chez l'hydrophile; le sucre se retrouvant, en abondance, dans toute la longueur du tube digestif de ce dernier insecte.

Les matières contenues dans la partie grêle de l'intestin terminal ont complètement changé d'aspect; au lieu d'être fortement colorées en brun par un liquide spécial qui les imprègne, elles affectent, en général, une couleur d'un vert plus ou moins vif. La teinture alcoolique qu'elles donnent est

également verte. Je ne doute point, d'après les observations de M. Chautard sur l'extrait alcoolique de hannetons secs ¹, que cette teinture ne fournisse le spectre de la chlorophylle, mais je n'ai pas pu m'en assurer, l'appareil que j'avais commandé à Londres ne m'étant parvenu que longtemps après la saison classique des mélolonthes.

Le contenu de l'intestin terminal peut être neutre, mais est presque toujours alcalin.

Mes tentatives pour démontrer la présence de la cholestérine dans l'intestin terminal, sont, comme précédemment, restées sans résultat.

L'état des aliments dans le canal digestif de l'*Oryctes nasicornis*, offre peu d'intérêt; j'ai déjà parlé de l'œsophage; l'intestin moyen renfermait, chez les exemplaires examinés, une pulpe jaunâtre légèrement alcaline, la portion grêle de l'intestin terminal une matière semi-liquide, brune, neutre, ayant une forte odeur de beurre rance, le rectum, une masse dure, brune, neutre aussi. Le faible volume de l'ensemble indique que cet insecte prend peu de nourriture à l'état parfait.

Tubes de Malpighi. — On sait que le hanneton semble présenter des tubes de Malpighi de deux espèces différentes; les uns appelés *Tubes empennés* portent une série de petits appendices latéraux, ils sont clairs et jaunâtres; les autres sont simples et d'un blanc opaque plus ou moins intense. Enfin leur texture histologique n'est point tout à fait la même ².

Straus Durekheim avait déjà émis, en 1828, l'hypothèse que les fonctions de ces deux espèces apparentes de tubes sécrétoires n'étaient pas identiques. Les tubes blancs simples représenteraient l'appareil urinaire, tandis que les tubes jaunâtres auraient joué le rôle de foie en sécrétant un liquide biliaire ³.

M. Leydig, dans une étude très-intéressante de la question insérée dans son traité d'histologie ⁴ et à laquelle il a ajouté un court appendice dans les

¹ *Examen spectroscopique de la chlorophylle, etc.*; op. cit., p. 105.

² LEYDIG. *Traité d'histologie, etc.*; op. cit., p. 555.

³ *Considérations générales, etc.*, op. cit., p. 251.

⁴ Pages 351-356.

*Archives de Reichert et Du Bois-Reymond*¹, décrit une série d'observations qui tendent à prouver que l'hypothèse de Straus repose sur des faits. Pour M. Leydig, les tubes de Malpighi, au moins chez un certain nombre d'insectes, donneraient lieu à un double produit; l'un urinaire, l'autre, peut-être, biliaire. Tantôt les deux sécrétions seraient localisées et il existerait des tubes clairs ou colorés biliaires et des tubes blancs urinaires distincts, tantôt les deux sécrétions s'opéreraient à la fois dans un seul et même canal, mais en des endroits différents de sa longueur.

La haute valeur scientifique de cet histologiste ne permettait pas de passer sa théorie sous silence; théorie séduisante parce qu'elle concilie des opinions très-diverses. D'un autre côté, bien des observations personnelles m'empêchent de l'accepter. J'aurais pu essayer de répondre directement à M. Leydig, mais un autre savant dont la voix est plus autorisée que la mienne, M. Kölliker, s'est chargé de cette tâche, dès 1857, et je ne puis mieux faire que de résumer son travail².

Je devrais peut-être réserver cette discussion pour un chapitre final; je pense, cependant, que sa place est marquée ici, puisqu'elle a eu les recherches sur le hanneton comme point de départ. Voici donc, en substance, les faits que M. Kölliker oppose à M. Leydig :

1° Les tubes clairs empennés du hanneton sont en continuité directe avec les tubes blancs simples, de sorte qu'il n'existe qu'une seule espèce de tubes, très-longs, empennés à leur origine, simples vers leur terminaison³.

2° Il suffit d'ouvrir un certain nombre de hannetons pour s'assurer que le contenu des tubes est variable et que les tubes empennés, ou soit disant biliaires, peuvent renfermer des sédiments urinaires.

3° Parfois tous les tubes du hanneton, quelle que soit leur forme, sont d'un blanc laiteux.

4° M. Kölliker a constaté la continuité entre les tubes d'aspect différent chez un grand nombre de chenilles et d'insectes parfaits qu'il énumère.

¹ 1859, p. 158, 159.

² *Zur feineren Anatomie der Insekten* (VERHANDLUNG DER PHYSIC.-MEDICIN GESELLSCHAFT IN WÜRZBURG, VIII^{er} Band, Heft II; 1857), p. 225.

³ LÉON DUFOUR a déjà très-bien représenté la chose. (Voy. *indic. iconogr.*)

5° Chez les insectes où les tubes sont courts mais très-multiples, il n'est pas non plus possible d'admettre deux espèces de canaux malpighiens; car, d'une part, les nombres respectifs de canaux clairs et de canaux chargés de sédiment sont sujets à varier considérablement et, d'autre part, il arrive que les uns et les autres sont remplis de matières sédimentaires.

6° Enfin, quant à cette partie de la théorie de M. Leydig suivant laquelle les deux sécrétions pourraient s'opérer dans le même canal, mais en des endroits différents de sa longueur, M. Kölliker y répond par de nombreuses analyses des produits qui, comme toutes celles de M. Sirodot et les nôtres, n'ont jamais révélé que des éléments urinaires ¹.

La théorie de M. Leydig, en contradiction avec toute une série d'observations sérieuses, semble donc inadmissible, non-seulement en ce qui concerne le hanneton, mais pour tous les insectes en général.

Je reviens à mes propres recherches. Dans les expériences que je vais relater, j'ai opéré sur les tubes blancs du hanneton et les tubes de gros diamètre de l'oryctes.

L'examen des tubes de l'*Oryctes nasicornis* y montre de nombreux cristaux formés sur place, isolés, ou groupés en masses calculeuses (fig. 48.) M. Sirodot parle aussi de calculs trouvés en abondance dans les tubes larges et dans la partie extrême des tubes étroits de cet insecte, mais il les décrit et les figure comme arrondis ou sphéroïdes ². Cette différence ne tient point à une erreur commise soit par lui, soit par moi, mais à l'état particulier ou à l'âge des animaux que nous avons observés l'un et l'autre.

En exprimant le contenu des tubes sur une lame de verre, on obtient un liquide contenant les cristaux décrits plus haut, accompagnés d'une fine poussière de granules.

Les gros tubes blancs du hanneton ne m'ont point offert de cristaux préformés. Le liquide exprimé contient une quantité énorme de globules blancs arrondis et offre une réaction alcaline déjà signalée par Straus Durckheim ³.

¹ Voyez à ce sujet, le chapitre V, § 15 de notre Mémoire.

² *Recherches sur les sécrétions, etc.*, op. cit., p. 82, pl. XIV, fig. 5.

³ *Considérations, etc.*, op. cit., p. 254.

Cristaux et granules se composent, en majeure partie, d'urates. Il suffit, parfois, comme l'a montré M. Sirodot ¹ de traiter les tubes du hanneton par l'acide acétique faible, pour obtenir une cristallisation d'acide urique soit losangique, soit bacillaire.

La réaction réussit à coup sûr si l'on opère sur le contenu des tubes exprimé sur une lame de verre. La figure 49 dessinée d'après le résultat fourni par l'oryctes donne une idée de la netteté de forme et de l'abondance des cristaux d'acide urique obtenus.

Enfin, le même liquide des tubes malpighiens du hanneton et de l'oryctes fournit, avec intensité, la coloration rouge caractéristique de la murexide, par l'acide azotique et les vapeurs d'ammoniaque. Je rappellerai, à ce sujet, que cette même réaction a été obtenue à l'aide des calculs trouvés dans les tubes de Malpighi d'un Lucanien, le *Lucanus capreolus* ² et que l'expérience en question a beaucoup contribué à discréditer l'opinion qui faisait considérer les tubes de Malpighi comme biliaires.

Quelle est la nature de l'urate sécrété par les *Scarabéiens*? M. Chevreul ayant soumis à l'analyse, à la prière de Straus, le liquide des gros tubes du hanneton, admit comme probable que l'acide urique y est à l'état de *sous-urates de potassium et d'ammonium* ³. M. Sirodot après une étude ingénieuse et beaucoup plus complète du sédiment des tubes du hanneton, de l'oryctes et de la cétoine dorée, conclut à l'existence d'*urate neutre de sodium* ⁴. Une si grande différence entre les opinions de deux auteurs, l'un chimiste célèbre, l'autre d'un talent d'observation incontestable, demandait de nouvelles tentatives.

En répétant une partie des expériences de M. Sirodot sur le liquide malpighien de l'oryctes, je suis arrivé à des résultats assez voisins des siens pour admettre, avec lui, chez cet insecte, l'urate neutre de sodium. Chez le hanneton j'admettrais assez volontiers aussi l'existence du même sel; les cris-

¹ *Op. cit.*, pp. 78-79.

² *Lettre concernant des calculs trouvés dans les canaux biliaires d'un cerf volant femelle* (ANN. DES SC. NAT., mars 1856, et COMPTES RENDUS DE L'ACAD. DES SC. DE PARIS, t. I, p. 442; 1855).

³ Dans Straus Durckheim, *Considérations, etc.*, *op. cit.*, p. 251.

⁴ *Recherches sur les sécrétions, etc.*, *op. cit.*, p. 85.

taux de la figure 50, déposés à chaud d'une solution du sédiment dans l'acide chlorhydrique très-étendu, répondant assez bien à certaines formes de l'urate en question; mais il est, pour moi, presque sans contestation possible que les tubes de Malpighi du *Melolontha vulgaris* sécrètent, comme ceux d'un certain nombre d'insectes dont j'ai déjà parlé, une notable proportion d'oxalate de calcium. En traitant le sédiment par l'ammoniaque, j'ai obtenu, en effet, de nombreux cristaux (fig. 51) que je ne saurais assimiler qu'à l'une des formes si caractéristiques de cet oxalate.

Aucun essai pour déceler la cholestérine, comme produit biliaire, ne m'a donné de résultat.

ORTHOPTÈRES.

§ 9.

Locustiens, Acridiens.

INDICATIONS ICONOGRAPHIQUES.

- 1809-1811. RAMDOHR . *Abhandlung über die Verdauungswerkzeuge der Insecten* (Atlas), Heft 4, pl. I, fig. 5, *Locusta viridissima*.
1815. MARCEL DE SERRES. *Observations sur les usages des diverses parties du tube intestinal des insectes* (ANNALES DU MUSEUM D'HISTOIRE NATURELLE, t. XX, 1815). Grand nombre de figures.
1852. BURMEISTER . . *Handbuch der Entomologie* (Atlas), pl. II, fig. 1 et 2, *Pachytylus migratorius*.
1854. LÉON DUFOUR. . *Recherches anatomiques et physiologiques sur les Orthoptères, etc.* (MÉM. DE L'ACAD. DES SCIENCES DE PARIS, SAVANTS ÉTRANGERS, t. VII, 1841 (*sic*), p. 263), pl. II, fig. 8, 9 et 10, *Oedipoda caerulea*, pl. III, fig. 55, *Ephippigera diurna* et un grand nombre d'autres figures.
1848. BLANCHARD . . *De la circulation dans les insectes* (ANN. DES SC. NAT., ZOOLOGIE, 5^e série, 1848), pl. I, fig. 2, *Locusta viridissima*. Tube digestif et système trachéen injecté.
1849. BLANCHARD . . *Le règne animal distribué d'après son organisation* (édition V. Masson). *Insectes* (Atlas), pl. LXXVI, fig. 2, *Locusta viridissima*. Tube digestif et système trachéen injecté.
1868. BLANCHARD . . *Métamorphoses, mœurs et instinct des insectes*, p. 117, *Locusta viridissima*.
1869. GRABER . . . *Zur näheren Kenntniss des Proventriculus und der Appendices ventriculares bei Grillen und Laubheuschrecken* (SITZUNGSBERICHTE DE L'ACAD. DE VIENNE, t. LIX, pp. 29 et suiv.). Nombreuses figures du gésier des Orthoptères.

Il existe deux travaux importants sur la digestion chez les Orthoptères, l'un est le mémoire bien connu de Marcel de Serres, l'autre beaucoup plus récent est une notice publiée en 1859 par M. Samuel Basch sur les fonctions digestives de la *Periplaneta orientalis*¹; j'y ferai nécessairement quelques emprunts.

Les espèces que j'ai soumises à mes investigations sont la *Locusta viridissima* à l'état parfait, à l'état de nymphe et à l'état de larve et le *Stethophyma grossum* à l'état parfait seul. Il n'y a pas assez de différences entre les premiers états de ces insectes et le dernier pour consacrer des paragraphes spéciaux à chaque âge.

Les Locustiens et les Acridiens, comme les blattes et les taupes-grillons, sont pourvus d'organes salivaires dont je dirai d'abord quelques mots. Ces glandes, de même que chez les Nèpes, sont de deux formes différentes et ont très-probablement des rôles distincts; mais leur faible volume ne m'a guère permis d'étudier que l'ensemble de leur action commune. Les points d'insertion de leurs canaux excréteurs² indiquent que le liquide qu'elles sécrètent pénètre les aliments immédiatement à leur entrée dans le tube digestif.

Ce liquide est parfaitement incolore, fait qu'il est important de noter, afin de ne point regarder comme produit salivaire un autre liquide d'un brun foncé imbibant les matières contenues dans le jabot.

En broyant les glandes de la sauterelle verte avec une goutte d'eau, ajoutant environ un centimètre cube d'empois d'amidon clair et laissant durer la réaction pendant deux heures (température +27°C.), on obtient un produit très-riche en glucose, décelable par la liqueur de Barreswil et la coloration brunâtre fournie par l'ébullition avec la potasse. La salive de ces Orthoptères a donc, encore une fois, une action semblable à celle des animaux supérieurs.

M. S. Basch a obtenu un résultat analogue avec les glandes salivaires de la *Periplaneta orientalis*³. Le liquide sécrété par ces organes, additionné d'eau aiguisée de $\frac{1}{1000}$ d'acide chlorhydrique, aurait, en outre, d'après le même auteur, la propriété de transformer la fibrine en produits solubles!

¹ *Untersuchungen über das Chilopoetische und uropoetische system der Blatta orientalis* (SITZUNGSBERICHTE DER K. ACAD. WIEN, t. XXXIII, p. 254; 1858, publié en 1859).

² LÉON DUFOUR, *Recherches sur les Orthoptères, etc.*, op. cit., p. 548.

³ *Untersuchungen, etc.*, op. cit., p. 257 et 258.

L'œsophage qui a peu d'importance et qui passe, du reste, par une transition insensible, au jabot, ne m'a point occupé. Le jabot présente, au contraire, un intérêt tout particulier parce qu'il nous permet de répéter, chez les insectes herbivores, les tentatives que nous avons faites chez les carnassiers pour arriver à l'interprétation rationnelle de son rôle.

Si l'on annule brusquement les manifestations vitales principales de l'animal en détruisant les ganglions cérébroïdes, par l'ablation de toute la moitié supérieure de la tête, on constate, en ouvrant rapidement le corps, que les parois du jabot exécutent des mouvements de contraction destinés à pousser lentement son contenu dans l'intestin moyen, au travers du gésier ¹.

Ces parois comprennent intérieurement une cuticule assez mince formant des replis squamiformes et garnie d'un grand nombre de dents chitineuses dont les pointes tournées vers le gésier ont vraisemblablement pour but, comme les saillies cornées de l'œsophage des tortues, de ne permettre la progression des aliments que dans un seul sens (fig. 52, a).

J'ai employé, à dessein, l'expression de *replis squamiformes* et non celle d'écaillés. Si on laisse dessécher la cuticule, puis qu'on la ramollisse en la mouillant, on voit que les plis se sont sensiblement effacés par l'effet de ces opérations et que les dents chitineuses seules sont restées bien visibles (fig. 52, b).

Au voisinage du gésier, le jabot des sauterelles se rétrécit et la cuticule forme six plis saillants longitudinaux garnis de plaques chitineuses triangulaires dont un des sommets regarde le gésier et dont les bords sont frangés en brosses. Dans les sillons qui séparent les plis, existent des rangées de soies (fig. 53). La seule inspection de la figure montre qu'il y a ici un passage très-graduel du jabot au gésier proprement dit.

Si j'en juge par les observations que j'ai faites chez les *Stetheophyma*, l'œsophage et le jabot ne sont point, comme ceux des carnassiers, privés d'épithélium sécrétoire. On constate ici la présence d'une couche unique de cellules épithéliales en forme de massues (fig. 54), leur protoplasme est chargé de granules jaunâtres ou brunâtres et elles sécrètent probablement le

¹ Léon Dufour indique déjà l'existence de ces mouvements (*Recherches, etc.*, op. cit., p. 500).

liquide dont il sera question ci-dessous. Quant à la musculature de l'organe, elle est assez développée et détermine de nombreux plis lorsqu'on le fend et qu'on le vide.

Quelque soit la brièveté du temps écoulé entre la capture de l'insecte et sa mise à mort, il faut placer à sa portée des graminées fraîches dont il se repaît avec une certaine voracité. On est certain de trouver ainsi des aliments dans le jabot et de pouvoir étudier les premiers phénomènes digestifs.

En ouvrant le jabot, on le trouve rempli partiellement, ou en totalité¹ de matières végétales coupées non pas en fragments irréguliers, mais en fines lanières. Ces lanières (fig. 55), mesurées chez un *Stetheophyma*, avaient deux ou trois millimètres de longueur et un millimètre ou un demi-millimètre de largeur. Leurs dimensions sont un peu moindres chez la sauterelle. Ce petit fait a son importance relative, car il infirme complètement une assertion de Léon Dufour qui crut avoir observé que chez les Acridiens le contenu du jabot est beaucoup plus divisé que chez les Orthoptères à gésier complet, comme les *Locusta*; laissant supposer, à tort, ainsi que nous le verrons plus loin, que c'est ce même gésier qui parachèvera la trituration².

Les lanières végétales sont imbibées par un liquide que je signalais plus haut, sécrété par la couche épithéliale du jabot; jaune pour les *Stetheophyma*, brun pour les *Locusta* et à réaction alcaline. Il possède toujours un pouvoir tinctorial très-intense.

Si l'animal vient d'avaler la nourriture, les lanières végétales sont peu altérées et, en les lavant à l'eau, pour les débarrasser du liquide coloré qui les imprègne, on les retrouve d'un beau vert. Si, au contraire, l'ingestion des aliments a eu lieu depuis quelque temps, le lavage montre les débris végétaux très-décolorés et le microscope n'y indique plus la chlorophylle *physiquement* intacte, que par places et en petites taches irrégulières.

¹ Marcel de Serres (*op. cit.*, p. 347) a déjà signalé la grande quantité de substances alimentaires que les Orthoptères sauteurs peuvent accumuler dans leur jabot. Léon Dufour, (*op. cit.*, p. 296) parle aussi de la voracité de ces insectes et p. 317 (en note) s'étonne de l'énorme volume de matières végétales, *une botte de foin*, dit-il, qu'il a observée dans le jabot d'une grande espèce d'Algérie.

² *Recherches, etc.*, *op. cit.*, p. 500.

En broyant le contenu du jabot avec un peu d'eau distillée, soumettant à une ébullition de cinq à six minutes et filtrant, on obtient un liquide alcalin fortement coloré en jaune qui donne nettement la réaction du sucre avec la liqueur Barreswil. Ce sucre pouvait provenir de trois sources : de l'action de la salive sur les aliments, de l'action du liquide du jabot, ou, enfin, être contenu tout formé dans le tissu végétal.

Pour me rapprocher au moins d'une solution, j'ai soumis au traitement que je viens de décrire, du gazon, celui même dont se nourrissaient mes Orthoptères, coupé en petits fragments. La quantité était au moins triple de celle qui est contenue dans un jabot ordinaire ; je l'ai cependant fait bouillir dans le même volume d'eau que dans l'expérience précédente. Après filtration, le liquide, coloré en vert, renferme du sucre, comme on devait s'y attendre, mais cependant les réactions n'indiquent qu'une dose de glucose infiniment moindre que dans le cas de substances en digestion. Il y a donc, dans le jabot des Orthoptères, production de sucre aux dépens de la fécule végétale soit sous l'influence du liquide sécrété par le jabot, soit, ce qui est plus probable, sous l'influence de la salive.

Plus tard, le jabot se vide très-lentement et il m'est fréquemment arrivé, en ouvrant des individus au moment où je rentrais de mes chasses, de n'y trouver qu'un peu de liquide brunâtre ou jaunâtre. J'avais donc raison d'insister sur la nécessité de nourrir ces insectes en captivité.

L'étude du contenu du jabot offrait un grand attrait, non-seulement en elle-même, mais à cause d'une assertion de Marcel de Serres qu'on me permettra de reproduire en entier : « Si l'on trempe, dit cet auteur, le papier de » tournesol dans l'humeur biliaire (*liquide sécrété par les poches latérales* » *dont il sera question ultérieurement*) aussi pure que possible et qu'on l'y » laisse séjourner plus ou moins longtemps, on ne voit pas que sa couleur » soit altérée en aucune manière. Il n'en est plus de même lorsque le papier » de tournesol est mis dans l'humeur recueillie dans l'estomac (*l'estomac pour* » *Marcel de Serres est le jabot*) ou dans le gésier ; dans ce dernier cas, il » passe subitement au rouge, couleur qu'il conserve même après le lavage. » Ce fait prouve que la fermentation stomacale développe dans cette humeur » un certain degré d'acidité, propriété qu'elle est loin d'avoir lorsqu'on l'exa-

» mine dans les organes chargés de la sécréter. Il nous a donc paru intéressant de s'assurer si l'acidité que présente l'humeur biliaire par son mélange avec la stomacale est toujours la même à la suite d'un jeûne prolongé. L'expérience m'a prouvé que cette acidité devenait alors à peine sensible. En effet cette humeur ne rougissait que bien faiblement le papier de tournesol et même, dans beaucoup de circonstances, la couleur de ce dernier n'en paraissait point altérée ¹. »

Ce passage fréquemment mal interprété, du reste, puisqu'on a regardé souvent le mot *estomac* comme signifiant intestin moyen ², a été le point de départ des idées les plus erronées. Rénchérissant sur Marcel de Serres, on a dit, et il suffit d'ouvrir les traités récents pour s'en assurer, que le liquide sécrété par les parois du tube digestif des insectes était *acide en général* et ne devenait neutre ou alcalin que chez les individus à jeun ou fatigués par une captivité prolongée.

M. S. Basch ³ chez la *Periplaneta orientalis* a trouvé acides les contenus des glandes salivaires, de l'œsophage et du jabot et alcalin celui de l'intestin moyen.

Sans vouloir sortir des limites que je m'étais tracées, je ne pouvais cependant négliger de faire sur les *P. orientalis*, ou blattes communes, quelques expériences comparatives. Je suis heureux de les avoir effectuées, car elles montrent que ces insectes rentrent dans la règle générale.

Je me suis dit que les blattes vivant dans nos habitations, se nourrissant de substances alimentaires préparées pour l'homme et fourmillant surtout chez les boulangers et les pâtisseries, devaient parfois, peut-être souvent, avaler des matières acides de nature à induire l'expérimentateur en erreur ⁴. Partant de cette idée, j'ai expérimenté comme suit :

1° J'ai mis pendant quelques heures à la disposition de plusieurs blattes,

¹ *Op. cit.*, p. 558.

² Si l'on s'était donné la peine de consulter les figures du Mémoire de Marcel de Serres, on aurait vu qu'il s'agissait du jabot.

³ *Op. cit.*, p. 256.

⁴ Ces insectes.... dévorent toutes les provisions et toutes les substances animales et végétales sans même avoir égard à l'état dans lequel se trouvent ces substances. (BLANCHARD, *Histoire naturelle des animaux articulés*, t. III, p. 4.) Paris, 1840.

du pain imbibé d'eau sucrée, matière essentiellement neutre. En ouvrant ces animaux, j'ai trouvé, comme j'en étais persuadé d'avance, les glandes salivaires *légèrement alcalines*, le contenu de l'œsophage et du jabot *très-légèrement alcalin*.

2° J'ai mis d'autres individus en présence d'une nourriture acide : j'ai essayé d'abord la gelée de groseille, mais les insectes l'ont refusée. Me souvenant ensuite d'un procédé des ménagères qui attirent les blattes par centaines avec un torchon imbibé de bière, je leur ai donné du pain mouillé de bière ordinaire (notre bière gantoise rougit le papier de tournesol) les blattes s'en sont montrées très-friandes. En tuant ces individus, je constate qu'ils ont une odeur de bière prononcée, le contenu de l'œsophage et du jabot est *acide*.

Les glandes salivaires paraissent d'abord acides, mais ce fait provient de ce qu'elles baignent dans les liquides transsudés au travers des parois du jabot; en les lavant à grande eau et les écrasant ensuite sur du papier réactif, on voit que la nature de leur sécrétion n'a pas changé, elle est encore légèrement alcaline.

Ces quelques essais me semblent lever tous les doutes et l'alcalinité du tube digestif des blattes nourries de substances neutres me paraît prouvée.

Quant aux Orthoptères sauteurs qui font l'objet spécial de ce paragraphe, je puis affirmer que chez tous les individus indistinctement, tués immédiatement après la capture ou bien après une captivité qui n'a jamais dépassé une vingtaine d'heures, complètement repus ou à jeun, la réaction du tube digestif, *dans toute sa longueur*, a été presque toujours alcaline, quelquefois pour des larves, neutre, mais *jamais acide*.

Le jabot est suivi d'un gésier qui, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer, apparaît sans transition brusque, comme un développement plus accusé du revêtement chitineux. La transition est si graduelle et l'armature interne de l'organe si faible chez les Acridiens que M. Léon Dufour a pu dire : « Un » gésier succède au jabot dans toutes les familles, à l'exception de celle des » Acridiens qui en est tout à fait dépourvue et où il est remplacé par une » structure spéciale du jabot ¹. »

¹ *Recherches sur les Orthoptères, etc.*, op. cit., p. 297 et p. 512.

L'examen direct et l'inspection de la figure donnée par Dufour lui-même¹ montrent bien cependant que le gésier ne fait pas défaut chez les Acridiens, mais est seulement moins important que dans les autres groupes.

Le gésier des *Stetheophyma* n'offre donc intérieurement que des replis insignifiants (fig. 56). Chez la sauterelle où il est, au contraire, très-robuste, il présente en dedans six côtes saillantes garnies de chevrons chitineux dont les pointes regardent l'intestin moyen².

Burmeister³ dans sa classification de la manière dont les insectes divisent les aliments, range les Orthoptères parmi ceux qui broient leur nourriture aussi bien dans le gésier que dans la bouche. Un auteur bien plus récent, M. Graber, regarde l'action broyante du gésier de ces insectes comme incontestable⁴.

Parlant du gésier, M. Milne Edwards considère sa portion terminale située sur la limite de l'intestin moyen comme un appareil valvulaire disposé de façon à empêcher le passage trop facile des aliments de l'une des portions du tube digestif dans l'autre. « Ainsi, dit-il, chez les criquets, l'orifice d'entrée du ventricule chylifique est garnie d'une valvule conoïde formée par six callosités en forme d'Y renversé (fig. 56); leurs branches étant dirigées en arrière et leurs sommets rapprochés en manière de nasse. Chez les grilloniens cette valvule est disposée autrement, et consiste en quatre tiges calleuses qui, rapprochées en faisceau conique, s'avancent dans l'intérieur du ventricule chylifique et y laissent filtrer les aliments, mais s'opposent à leur régurgitation⁵. »

Pour moi, ce n'est pas seulement la portion terminale, mais le gésier tout entier dont la fonction se bornerait à laisser filtrer les aliments dans l'intestin moyen tout en s'opposant à leur rétrogradation. Nous allons voir combien l'observation directe des faits confirme cette interprétation.

¹ *Recherches, etc.*, pl. II, fig. 10, b.

² *Ibid.*, p. 549.

³ *Handbuch der Entomologie*, op. cit., p. 577.

⁴ *Zur näheren Kenntniss des Proventriculus und der Appendices ventriculares bei Grillen und Laubheuschrecken.* (SITZB. DE L'ACAD. DE VIENNE, t. LIX, p. 59; 1869.)

⁵ *Leçon sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux*, t. V, p. 597 (en note). Paris 1859.

Commençons par les *Stetheophyma* : En examinant le contenu du gésier chez les individus qui avaient mangé depuis peu, je trouve celui-ci distendu par une botte (seul terme exact à employer ici) cylindrique de lanières végétales disposées parallèlement (fig. 57). La longueur de la botte est telle qu'elle dépasse le gésier par ses deux extrémités et son diamètre est relativement si grand que l'organe a perdu sa forme d'entonnoir. Ses parois en regard sont donc aussi éloignées que possible et il est de toute évidence que leur pression ne peut avoir d'autre effet que de déterminer une progression lente du paquet cylindrique vers l'intestin moyen. Le gésier fût-il même garni de dents chitineuses, le résultat serait identique, celles-ci ne pouvant entamer que faiblement la surface d'une botte presque dure de lanières végétales et, dans tous les cas, la partie centrale resterait intacte.

En étudiant le contenu de l'intestin moyen, on y retrouve, du reste, les débris végétaux avec les mêmes dimensions et formes que dans le jabot et tout indique qu'ils n'ont plus été divisés depuis leur passage entre les mandibules.

Passons aux sauterelles : leur gésier, beaucoup mieux armé et qui a souvent été cité comme exemple classique d'organe triturateur, nous donnera-t-il les mêmes résultats ?

Rappelons-nous qu'il est garni de six côtes saillantes ; entre ces côtes existent de profonds sillons faisant suite aux sillons de la fin du jabot (fig. 53). En ouvrant le gésier chez les individus gorgés de nourriture, on trouve les sillons en question remplis par des faisceaux de lanières de gazon disposées à peu près parallèlement. De sorte que les aliments ne passent pas à la surface des saillies chitineuses pour être broyés par elles, mais se glissent ; *entre ces saillies*, par les sillons qui sont presque inermes, pour parvenir entiers dans l'intestin moyen où, comme pour les *Stetheophyma*, on les retrouve avec tous les caractères de forme et de taille qu'ils offraient dans le jabot.

M. Graber ¹ est arrivé, il est vrai, à une conclusion contraire, en comparant les débris végétaux de l'intestin moyen et de l'œsophage ; mais mes résultats personnels ont toujours été si constants, qu'il m'est impossible de

¹ Zur näheren Kenntniss des Proventriculus, etc., op. cit., p. 59.

voir autre chose qu'une erreur, provenant peut-être du mode de préparation, dans l'interprétation du savant précité :

M. Sirodot a dit, avec raison : « l'action, du gésier aurait été moins exagérée si l'on avait examiné les résidus de la digestion ¹; » mais j'irai plus loin : selon moi, le gésier des orthoptères que j'ai étudiés, pas plus que celui des coléoptères carnassiers, n'est un appareil triturateur auxiliaire des pièces buccales ².

L'intestin moyen (estomac des auteurs) est garni, à son origine, de poches plus ou moins multiples qui doivent nous arrêter un instant. Chez la saute-elle elles sont grandes et au nombre de deux seulement, donnant à la portion antérieure de l'intestin moyen un aspect cordiforme. Chez les *Stethophyma* elles sont petites mais au nombre de six, fusiformes d'un jaune clair et s'étendant en avant et en arrière de leurs points d'insertion (fig. 56).

Marcel de Serres, dont l'opinion, en fait d'Orthoptères, doit toujours être prise en considération, voit dans ces poches ou bourses des organes destinés à sécréter un liquide analogue à la bile ou au suc pancréatique des vertébrés ³. Laissons pour le moment de côté, si l'on veut, les mots bile et suc pancréatique, et ne remarquons qu'une chose, c'est que, pour Marcel de Serres, les organes en question sont sécrétoires.

Léon Dufour ⁴, au contraire, et la plupart des auteurs modernes ne les considèrent que comme de simples cœcums, des diverticula de l'intestin

¹ *Recherches sur les sécrétions, etc.*, op. cit., p. 16.

² S'il était permis de chercher un terme de comparaison chez les vertébrés supérieurs, je crois qu'on trouverait assez bien l'analogue du gésier des *Locusta* dans le *feuillet* ou psautier des ruminants à cornes. Ce dernier est, en effet, un segment du tube digestif hérissé, au dedans, de saillies lamellaires de la muqueuse dont l'épithélium est épais. En outre, près de l'orifice du bonnet et, surtout, à la terminaison de la gouttière œsophagienne, existent des pointes cornées recourbées en crochets.

Après la mastication mérycique, les aliments réduits en bouillie qui passent du bonnet à la caillette glissent dans les sillons limités par les lamelles du feuillet, sillons au fond desquels on trouve toujours une certaine quantité de matières alimentaires.

Consultez : CHAUVÉAU, *Traité d'anatomie comparée des animaux domestiques*, 1^{re} édit., p. 568. Paris, 1857. — LEYH, *Anatomie des animaux domestiques*, p. 557. Paris, 1870. — HUXLEY, *A manual of the anatomy of the vertebrated animals*, p. 582. Londres, 1871.

³ *Observations, etc.*, op. cit., p. 51.

⁴ *Recherches sur les Orthoptères, etc.*, op. cit., pp. 298; 502.

moyen. M. Milne Edwards résume cette opinion assez générale dans les termes suivants : « La structure de ces dépendances de l'estomac ne présente d'ailleurs rien de particulier ; on doit les considérer comme des diverticules de cet organe et elles ne paraissent pas être chargées spécialement de la sécrétion du suc gastrique ou de tout autre liquide digestif ¹. »

Laquelle de ces deux opinions est l'expression de la vérité ? Nous pouvons tâcher de répondre à cette question et par l'étude de la texture des parois et par l'observation du contenu des poches.

L'examen histologique des parois a été fait, pour le *Gryllus campestris*, par M. H. Meckel ; le revêtement épithélial ne lui a point paru différer de celui de l'intestin moyen ². Je suis arrivé, quant à moi, à un résultat tout autre pour les *Stetheophyma*, ainsi qu'on le verra plus bas.

Chez les *Stetheophyma*, les poches offrent à leur surface extérieure, une série de côtes longitudinales irrégulières ; dans les sillons qui séparent ces dernières, rampent des branches trachéennes en très-grand nombre ³. L'abondance des trachées à la surface d'un organe indique que cet organe est le siège d'échanges nutritifs très-actifs. En se basant sur les belles recherches de M. Blanchard touchant la circulation chez les insectes ⁴, on me concédera qu'il doit en être ainsi.

La paroi interne des poches des *Stetheophyma* porte une couche de cellules épithéliales énormes en forme de colonnes (épithélium cylindrique). Par un effet de perspective, elles paraissent surtout accumulées sous les côtes ou bourrelets cités plus haut. Leur extrémité libre est arrondie et, quand on les observe de haut en bas, elles semblent naturellement sphériques. Dans cette extrémité libre, le protoplasme est jaunâtre et chargé de granules, partout ailleurs il est incolore. Chaque cellule est munie d'un grand noyau très-distinct (fig. 58 a et b).

¹ *Leçons sur la physiologie, etc.*, op. cit., t. V, p. 608.

² *Mikrographie einiger Drüsenapparate der Niederen Thiere* (ARCHIV FÜR ANATOMIE. ETC., de J. Müller; 1846), p. 40.

³ Déjà signalées par Léon Dufour (*Recherches sur les Orthoptères, etc.*, op. cit., p. 515).

⁴ *Annales des sciences naturelles* (ZOOLOGIE, sér. 5; 1848), p. 559. — *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences de Paris* (t. XXXIII; 1851), p. 567.

Ces cellules sécrètent un liquide granulé et jaunâtre qui (fig. 59) se rassemble en trainée jaunâtre dans l'axe de ce que j'appellerai désormais la glande. En fendant cette glande et faisant écouler le produit qu'elle renferme, on y observe, outre un liquide fondamental jaune, de grosses gouttes huileuses incolores de toutes les dimensions (fig. 58 *b*) et un grand nombre de cellules épithéliales détachées.

Avant de dire un mot des propriétés du liquide, je ferai remarquer que l'épithélium de l'intestin moyen ¹ proprement dit n'a rien de commun avec celui que je viens de décrire, de sorte qu'il y a incontestablement différence de fonction indiquée par la différence de texture histologique.

Le liquide que les glandes sécrètent est toujours légèrement alcalin à tous les essais. Cette alcalinité avait déjà été observée d'une façon parfaitement nette par Marcel de Serres ² qui s'est livré à une étude assez complète du liquide en question pour que j'aie peu de chose à ajouter à sa description. Marcel de Serres n'ayant point réussi à déceler la potasse, attribue l'alcalinité à la soude. Il constate que le liquide a une odeur fétide, une saveur un peu amère, qu'il est visqueux, miscible à l'eau et coagulable par la chaleur.

En l'observant au micro-spectroscope, je n'ai vu aucune raie spéciale permettant de rapprocher le liquide des glandes des Orthoptères soit d'un liquide physiologique connu, soit d'un produit de la digestion des insectes eux-mêmes.

Enfin j'ajouterai, en terminant, que, quel que soit l'état de plénitude ou de vacuité relative du tube digestif, les poches latérales des *Stetheophyma* ne contiennent jamais aucune trace de matière alimentaire.

Chez les *Locusta*, les deux glandes latérales ne renferment jamais non plus d'aliments; on n'y trouve qu'un liquide granuleux jaune légèrement alcalin pour les insectes parfaits, très-visqueux, brun et d'une alcalinité prononcée pour les nymphes. Le réseau trachéen des glandes est très-riche, leur couche épithéliale sécrétoire, au moins chez les individus parfaits que j'ai seuls

¹ Voyez plus loin ce qui concerne cet épithélium, p. 78.

² *Op. cit.*, p. 557.

observés, est composée de grosses cellules irrégulièrement polygonales à sommets arrondis (fig. 60). Elles m'ont semblé, parfois, disposées sur plusieurs couches. Leurs protoplasme incolore est chargé de fines granulations jaunâtres. Je n'ai pas eu à ma disposition assez d'individus de la *Locusta viridissima* pour comparer nettement à la texture qui précède celle de l'épithélium de l'intestin moyen. D'après un examen rapide, je crois, cependant, pouvoir avancer qu'il n'y a pas identité.

M. Graber ¹, que j'ai déjà eu l'occasion de citer plus haut, se basant sur quelques considérations d'un autre ordre, refuse aussi aux appendices latéraux des Orthoptères la qualité de prolongements de l'intestin moyen; je suis heureux de voir mon opinion personnelle appuyée par les recherches de ce savant.

Les poches latérales de l'origine de l'intestin moyen des Orthoptères étudiés dans ce mémoire ne sont donc point de simples diverticula de cet intestin; ce sont des organes sécrétoires à grande surface, produisant un liquide particulier jouant probablement un rôle dans la digestion intestinale.

Quel est ce rôle? Si nous relevons les opinions des auteurs qui, comme moi, ont vu dans les poches en question des glandes annexes du tube digestif, nous arrivons à les classer comme suit :

- 1° La sécrétion est gastrique — Cuvier ².
- 2° La sécrétion est ou biliaire ou pancréatique ou même les deux à la fois — Marcel de Serres ³, A. M. C. Duméril ⁴.
- 3° La sécrétion est pancréatique — Newport ⁵, Burmeister ⁶, Lacordaire ⁷.
- 4° La sécrétion est biliaire — Latreille ⁸, Duges ⁹, J. Müller ¹⁰, Rolleston ¹¹.

¹ *Zur näheren Kenntniss des Proventriculus, etc.*, op. cit., p. 55.

² *Leçons d'anatomie comparée*, t. IV, p. 155-156. Paris, 1805.

³ *Op. cit.*, p. 51.

⁴ *Considérations générales sur la classe des insectes*, p. 41. Paris, 1825.

⁵ *Insecta* (TODD'S CYCLOPEDIA, vol. II), p. 974.

⁶ *Handbuch der Entomologie*, p. 142.

⁷ *Introduction à l'entomologie*, t. II, p. 26-27.

⁸ Dans le *Règne animal de Cuvier*. Édition de 1817., t. III, p. 567.

⁹ *Traité de physiologie comparée*, t. II, p. 400. Montpellier, 1858.

¹⁰ *Manuel de physiologie*. Traduct. Jourdan, t. I., p. 458; 1851.

¹¹ *Forms of animal life*, p. 86. Oxford, 1870.

Aucun de ces savants ne se prononce, du reste, d'une manière catégorique; ils se bornent en général à hasarder une supposition. Sauf Cuvier dont l'hypothèse ne me paraît pas admissible, ils nous laissent à peu près le choix entre une action analogue à celle de la bile, et une action semblable à celle du suc pancréatique. S'il fallait choisir, je crois que je pencherais en faveur de la bile, car, d'une part, on sait que l'action du suc pancréatique est surtout importante chez les oiseaux granivores où les glandes salivaires sont réduites à une très-simple expression, tandis que nos Orthoptères possèdent des glandes salivaires assez bien conditionnées, et, d'autre part, les mensurations de Jones ¹ et de M. Colin ² montrent que chez les mammifères le volume de la glande pancréatique diminue notablement des carnassiers aux herbivores.

Cependant, ennemi des idées préconçues en pareille matière, j'éviterai de me prononcer en rien sur la nature de la sécrétion : des études ultérieures du liquide jetteront peut-être un jour nouveau sur la question ; je me bornerai donc à affirmer que la sécrétion existe, et à admettre, ce qui est très-probable, qu'elle a une fonction digestive.

J'ai peu de chose à ajouter quant au reste du tube digestif proprement dit. L'intestin moyen a, comme le jabot, des parois très-riches en trachées; sa couche épithéliale se compose, du moins chez les *Stetheophyma*, de cellules en massues (fig. 61) hyalines, à noyaux médiocres, notablement plus petites et différant beaucoup d'aspect de celles des glandes latérales, comme on peut facilement s'en assurer par les figures. Elles ont plutôt de l'analogie avec celles du jabot, mais leurs dimensions sont plus considérables.

Lorsque l'appareil digestif fonctionne, l'intestin moyen contient des fragments de matières végétales identiques en forme et en grandeur à ceux dont le jabot se trouvait rempli. Seulement l'intestin moyen n'est jamais distendu comme le réservoir dont nous parlons.

Les fragments végétaux sont fortement colorés en brunâtre par un liquide qui les baigne et dont la réaction est alcaline. Rengger a dit : « chez... plu-

¹ MILNE EDWARDS, *Leçons sur la physiologie, etc.*, op. cit., t. VI, p. 518.

² *Traité de physiologie comparée des animaux*. 2^e édition, t. II, p. 794. Paris, 1871.

sieurs espèces de *Locusta*, la salive et le suc gastrique sont semblables et également alcalins ¹. » Dans le cas qui me semble difficile de décider avec certitude où Rengger entendait parler des liquides dont il est ici question, je pourrais, bien que cela soit presque inutile, ajouter le témoignage de cet auteur à mes observations personnelles. Je suppose que ce liquide alcalin de l'intestin moyen est celui qui est sécrété par les glandes latérales, car il a l'aspect du produit de celles-ci; il offre la même alcalinité, étendu d'un peu d'eau ou d'un peu d'alcool; il ne fournit pas non plus de raies spéciales au micro-spectroscope.

Mes tentatives pour déceler la présence du sucre en quantité notable dans le contenu de l'intestin moyen des *Stethophyma* n'ont point donné de résultat. Si l'on se rappelle que j'ai trouvé, au contraire, du sucre en abondance dans les matières renfermées dans le jabot et cela chez les mêmes individus, on sera conduit, comme moi, à cette double conclusion que, chez les Orthoptères susdits, il n'y a plus production de sucre dans l'intestin moyen et que cette substance rapidement assimilable a passé dans l'économie avant la digestion intestinale.

L'intestin terminal et sa dernière portion, le rectum, renferment encore des débris de graminées aussi entiers que dans l'intestin moyen. Chez la sauterelle ils sont réunis dans le rectum en un faisceau dur presque sec et noirâtre. Partout où le contenu de l'intestin terminal est encore humide je lui ai trouvé une réaction légèrement alcaline.

Il peut être intéressant de résumer ici une expérience de M. Graber ² sur le temps nécessaire à la digestion chez les Orthoptères. D'après ce naturaliste, un Grillon des champs dont le tube digestif avait été vidé par une abstinence prolongée et qu'on avait ensuite laissé satisfaire sa faim avec des feuilles de salade, rendit les premiers excréments environ sept heures après le repas.

L'étude très-longue des phénomènes digestifs des Orthoptères m'ayant pris beaucoup de temps, je n'ai pu m'occuper des tubes de Malpighi de ces

¹ *Physiologische Untersuchungen über die thierische Haushaltung der Insecten*. Tübingen, 1817 (d'après STRAUS DURCKHEIM, *Considérations, etc.*, op. cit., p. 254).

² *Zur näheren Kenntniss des Proventriculus, etc.*, op. cit., p. 44.

insectes. M. S. Basch a démontré la présence de l'acide urique en abondance dans ceux des blattes, il combat, dans son travail, les vues de M. Leydig et considère les tubes de Malpighi des blattaires comme exclusivement urinaires¹.

LÉPIDOPTÈRES (CHENILLES).

§ 10.

Cossus ligniperda.

INDICATIONS ICONOGRAPHIQUES.

1762. LYONET . . . *Traité anatomique de la chenille qui ronge le bois de saule*, pl. XIII et XVIII.
 1828. BOITARD . . . *Manuel d'entomologie* (Roret). Atlas, pl. IV (d'après Lyonet).
 1850. (ANONYME) . . . *Insect transformations*, p. 499 (d'après Lyonet).
 1840. BRULLÉ (CASTELNAU). *Histoire naturelle des insectes*, t. I, pl. X (d'après Lyonet).
 1855. RIMER JONES . . . *General outline of the organisation of the animal kingdom*, 2^e édition, fig. 185, p. 597 (d'après Lyonet).

Il existe deux monographies de la structure anatomique de la chenille du *Cossus*, l'une, ancienne, est l'immortel ouvrage de Lyonet, l'autre, toute récente et rédigée suivant les idées actuelles, est due à la plume savante de M. G. Rolleston². Ajoutons, enfin, que M. H. Meckel a étudié les glandes buccales de cet insecte³.

Lorsqu'on saisit ou qu'on irrite l'animal, il dégorge, comme beaucoup de chenilles, un liquide coloré. Pour l'espèce en question, le liquide est d'un rouge sale et alcalin. Quand on en laisse dessécher une goutte sur une plaque de verre, elle fournit sur sa marge de petits cristaux très-irréguliers et

¹ *Op. cit.*, pp. 254 et 255.

² *Forms of animal life*, pp. 79 et suiv. Oxford, 1870.

³ *Mikrographie einiger Drüsenapparate der niederen Thiere* (ARCHIV. FÜR ANATOMIE, ETC., de J. Müller; 1846), pp. 51, 52.

indéterminables ; mais si l'on a pris la précaution d'étendre préalablement le liquide d'un peu d'eau, on obtient une cristallisation arborescente dendritique (fig. 62) qui est très-analogue, si non identique, à une forme du chlorure d'ammonium représentée par MM. Robin et Verdeil ¹.

Comme Ramdohr l'a dit depuis longtemps pour les chenilles en général ², le liquide rouge dégorgé par la chenille du *Cossus* n'est autre chose que le contenu de l'œsophage et non le produit des organes sécréteurs dont je parlerai quelques lignes plus loin.

Je base mon opinion, à ce sujet, sur les trois points suivants :

- 1° Quand on ouvre la chenille après qu'elle a dégorgé, l'œsophage est vide ;
- 2° Le liquide dégorgé est alcalin tandis que le produit des organes sécréteurs est neutre ;
- 3° Sa coloration est rouge comme celle des autres matières renfermées dans le tube digestif ; le liquide qui distend les organes sécréteurs est, au contraire, jaunâtre ou même incolore.

Les organes sécréteurs situés de chaque côté de la moitié antérieure du canal digestif sont de deux natures différentes : les uns, aboutissant par un canal commun à l'orifice ou filière du labium, sont les glandes séricigènes ; leur produit n'a rien de commun avec l'acte digestif et je me borne à les mentionner. Les autres, d'un volume considérable, déversent leur liquide dans la cavité buccale et méritent, par conséquent, plus d'attention.

Ces derniers se composent, chacun, d'une glande tubuleuse repliée un grand nombre de fois sur elle même et que Lyonet appelle *queue du vaisseau dissolvant* ³, aboutissant au fond d'une vaste poche ovoïde allongée (*vaisseau dissolvant* de Lyonet) communiquant elle-même avec la bouche par un canal assez large (*cou* Lyonet).

MM. H. Meckel ⁴ et Rolleston y voient des glandes salivaires ⁵, Lyonet pensait qu'ils sécrétaient, peut-être, un liquide ayant la propriété de disso-

¹ *Traité de chimie anatomique, etc.* (Atlas, pl. II, fig. 5 a). Paris, 1855.

² *Habhandlung über die Verdauungswerkzeuge der Insecten*, p. 15.

³ *Traité anatomique, etc.*, op. cit., p. 112 pl. XVIII, fig. 3 C à P.

⁴ *Mikrographie, etc.*, op. cit. p. 51.

⁵ *Op. cit.*, p. 81.

cier les matières ligneuses¹. Il n'y a, me semble-t-il, aucun doute que MM. Meckel et Rolleston n'aient raison et que cet appareil ne soit autre chose que le représentant anatomique des glandes salivaires des insectes ; mais l'étude assez approfondie que Lyonet puis M. Meckel ont faite du produit et que j'ai reprise et variée après eux, prouve que le liquide sécrété diffère beaucoup de la salive ordinaire des insectes.

Au point de vue de ses propriétés physiques, le liquide qui remplit les poches ou réservoirs est jaunâtre ou incolore² d'une odeur forte, pénétrante, désagréable, qui est, du reste, celle de l'insecte lui-même et que tous les entomologistes ont constatée. Le microscope n'indique pas d'éléments spéciaux ayant forme ; sa densité est inférieure à celle de l'eau sur laquelle il flotte. Il se comporte comme une huile, tachant le papier qu'il rend transparent.

Au point de vue chimique, les premiers essais semblent aussi indiquer une matière grasse ; en effet le liquide ne se dissout pas, ou fort peu, dans l'eau, l'agitation avec l'eau le divise seulement en gouttelettes flottantes, il est soluble dans l'alcool et l'éther. Quelques gouttes abandonnées à l'air pendant douze heures ne changent aucunement d'aspect ; mais l'ammoniaque le coagule subitement au lieu de le dissoudre, ce qui indique au moins la présence de substances spéciales en solution.

Il faudrait des quantités assez abondantes de cette liqueur pour pouvoir essayer tous les réactifs, aussi n'ai-je point observé l'action des alcalis ; M. Meckel, auquel je m'en rapporte, dit que la salive de la chenille du *Cossus* est peu soluble dans la potasse.

La teinture alcoolique d'iode détermine une coloration brune qui vire ensuite au verdâtre.

Suivant M. Meckel, le liquide en question est soluble à chaud dans l'acide nitrique et dans l'acide sulfurique, ce dernier le colorant en violet ; il est insoluble dans l'acide chlorhydrique.

L'action prolongée du liquide sur l'empois d'amidon n'amène aucune for-

¹ *Op. cit.*, p. 112.

² Lyonet l'a observé jaunâtre, je l'ai vu incolore.

mation de sucre, tandis que nous avons vu le produit des glandes salivaires des autres insectes présenter toujours cette réaction caractéristique.

Enfin la salive est neutre.

Lyonet, qui regardait, ainsi que nous l'avons vu, cette sécrétion comme pouvant avoir une action dissociante sur les matières ligneuses, a fait des expériences directes. Il imbiba du bois sec et du bois vert de saule du liquide salivaire, mais ne remarqua aucun effet sensible¹. Les mandibules de la chenille du *Cossus* sont, d'ailleurs, assez puissantes pour couper, sans autre secours, l'aubier auquel elle s'attaque de préférence.

Mes recherches ne me permettent que de laisser pendante la question de savoir quel est l'usage de la salive d'aspect huileux de la chenille du *Cossus*; mais je crois avoir montré qu'elle n'est pas assimilable à la salive ordinaire des insectes et qu'elle n'est pas non plus le liquide que les larves dégorgent lorsqu'on les irrite.

Je ne referai naturellement pas la description du tube digestif et ne m'occuperai ici que des matières que j'y ai observées.

J'ai déjà décrit le liquide rouge et alcalin renfermé vraisemblablement dans l'œsophage avant que l'animal dégorge.

Chez l'individu qui a servi à mes essais, l'intestin moyen était plein d'une substance pulpeuse d'un jaune rougeâtre, légèrement alcaline. L'intestin terminal renfermait des matières excrémentitielles d'une alcalinité franche et colorées en rouge cerise. On aurait pu croire, au premier abord, que cette coloration intense provenait de l'addition d'un liquide émanant des tubes de Malpighi, mais ceux-ci sont incolores et ne contiennent que de rares concrétions légèrement jaunâtres.

Lorsqu'on traite le contenu du tube digestif par l'alcool chaud, celui-ci dissout les éléments colorés et devient rose.

Je crois qu'il ne faut pas chercher bien loin la cause de la teinte rouge générale des substances en digestion; elle est, très-probablement, due à un principe soluble rouge qui se rencontre dans l'aubier, l'écorce et peut-être aussi, en petite quantité, dans le bois du saule. En effet, si l'on fait bouillir

¹ *Traité anatomique, etc., op. cit. p. 514.*

soit avec de l'eau, soit avec de l'alcool, de fines lanières d'écorce et d'aubier prises sur des saules ordinaires cultivés en têtards, on obtient des solutions roses ou rouges. Elles affectent cependant un ton brunâtre que le contenu du tube digestif ne présente point.

Toutes les expériences que j'ai déjà décrites touchant la digestion des insectes qui se nourrissent de matières végétales faisaient présumer l'existence du sucre dans les produits de la digestion de la chenille du *Cossus*. J'ai pu en déceler des quantités faibles mais incontestables dans le contenu de l'intestin moyen et de l'intestin terminal.

Les tubes de Malpighi sont très-longs; je n'y ai observé qu'un petit nombre de concrétions cristallines. L'acide acétique m'a cependant permis d'obtenir des cristaux distincts d'acide urique, mais peu abondants. M. Sirodot¹, chez les individus soumis à ses expériences, a constaté la présence de l'acide urique dominant et d'un urate qu'il regarde comme urate de sodium. L'oxalate de calcium paraissait absent.

§ 11.

Chenilles de Liparis dispar.

INDICATIONS ICONOGRAPHIQUES².

1669. MALPIGHI . . . *Dissertatio epistolica de Bombyce*, pl. V, fig. 4, *Sericaria mori*.
 1809-1814. RAMDOHR . *Abhandlung über die Verdauungswerkzeuge der Insecten* (Atlas). Heft 5, pl. XVIII, fig. 5, *Rombyx quercis*.
 1818. DUTROCHET . . *Recherches sur les métamorphoses du canal alimentaire chez les insectes* (JOURNAL DE PHYSIQUE, t. LXXXVI), fig. 4, *Sericaria mori*.
 1818. DUTROCHET . . Même article (MECKEL. DEUTSCHES ARCHIV FÜR DIE PHYSIOLOGIE, t. IV, p. 285), pl. III, fig. 5, *Sericaria mori*.
 1852. BURMEISTER . . *Handbuch der Entomologie* (Atlas), pl. IX, fig. 14, *Lasioampa pini* (d'après Suckow).
 1855. CARUS ET OTTO . *Tabulae anatomiam comparativam illustrantes*, pars IV, pl. III, fig. 14, *Lasioampa pini* (d'après Suckow).

¹ *Recherches sur les sécrétions*, op. cit., pp. 89 et 94, pl. XVI, fig. 1.

² Je n'y ai compris que ce qui concerne les chenilles de Bombyciens.

1849. *Le Règne animal distribué d'après son organisation* (édit. V. Masson, atlas, 2^e part.), pl. CXXX, fig. 4, *Sericaria mori*.
1856. CORNALIA . . : *Monografia del Bombyce del Gelso* (MEM. DELL' R. I. IST. LOMBARDO DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI, volume sesto), pl. IV, fig. 31, 32, 35, *Sericaria mori*.
1868. BLANCHARD . . *Métamorphoses, mœurs et instinct des insectes*, p. 125, *Sericaria mori*.
1870. E. Verson . . *Beiträge zur Anatomie des Bombyx Yama-Mai* (SITZB. DER K. AKAD. DER WISSENSCH.), Band LXII, 1^{ste} Abth., Mai Heft, *Bombyx Yama-Mai*.
1875. MAURICE GIRARD. *Traité élémentaire d'entomologie*, t. I. Atlas, pl. 1, fig. 5. *Sericaria mori* (d'après Blanchard).

Les fonctions digestives des chenilles de lépidoptères autres que la larve du *Cossus* ont fait l'objet d'un certain nombre de mémoires parmi lesquels je citerai : celui de Rengger qui effectua ses observations sur la chenille du *Deilephila euphorbiae*¹, celui de Bouchardat sur la digestion chez le ver à soie², travail qui fait regretter qu'on n'ait pas poussé plus loin les mêmes investigations pour les autres insectes, la magnifique monographie de M. Cornalia³, enfin les recherches sur le ver à soie de M. Eug. Peligot⁴. Ajoutons, quant aux données histologiques, une notice assez générale de M. Duncan⁵, et l'intéressant mémoire de M. Verson sur le *Bombyx Yama-Mai*⁶.

Je recommande les chenilles du *Liparis dispar* aux expérimentateurs. C'est une espèce assez grande pour permettre des recherches faciles et si abondante qu'il est inutile de l'élever en captivité. On rencontre ainsi l'avantage de capturer les individus, pour ainsi dire au moment de faire une expérience, ce qui met à l'abri d'erreurs et d'objections.

Les travaux que je viens d'énumérer ont beaucoup simplifié ma tâche qui s'est à peu près bornée à vérifier l'ensemble des faits sur une espèce de plus,

¹ *Physiologische Untersuchungen, etc.*, op. cit. (d'après Straus Durekheim). — Le *Deilephila euphorbiae* appartient, il est vrai, à un autre groupe; mais l'organisation de toutes les chenilles est si uniforme que nous ne pouvons négliger le travail important de Rengger.

² *De la digestion chez le ver à soie* (REVUE ET MAG. DE ZOOLOGIE PURE APPLIQUÉE de Guérin Méneville, 2^e série, t. III; 1851), p. 54.

³ Voyez *Indications iconographiques*.

⁴ *Études chimiques et physiologiques sur les vers à soie* (COMPTES RENDUS DE L'ACAD. DES SC. DE PARIS, t. XXXIII, p. 491, 1851, et t. XXXIV, p. 278; 1852).

⁵ *Insect metamorphosis* (A lecture delivered before the British Association). Nature, vol. VII, n^o 139, p. 50; 1872.

⁶ Voyez *Indications iconographiques*.

à les interpréter suivant les idées que mes expériences sur d'autres insectes m'ont suggérées, enfin à rectifier quelques petites erreurs.

Dans la cavité buccale s'ouvrent les canaux glandulaires considérés généralement comme glandes salivaires ; leur petitesse ne permet point de recherches spéciales. Chez le ver à soie où ils sont assez développés, tout ce que M. Cornalia a pu constater, c'est que la salive est transparente et limpide ¹.

L'œsophage comprend, de dedans en dehors, chez les chenilles de Bombyciens, une cuticule, une couche cellulaire affectant l'aspect d'un épithélium pavimenteux, enfin une couche musculaire formée de fibres circulaires profondes et de fibres longitudinales superficielles ². L'existence de cette couche musculaire ne permet pas d'accepter l'hypothèse de Rengger et de Straus Durekheim ³ qui admettaient que les fragments de feuilles coupés par les mandibules ne progressaient dans l'œsophage que poussés les uns par les autres.

Les chenilles de *Liparis dispar* coupent les feuilles en petits fragments carrés ou rectangulaires ayant, en moyenne, un demi-millimètre de côté : la division des aliments à leur entrée dans le tube digestif est donc assez grande.

Dans l'œsophage, les parcelles végétales, encore parfaitement vertes, sont imbibées, comme Bauchardat l'a déjà observé chez le ver à soie ⁴, par un liquide fortement alcalin. L'alcalinité n'est point due à la nourriture même, car, comme le fait remarquer l'auteur que je viens de citer, la feuille de mûrier, par exemple, possède plutôt une légère réaction acide ⁵.

Je ne trancherai pas la question de savoir si le liquide alcalin est sécrété par les parois même de l'œsophage ainsi que le veut M. Duncan ⁶, ou s'il est fourni, chez les chenilles que j'ai observées, par des glandes salivaires proprement dites, parce qu'il me manque encore des données à cet égard ; je me bornerai à signaler les propriétés que l'on peut y constater après Bou-

¹ *Monografia, etc.*, op. cit., p. 108.

² Verson ; op. cit., pp. 2 et 4 du tiré à part.

³ *Considérations, etc.*, op. cit., p. 255.

⁴ *De la digestion chez le ver à soie, etc.*, op. cit., p. 56.

⁵ *Ibid.*, p. 57.

⁶ *Insect metamorphosis, etc.*, op. cit., p. 52.

chardat et qui le rapprocheraient, d'après lui, du suc pancréatique des vertébrés. En agissant sur l'empois d'amidon, il y détermine la formation du sucre; agité avec de l'huile, il produit une émulsion parfaite ¹. Je montrerai plus loin que ces deux propriétés se retrouvent dans les liquides sécrétés par les parois de l'intestin moyen.

L'intestin moyen offre une couche extérieure de fibres musculaires circulaires et longitudinales décrites avec soin, pour le *Bombyx Yama-Mai*, par M. Verson ²: elle est, en général, très-puissante et détermine des mouvements péristaltiques énergiques que j'ai observés chez les chenilles de *Liparis dispar*, même sur des intestins entièrement séparés du corps d'individus tués par la vapeur de chloroforme. On peut encore mettre l'action de la couche musculaire en évidence en isolant l'intestin moyen, le fendant dans la longueur et le vidant rapidement: immédiatement après cette opération, il se roule et se pelotonne si étroitement sur lui-même qu'il devient presque impossible de le dérouler.

Outre une cuticule sans structure apparente, l'intestin moyen est revêtu intérieurement d'un épithélium cylindrique constitué par des cellules en forme de massues déjà décrites par M. Duncan ³, mais étudiées en détail chez le *Bombyx Yama-Mai*, par M. Verson ⁴ qui les compare aux cellules caliciformes (*Becherzellen*) de l'épithélium des villosités de l'intestin grêle des vertébrés.

Cette couche épithéliale sécrète en abondance, pendant la digestion, un liquide dont l'alcalinité a été constatée successivement par Ramdohr chez la chenille du *Bombyx quercus* ⁵, par G. R. Treviranus chez celle de la *Polia dysodea* ⁶, par Rengger chez la chenille du *Deilephila euphorbiae* ⁷, par

¹ BOUCHARDAT, *op. cit.*, p. 58.

² *Op. cit.*, p. 7 du tiré à part, figures 1 et 4.

³ *Insect metamorphosis, etc.*, *op. cit.*, p. 55, fig. 5.

⁴ *Op. cit.*, p. 6, pl. I, fig. 5 et pl. II, fig. 7.

⁵ *Abhandlung über die Verdauungswerkzeuge der Insecten*, p. 50.

⁶ *Vermischte Schriften. Anatomischen und physiologischen Inhalts*, 1^{er} Band, p. 56 (dans l'article intitulé *Oniscus*). Göttingen, 1816. (La *Polia dysodea*, qui est une Noctuidée, figure ici au même titre que la *Deilephila euphorbiae*. Voyez la note 1 de la page 85.)

⁷ *Op. cit.* (Straus Durckheim, p. 254).

Bouchardat chez le ver à soie ¹, par M. Cornalia chez le même insecte ², par M. Verson chez la chenille du *Bombyx Yama-Mai* ³ et, par moi-même, chez les chenilles de *Liparis dispar* et de *Vanessa urticae*.

La couleur de ce liquide est variable suivant les chenilles observées; chez le *Liparis dispar* elle est d'un brun clair.

M. Cornalia ⁴ dit que, chez le ver à soie, il renferme du sucre, de la gomme, du chlorure de potassium et, en outre, du sulfate et du phosphate de potassium, de sodium et d'ammonium ⁵. De même que le liquide qu'on trouve dans l'œsophage, il produit deux effets caractéristiques que Bouchardat avait entrevus, que M. Cornalia a constatés pour le ver à soie et que j'ai été heureux de vérifier, à mon tour, chez le *Liparis dispar*. Vérifier n'est pas tout à fait le mot propre, car mes observations étaient faites lorsque j'ai pu consulter le Mémoire de M. Cornalia; cette concordance entre les résultats est une preuve de leur exactitude. Quoi qu'il en soit, voici les effets en question :

1° Le liquide sécrété par l'intestin moyen transforme les matières féculentes en sucre, et Bouchardat a vu les substances alimentaires qui en étaient imprégnées, étendues d'eau et filtrées, subir la fermentation alcoolique sous l'influence de la levûre de bière;

2° Il émulsionne les matières grasses. En broyant le contenu de l'intestin moyen de la chenille du *Liparis dispar* avec un peu d'eau et filtrant, j'ai obtenu une liqueur brunâtre qui, agitée avec de l'huile, donne facilement une émulsion rapide. M. Cornalia, opérant plus directement, laisse tomber une ou deux gouttes d'huile d'olive dans le liquide digestif pur et les voit se subdiviser à l'infini. Au microscope, les globules résultant de cette division semblent enveloppés, chacun, d'une mince pellicule ⁶.

Ramdohr et Rengger assurent que la pâte alimentaire de l'intestin moyen fait effervescence par les acides. Je n'ai rien observé de semblable chez la

¹ *Op. cit.*, p. 56.

² *Monografia, etc.*, *op. cit.*, p. 275.

³ *Op. cit.*, p. 5 du tiré à part.

⁴ *Monografia, etc.*, *op. cit.*, p. 275.

⁵ Bouchardat avait déjà indiqué des sels et une matière analogue aux gommés dans le liquide provenant du mélange des substances digérées avec l'eau.

⁶ *Op. cit.*, pp. 275 et 274.

chenille du *Liparis dispar*, ni par l'action de l'acide chlorhydrique, ni par celle de l'acide azotique.

Lorsqu'on délaye avec de l'eau la masse d'aliments contenue dans l'intestin moyen, on constate que les particules végétales ont conservé leur forme; elles sont beaucoup plus pâles que dans l'œsophage, mais leur couleur verte existe encore. Les mêmes observations peuvent être répétées quant au contenu des deux parties successives de l'intestin terminal et tous ceux qui ont élevé des chenilles connaissent la couleur d'un vert foncé des excréments *frais* de ces animaux. Par conséquent, encore une fois, comme pour les autres insectes phyllophages dont j'ai traité dans les paragraphes précédents, la chlorophylle n'est pas détruite.

Ainsi qu'il ressort de nos recherches, les insectes qui se nourrissent de matières végétales n'empruntent guère à celles-ci que la fécule sous forme de sucre et les substances grasses. Cela explique les résultats obtenus par M. Eug. Peligot qui a constaté, par un grand nombre d'expériences, que les parties nutritives que les vers à soie s'assimilent ne représentent que la *sixième partie* environ du poids des feuilles qu'ils mangent, les cinq autres parties étant rendues sous forme de déjections ou servant à la respiration ¹.

Un mot encore sur les réactions du contenu du tube digestif. Chez des chenilles de *Liparis dispar* très-vives et probablement encore éloignées de la nymphose, je trouve l'alcalinité du tube digestif graduellement décroissante de la bouche à l'anus; très-alcalines dans l'œsophage, les matières deviennent faiblement alcalines ou même neutres dans le rectum; jamais je ne les ai observées acides. Bouchardat a vu le contenu de l'intestin terminal des vers à soie qu'il a étudiés parfois alcalin, parfois neutre, le plus souvent acide ². M. Cornalia signale également l'acidité de cette portion du tube digestif du même animal ³.

A quoi tiennent la divergence entre mes résultats et ceux de ces observateurs et les différences que Bouchardat a trouvées chez le ver à soie? Bouchardat lui-même et M. Peligot vont nous en fournir à peu près l'explication.

¹ *Etudes chimiques et physiologiques, etc.*, op. cit., p. 492.

² *De la digestion chez le ver à soie*, op. cit., p. 57.

³ *Monografia, etc.*, op. cit., p. 275.

« Ces différences, dit Bouchardat, tiennent peut-être, soit à un état de
 » maladie des vers, soit à l'époque avancée de leur vie où je les ai examinés;
 » c'est une question qui sera reprise en temps favorable ¹. »

Quant à l'influence possible de la maladie, si nous ouvrons le Mémoire de l'auteur, *Sur les maladies des vers à soie* ², nous y trouvons le passage suivant : « chez quelques-uns l'alcalinité des matières contenues dans le tube
 » digestif était *notablement diminuée*; cette diminution chez deux vers a
 » coïncidé avec un changement remarquable dans la constitution du sang...
 » il rougissait faiblement le papier de tournesol; caractère important sur
 » lequel M. Guérin Méneville a déjà insisté avec tant de raison. »

Enfin, quant à l'influence de l'âge ou plutôt de l'époque de la nymphose, voici ce que dit M. Péligot ³ : « quand le ver a choisi la place qui lui con-
 » vient pour faire son cocon et qu'il a fixé ses premières amarres, il expulse
 » encore quelques déjections solides vertes ou blanches; *ces dernières con-*
 » *tiennent une grande quantité d'acide urique...* »

Ainsi se trouve confirmée l'exactitude de mes résultats; l'acidité du contenu de l'intestin terminal du ver à soie peut être due à un état morbide, elle peut être déterminée par la sécrétion acide des tubes urinaires; mais elle n'a point pour cause un liquide digestif dans le sens exact du mot. De sorte que, dans les circonstances où l'élaboration dans les tubes malpighiens est peu énergique, l'intestin terminal doit être neutre ou alcalin comme le reste du canal.

En terminant ce qui concerne les chenilles de lépidoptères, jecrois devoir consacrer quelques lignes à la manière dont les produits assimilables quittent le tube digestif pour passer dans le reste de l'organisme. Le principe que j'énonce, applicable à tous les insectes, trouve sa place ici parce qu'il a été émis nettement, pour la première fois, par M. Cornalia, à propos du ver à soie : les insectes n'ont rien qui ressemble aux chylofères, l'hypothèse qui attribuait leur rôle aux tubes de Malpighi n'est plus admissible depuis longtemps. Les produits de la digestion, sels dissous, sucre en solution, graisses

¹ *De la digestion chez le ver à soie*, op. cit., p. 57.

² *Revue et magasin de zoologie de Guérin Méneville*, 2^e sér., t. III, p. 41. Paris, 1851.

³ *Op. cit.* (COMPTES RENDUS DE L'ACAD. DES SC. DE PARIS, t. XXXIII; 1851), p. 495.

émulsionnées, traversent les tuniques relativement minces du tube digestif par un phénomène osmotique et se mêlent, extérieurement à ce tube, au sang dont des courants réguliers circulent, comme on sait, le long des lignes ventrales et latérales du corps.

On peut même démontrer le fait directement. Nourrit-on un insecte avec une substance dont la réaction est facile à constater, on la retrouve dans le liquide périgastrique qui mouille le tube digestif à l'extérieur. C'est ainsi que, dans l'expérience du § 9 où j'avais donné de la bière à réaction acide à des blattes, le liquide périgastrique était acide chez ces individus, tandis qu'il est alcalin dans les circonstances ordinaires.

Telle est donc la manière dont se fait l'absorption des matières digérées. Elle est la même, je le répète, pour tous les insectes en général.