

Werk

Titel: Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les insectes.

Autor: Plateau, J.P.

Jahr: 1876

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?129323659_0041 | log14

Kontakt/Contact

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

✉ info@digizeitschriften.de

RECHERCHES
SUR
LES PHÉNOMÈNES DE LA DIGESTION
CHEZ LES INSECTES;

PAR

FÉLIX PLATEAU,

Correspondant de l'Académie royale de Belgique, professeur à l'Université de Gand, etc.

(Mémoire présenté à la classe des sciences de l'Académie dans la séance du 7 mars 1874.)

RECHERCHES
SUR
LES PHÉNOMÈNES DE LA DIGESTION
CHEZ LES INSECTES.

AVANT-PROPOS.

§ 1.

Straus Durckheim, dans son bel ouvrage sur l'anatomie du hanneton, s'exprime ainsi : « Nous n'avons encore que peu de données sur la manière » dont se fait la digestion chez les animaux articulés ; il paraît toutefois » qu'elle présente des faits assez remarquables, et il serait à désirer qu'on » s'occupât, avec quelques soins, de la physiologie des animaux sans ver- » tèbres pour tâcher de déterminer, par cette voie, la véritable fonction » des organes. »

Ce passage renferme une vérité encore plus triste à dire aujourd'hui, si l'on considère l'abîme qui sépare notre connaissance à peu près complète des phénomènes digestifs chez les vertébrés supérieurs de l'ignorance qui règne sur les faits les plus simples de la digestion des arthropodes.

Mon travail est une réponse ou, plutôt, une tentative de réponse à l'appel de Straus. Sachant, par mes recherches antérieures, que les articulés se prêtent presque aussi bien que les vertébrés aux observations physiologiques, j'ai entrepris une longue série de dissections et d'expériences; répétant en petit ce que tant d'autres ont fait en grand sur des mammifères, nourrissant des insectes, étudiant, souvent pas à pas, les modifications des aliments dans leur tube digestif, analysant les liquides sécrétés par les parois et les annexes glandulaires de celui-ci, essayant même des digestions artificielles, etc.

Au lieu d'effleurer le sujet en m'adressant à la fois à tous les groupes, j'ai limité, cette fois, le champ de mes études à la classe des insectes; en choisissant, j'y étais bien forcé, les espèces les plus communes pour pouvoir répéter les essais, et aussi les espèces les plus grandes afin d'agir sur des quantités de matière appréciables.

J'ai eu des prédécesseurs, car il n'y a aucune question scientifique entièrement neuve. A côté d'un grand nombre d'auteurs auxquels j'ai dû recourir pour des détails secondaires, je ne vois guère que six noms à citer au début de mon Mémoire : Marcel de Serres (1813) dont le travail est plutôt anatomique, la physiologie y occupant peu de place; Rengger (1817) qui, au commencement de ce siècle, étudia, comme on pouvait le faire alors, le contenu du tube digestif de la chenille du *Deilephila euphorbiae*; Bouchardat (1831), auquel succéda cinq ans plus tard M. Cornalia (1836) : ces deux auteurs firent sur la digestion chez le ver à soie les seules recherches à peu près complètes que nous connaissions; M. S. Basch (1838) qui soumit la *Periplaneta orientalis* à quelques expériences et, enfin, M. Sirodot (1839) dont la thèse mérite des éloges, mais ne traite pour ainsi dire exclusivement que des sécrétions.

Qu'on me permette de le dire, si l'on met à part l'étude des tubes de Malpighi, les naturalistes modernes ont négligé et laissé presque intact le problème des phénomènes de la digestion chez les insectes. Le lecteur comprendra que je n'avance pas ceci pour chercher à m'élever sur un piédestal, mais pour faire saisir d'une part l'utilité du sujet et, d'autre part, le grand nombre de difficultés qui se dressaient devant moi.

Tout en m'aidant constamment du microscope, je n'ai point voulu allonger mon travail de descriptions histologiques inutiles et, du reste, souvent déjà très-bien faites par des micrographes éminents. Je n'aurai donc recours à la structure microscopique que lorsque celle-ci pourra jeter quelque jour sur une question spéciale.

L'anatomie macroscopique du tube digestif des insectes étant connue pour un nombre énorme de formes, j'ai accompagné les paragraphes concernant chaque espèce d'une liste, sous le nom d'*Indications iconographiques*, de tous les ouvrages où j'ai rencontré des figures du canal alimentaire de l'espèce en question. Le lecteur pourra consulter ces sources et j'évite ainsi une multiplicité de planches et de descriptions dont le moindre inconvénient serait de distraire du sujet principal.

Mes observations et surtout mes expériences m'ont conduit à une série de résultats parmi lesquels il y en a qui sont en complet désaccord avec ce que l'on trouve exposé dans les traités d'anatomie et de physiologie comparée ou d'entomologie générale classiques et récents. Pouvaît-il en être autrement ? Les auteurs des ouvrages dont je parle n'avaient devant eux, en fait de matériaux, que des données presque exclusivement anatomiques dont ils ont tiré, en se basant sur des analogies de formes, un parti aussi bon qu'il leur était possible.

J'ai entrepris mes recherches à l'abri de toute idée préconçue; j'ai sincèrement voulu trouver la vérité; mes déductions ne sont plus basées sur de simples conjectures, mais sur un ensemble de *faits*. Mon plus vif désir est qu'on répète mes expériences, on m'aidera ainsi dans la tâche un peu lourde d'ajouter un chapitre réel à la physiologie des Arthropodes.

CHAPITRE I.

INSECTES CARNASSIERS MAXILLÉS.

COLÉOPTÈRES.

§ 2.

Dytiscides et Carabiques (à l'état parfait).

INDICATIONS ICONOGRAPHIQUES.

- 1809-1811. RAMDOHR. *Abhandlung über die Verdauungswerkzeuge der Insecten*. Atlas, Heft 4, pl. II, fig. 1, *Acilius sulcatus*, fig. 5, *Dytiscus striatus*? pl. III, fig. 1, *Cicindela campestris*, fig. 7, *Carabus granulatus*; Heft 4, pl. XXV, fig. 2, *Brachinus crepitans*.
1818. DUTROCHET. . *Recherches sur la métamorphose du canal alimentaire chez les insectes* (JOURNAL DE PHYSIQUE, t. LXXXVI), fig. 21, *Dytiscus marginalis*¹.
1818. DUTROCHET. . *Ueber die Metamorphose des Darmkanals der Insecten* (MECKEL. DEUTSCHES ARCHIV FÜR DIE PHYSIOLOGIE, t. IV, p. 285), pl. III, fig. 25, *Dytiscus marginalis*.
1824. LÉON DUFOUR. . *Recherches sur les Carabiques et sur plusieurs autres Coléoptères* (ANN. DES SCIENCES NAT. ZOOLOGIE, 1^{re} sér., t. III). Tubes digestifs d'un grand nombre de Coléoptères.
1850. J. MÜLLER. . *De glandularum secretorium structura penitiori*, pl. VIII, fig. 5, *Acilius sulcatus* (d'après Ramdohr).
1852. BURMEISTER. . *Handbuch der Entomologie* (Atlas), pl. X, fig. 2, *Calosoma sycophanta* (d'après Suckow), pl. X, fig. 4, *Dytiscus marginalis*.
1858. LACORDAIRE. . *Introduction à l'entomologie* (Atlas), pl. XIV, fig. 1, *Cicindela campestris*, fig. 2, *Cybister Roeselii* (d'après Léon Dufour).
1859. NEWPORT. . *Insecta* (CYCLOPOEDIA OF ANATOMY, etc.), de Todd, t. II, fig. 424, *Carabus monilis*.
1840. BRULLÉ (CASTELNAU). *Histoire naturelle des insectes Coléoptères*, t. 1, pl. XI, fig. 1, *Cicindela campestris* (d'après Léon Dufour).
1848. H. KARSTEN. . *Harnorgane des Brachinus complanatus* (ARCHIV FÜR ANATOMIE, etc., de Müller, p. 567), pl. X, fig. 1, *Brachinus complanatus*, fig. 2 à 10, détails.
1849. *Le Règne animal distribué d'après son organisation* (édition Victor Masson). *Insectes*. Atlas, 1^{re} part., pl. V, fig. 15 et fig. 15 d', *Carabus auratus* (d'après Léon Dufour).
1857. J.-V. CARUS. . *Icones zootomicæ*, Erste Hälfte, *Wirbellosen Thiere*, pl. XI, fig. 1, *Carabus auratus* (d'après Léon Dufour).
1867. HARTING. . . *Leerboek van Grondbeginselen der Dierkunde*, derde deel, eerste afdeling, eerste stuk, p. 15, fig. 7, *Carabus auratus* (d'après Léon Dufour).
1868. BLANCHARD. . *Métamorphoses, mœurs et instinct des insectes*, p. 117, *Dytiscus marginalis*.
- 1875 GIRARD. . . *Traité élémentaire d'entomologie* (Atlas), pl. 1, fig. 2, *Carabus auratus* (d'après Léon Dufour).

¹ Attribué par une erreur de Dutrochet à l'*Hydrophilus piceus*; rectifié dans la version allemande.

A. — Divisions du tube digestif.

Les coléoptères carnassiers aquatiques sur lesquels mes expériences ont été effectuées sont les suivants : *Dytiscus marginalis*, *Dytiscus dimidiatus*, *Acilius sulcatus* et *Hydaticus transversalis*. Le terme de comparaison pris parmi les coléoptères carnassiers terrestres est le *Carabus auratus*.

Le tube digestif des coléoptères Dytiscides auquel celui des Carabes ressemble beaucoup est trop connu pour en reproduire ici une description détaillée; je rappellerai seulement qu'il se compose de six portions distinctes tant au point de vue morphologique qu'au point de vue physiologique, savoir : un *œsophage* étroit, un *jabot*, une sorte d'*infundibulum* muni de saillies chitineuses auquel on a donné les noms d'*estomac broyeur*, de *gésier*, etc., un *intestin moyen* hérissé de *cœcums* glandulaires et fréquemment appelé *ventricule chylifique*, un *intestin terminal* comprenant deux parties, dont la première ou la plus longue a porté le nom d'*intestin grêle* et dont la seconde est un réservoir stercoral muni latéralement d'une vaste poche en forme de *cœcum*.

Des organes glandulaires occupant la place des glandes salivaires si développées des orthoptères font défaut. Les autres organes sécrétoires dont le produit est déversé soit dans le tube digestif, soit près de son extrémité, sont les *cœcums de l'intestin moyen*, les *tubes de Malpighi*, les *glandes anales*. Nous verrons, par la suite de ce travail, jusqu'à quel point nous pouvons considérer les liquides fournis par ces glandes comme jouant un rôle dans l'acte de la digestion.

B. — Œsophage, phénomènes digestifs dans le jabot.

On nourrit facilement les Dytiques avec d'autres insectes aquatiques et de petits morceaux de viande de bœuf crue. Lorsqu'on donne ainsi à un *D. marginalis*, par exemple, ayant jeûné plusieurs heures, un fragment de viande de la grosseur d'une noisette, l'animal se jette dessus avec voracité, le saisit fortement à l'aide des pattes de la première paire et l'attaque si vivement qu'il y enfonce bientôt la partie antérieure de la tête. Il ne

quitte guère sa proie qu'il ne soit rassasié et l'entraîne même souvent avec lui lorsqu'il remonte à la surface de l'eau pour renouveler sa provision d'air.

On comprend qu'il est, dans ces circonstances, impossible de constater directement la manière dont l'animal divise sa nourriture avant de l'avalier. L'observation est, au contraire, facile avec le *Carabus auratus*, pourvu que l'insecte soit placé dans un bocal de verre et que l'on se serve d'une loupe pour mieux saisir les détails.

Le premier phénomène qui frappe l'observateur c'est l'alternance parfaitement régulière des mouvements des mandibules et des mâchoires. Pendant que les mandibules se rapprochent pour couper un fragment de chair, les mâchoires s'écartent; lorsque les mandibules s'écartent à leur tour, les mâchoires se rapprochent, poussant la bouchée dans la cavité buccale, puis elles divergent tandis que les mandibules convergent de nouveau, et ainsi de suite.

Durant chaque écart des mandibules, la tête et même le corps de l'insecte, avancent un peu, de sorte qu'il y a dans l'ensemble de ces mouvements quelque chose d'analogue aux allures d'un ruminant qui tond un pré.

On considère généralement les palpes comme étant d'un certain secours dans l'acte de la préhension des aliments ¹, soit en dirigeant les parcelles de nourriture vers la bouche, soit en « maintenant en place les substances soumises à l'action des mandibules ². » Mais lorsqu'un Carabe mange, on voit les palpes dirigés en arrière de chaque côté de la tête trainer passivement sans effectuer de mouvements sensibles. Chez eux, au moins, les palpes n'ont donc pas l'un des usages principaux que l'on attribue à ces organes.

Chez les coléoptères carnassiers (Dytiscides et Carabiques) qui rencontrent une proie *exclusivement charnue*, il n'y a pas de mastication. Comme les hyènes qu'on voit manger dans les ménageries, ils avalent gloutonnement de grosses bouchées. On s'en assure facilement en tuant un de ces insectes *immédiatement* après un repas et en délayant le contenu du jabot dans un peu d'eau. On retrouve alors les fragments de viande tels qu'ils ont été avalés.

¹ BRULLÉ, *Observations sur la bouche des Libellulines* (ANN. DE LA SOC. ENTOM. DE FRANCE, t. II, p. 543; 1855), cite les palpes des carabiques comme préhenseurs.

² LACORDAIRE, *Introduction à l'entomologie*, t. I, p. 507. Paris, 1854.

D. marginalis et *dimidiatus* les bouchées sont des morceaux irréguliers ayant de 1 à 2 millimètres en tous sens. Elles sont donc, proportionnellement à l'animal, assez volumineuses.

Burmeister, qui a donné dans son traité d'entomologie ¹ une sorte de classification des modes suivant lesquels les insectes prennent et divisent leurs aliments, avait déjà signalé les coléoptères aquatiques carnassiers et les carabiques comme ne broyant pas leur nourriture dans la bouche. Cette observation qui me semble parfaitement exacte pour les Carabes, n'est plus entièrement vraie pour les Dytiques, lorsque ces animaux dévorent un autre insecte, un *Acilius* ou un *Hydaticus*; ils savent parfaitement diviser les téguments résistants de leur victime en petits fragments que l'on retrouve dans le jabot mélangés à la masse musculaire. J'ai cité plus loin (C. du gésier) un exemple instructif de ce fait.

Un grand nombre d'insectes dégorgent, lorsqu'on les saisit ou qu'on les tourmente, un liquide brunâtre ou verdâtre qu'on serait tenté de regarder comme destiné à être déversé sur les aliments pour les ramollir et faciliter ainsi leur division. Chez les carnassiers, ce liquide qui n'est pas le produit de glandes spéciales n'est que le contenu de l'œsophage et d'une partie du jabot; contenu dont nous nous occuperons plus loin. Chez les carnassiers aussi, l'acte de dégorger le liquide en question ne doit être considéré que comme moyen de défense, car ces animaux ne l'emploient pas lorsqu'ils mangent; un carabe qui dévore un morceau de viande ne dégorge aucun liquide coloré. Si l'on introduit, pendant cette opération durant laquelle sa voracité l'empêche de s'inquiéter de rien, de petites bandes de papier réactif jusque entre ses mandibules, on constate que le liquide incolore, en très-minime quantité, qui mouille les pièces buccales est parfaitement neutre.

Le trajet effectué par les aliments au travers de l'œsophage jusqu'au jabot s'opère, évidemment, sous l'influence des contractions des fibres musculaires longitudinales et circulaires. On peut en avoir la preuve expérimentale directe: en effet, si, chez un Dytique légèrement engourdi par la vapeur d'éther et qui vient de prendre de la nourriture, on sectionne la peau molle

¹ *Handbuch der Entomologie*, erster Band, p. 577. Berlin, 1852.

unissant la tête au prothorax, ainsi que tous les muscles moteurs de la tête, de manière à mettre l'œsophage à nu dans cette région, on observe des mouvements des parois œsophagiennes qui font osciller la colonne de matière contenue dans le tube en question.

Lorsque l'insecte est à jeun ou qu'il s'est écoulé assez de temps depuis son dernier repas, on trouve l'œsophage et le jabot vides et flasques. A l'état de vacuité, le jabot légèrement tordu sur lui-même (fig. 1) ne présentait, chez un *D. dimidiatus* qui n'avait plus mangé depuis plusieurs heures, qu'un diamètre de 2 à 2,5 millimètres.

Il en est tout autrement, si on sacrifie l'animal immédiatement après l'instant où il a cessé de manger; dans ce cas, le jabot est fortement distendu, et telle est l'extensibilité de ses parois, qu'il atteint 7 millimètres de diamètre transversal (fig. 2); c'est-à-dire une largeur triple et une capacité près de vingt-sept fois plus considérable.

Les choses se passent à peu près de même chez le *Carabus auratus*, quoique dans des limites plus restreintes.

Marcel de Serres avait déjà vu le même phénomène chez les Orthoptères¹ et bien d'autres naturalistes ont dû faire, par hasard, cette observation que j'ai répétée en dirigeant l'expérience d'une manière systématique.

Chez les Orthoptères sauteurs, le jabot prend, lors de la distension, une forme à peu près cylindrique; tandis que celui des Dytiques devient ovoïde ou presque sphérique.

Dans cet état particulier du jabot des coléoptères carnassiers, les matières alimentaires y sont soumises, surtout de la part des fibres musculaires circulaires, à une pression très-énergique qui peut être démontrée de différentes manières: ainsi, toute légère incision des parois détermine une hernie immédiate des substances renfermées dans l'organe. Si on fend le jabot dans sa longueur, il se vide pour ainsi dire de lui-même, et les bords de la fente s'enroulent de façon qu'il y a quelque difficulté à étendre le jabot sur une plaque de verre pour étudier ses tuniques.

¹ *Observations sur les usages des diverses parties du tube intestinal des insectes.* (ANN. DU MUSEUM D'HIST. NAT., t. XX, p. 547.) Paris, 1815.

Avant de passer à l'examen des actions chimiques, dont le jabot peut être le siège, donnons une idée de la texture de ses parois :

Les parois du tube digestif des insectes sont constituées, normalement, en procédant de dehors en dedans : 1° d'une *séreuse* délicate (*péritonéale* de certains auteurs) de nature conjonctive; 2° d'une couche *musculaire*, dont les fibres superficielles sont circulaires et les fibres profondes longitudinales; 3° d'une *tunica propria* conjonctive qui constitue la charpente principale et qui sert de base à, 4° une *couche de cellules épithéliales* très-variables et auxquelles sont dévolues des fonctions sécrétoires, 5° d'une *intima* ou couche cuticulaire essentiellement chitineuse ¹.

Dans l'œsophage et surtout le jabot des coléoptères carnassiers qui ont fait l'objet de mon examen, je n'ai point réussi à démontrer la présence d'une couche épithéliale cellulaire. Je ne crois pas avoir commis d'erreur d'observation, puisqu'il m'a été facile de retrouver cette couche chez d'autres insectes et que, lorsqu'elle existe, elle est toujours très-visible. J'ajouterai que M. Leydig signale aussi l'absence de ce revêtement cellulaire dans l'œsophage de beaucoup d'arthropodes ².

Par contre, l'*intima* chitineuse ou cuticule est très-développée; les dessins polygonaux qu'elle présente peuvent, à un très-faible grossissement, faire croire à l'existence de grosses cellules nettement limitées; l'erreur a été plusieurs fois répétée. On a fréquemment décrit l'*intima* du jabot comme formant des plaques squamiformes dirigées en arrière vers le gésier. Cette disposition existe, en effet, mais il y a un élément de plus qu'il ne faut pas négliger.

Voici ce qu'on constate avec un peu d'attention : dans l'œsophage, la cuticule s'élève, par places, pour constituer des plis minces, ondulés, très-saillants (fig. 3) courant à peu près parallèlement et offrant, çà et là, quelques branches latérales. Ces dernières, lorsqu'on approche du jabot, acquièrent plus d'importance et finissent, dans cet organe, par relier transversalement les longues crêtes en produisant des mailles à contours irréguliers (fig. 4 et 5) que Burmeister a déjà assez bien figurées ³.

¹ LEYDIG. *Traité d'histologie de l'homme et des animaux*. Trad. française, p. 574. Paris, 1866.

² *Ibid.*, p. 575.

³ *Handbuch der Entomologie*. Atlas, pl. 9, fig. 5.

Les saillies qui limitent ces mailles s'effacent nécessairement en partie, lors de la compression ou de la traction de la cuticule, et dans les préparations que j'avais faites au baume de Canada, elles ont presque entièrement disparu.

Du fond de chaque maille ou fossette, la cuticule se relève pour former, chez les *Dytiscus* proprement dits, un simple poil et, chez les *Acilius*, une lame saillante arrondie et terminée par une petite pointe chitineuse droite ou courbée latéralement et souvent colorée légèrement en brun. Ces lames squamiformes des *Acilius* étant transparentes comme du verre, on ne les voit que lorsqu'elles sont exactement au foyer du microscope ou lorsqu'elles sont situées sur le bord de la préparation. Pour peu qu'on rapproche l'objectif, elles disparaissent et l'on ne voit plus que les saillies ondulées limitant les mailles déjà décrites (fig. 5). En résumé, la base d'une lame squamiforme ou d'un poil est toujours entourée, comme d'un cadre, par un repli sinueux et saillant de la cuticule.

L'absence presque complète de différence de texture entre l'œsophage et le jabot, car la complication des replis de la cuticule n'est guère une différence, ferait supposer que le jabot n'est qu'une simple dilatation de l'œsophage ayant les fonctions limitées d'un réservoir de dépôt. Cette opinion, généralement admise en ce qui concerne les carabiques ¹, ne concorde nullement avec le résultat de mes observations personnelles. Le jabot ou, d'une façon plus générale, la *portion antérieure* du tube digestif des insectes carnassiers est le siège d'une véritable digestion. On en a des exemples chez des insectes appartenant à d'autres groupes que les Carabiques et les Dytiscides. On me permettra de les citer d'abord.

La larve aquatique d'un diptère tipulaire culiciforme, la *Corethra plumicornis* Meig. ², larve aux formes singulières et aux téguments d'une transparence remarquable, a fait le sujet de beaux travaux de la part de MM. Fr. Leydig et Aug. Weismann ³.

¹ MILNE EDWARDS. *Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux*, t. V, pp. 588 et 589. Paris, 1859.

² MACQUART. *Hist. nat. des ins. Diptères* (suites à Buffon), tome I, p. 47. Paris, 1854.

³ LEYDIG. *Anatomisches und Histologisches über die Larve von Corethra plumicornis*. (ZEITSCHR. F. WISSENSCH. ZOOL., t. III; 1851); WEISMANN. *Die Metamorphose der Corethra plumicornis*. (ZEITSCHR. F. WISS. ZOOL., XVI, Band, 1 Heft. Leipzig, 1866).

Son tube digestif se compose : d'une première portion très-large à parois musculaires , mais totalement privées d'épithélium sécrétoire , qui s'étend jusqu'à la limite postérieure du deuxième segment thoracique et s'y termine par une extrémité arrondie hérissée, au dedans , de soies raides convergentes dirigées en avant et formant une sorte de nasse. Puis vient un canal très-étroit occupant le métathorax et enfin le reste du canal alimentaire que nous pouvons négliger ¹.

MM. Leydig et Weismann considèrent la première partie élargie, terminée en nasse, comme un pharynx et la seconde très-étroite, comme un œsophage.

Lorsque la larve de *Carethra* a avalé une larve d'éphémère ou une daphnie , la proie ne dépasse pas la nasse qui barre le passage aux corps solides. Cependant, quoique les parois du pharynx soient dépourvues de revêtement cellulaire sécrétoire, on voit toutes les parties molles de l'animal englouti se dissoudre et passer à l'état liquide dans l'œsophage.

Ce premier et important phénomène de digestion terminé, le pharynx se retourne en partie et le squelette chitineux de l'éphémère ou de la daphnie est dégorgé par la bouche.

En l'absence d'une sécrétion propre au pharynx, M. Leydig attribue des fonctions digestives au produit des glandes salivaires qui, situées dans les trois premiers segments du corps, versent leur liquide dans la portion du tube digestif dont nous venons de parler.

Un autre exemple connu d'un fait analogue à celui que je viens de rapporter est présenté par les muscides chez lesquels la digestion commence dans le jabot ².

Abordons, à présent, les actes digestifs qui se passent dans le jabot des Dytiscides : Bien que les parois de cet organe soient, ainsi que je l'ai déjà dit, dépourvus de cellules sécrétoires, on voit s'y accumuler, à certains moments, un liquide d'une nature particulière que Burmeister a signalé, il y a longtemps ³, mais dont les propriétés n'ont guère été étudiées.

¹ WEISMANN. *Op. cit.*, pl. III, fig., 1.

² WEISMANN. *Op. cit.*, p. 9, et GEGENBAUR, *Manuel d'anatomie comparée*, p. 584, traduit par C. Vogt. Paris, 1875.

³ *Handbuch der Entomologie*, p. 592.

Au point de vue physique et chimique, on y remarque ce qui suit : ce liquide assez visqueux est tantôt d'un brun verdâtre, tantôt d'un vert assez prononcé; le microscope n'y indique aucun élément particulier; abandonné à l'air, dans un verre de montre, il se dessèche en laissant une couche brillante comme du vernis, mais dans laquelle on n'observe aucune trace de cristaux, sa réaction est neutre ¹.

Il est impossible de l'assimiler :

1° Ni à la salive mixte des mammifères, ni même à la salive des insectes ², car son action sur l'empois d'amidon que j'ai essayée plusieurs fois par différentes méthodes est absolument nulle;

2° Ni à la bile des vertébrés, malgré quelques analogies extérieures; en effet, je n'ai pu y déceler la *cholestérine* et, d'autre part, le réactif de Pettenkofer ne donne qu'une coloration vineuse sale et non pourpre, et, si l'on dépose à l'aide d'un tube effilé une petite goutte d'acide azotique fumant au centre d'une couche mince du liquide vert étendue sur une plaque de verre, au lieu d'avoir les teintes vertes, bleues, violettes, roses, etc., bien connues, on n'obtient qu'une auréole circulaire à périphérie grise et à centre jaune rosé;

3° Ni *chimiquement* au suc gastrique des animaux supérieurs. Le liquide du jabot des Dytiques est neutre, devient alcalin dans des circonstances que

¹ Elle devient alcaline dans des conditions spéciales.

N. B. — Comme il sera souvent question dans ce mémoire de l'alcalinité, de la neutralité, etc., des liquides animaux des insectes, je dirai ici, une fois pour toutes, comment les réactions ont été constatées. J'ai toujours fait usage de papiers réactifs très-fins, préparés avec soin et coupés en bandes étroites.

On se contente souvent de papiers au tournesol et au curcuma. Le curcuma, trop peu sensible, ne peut être que d'une utilité très-faible dans des expériences aussi délicates; je l'ai donc abandonné. Mais j'ai obtenu les meilleurs résultats avec du papier teint en gris-bleuâtre par la décoction aqueuse de fleurs de violettes. Ce papier *fraîchement préparé*, car il s'altère avec le temps, est d'une sensibilité exquise et offre le double avantage de rougir par les acides et de devenir vert par les substances très-faiblement alcalines. De sorte qu'un seul essai indique immédiatement si un liquide est acide, neutre ou alcalin.

Comme confirmation, j'employais le papier de tournesol bleu ou rougi, variant et multipliant les expériences de façon à n'avoir aucun doute sur la valeur des résultats.

² Voyez les §§ 6 et 9 où il s'agit de la salive des insectes.

nous examinerons plus loin, mais n'est jamais acide. En outre, en mélangeant ce liquide avec un peu d'eau dans laquelle on laisse, de plus, macérer les parois du jabot pendant cinq heures, la solution ainsi obtenue ne fait pas coaguler le lait ¹.

Quant au rôle physiologique du liquide en question, je ne pouvais espérer arriver à une solution quelque peu exacte qu'en examinant le contenu du jabot chez une longue série d'individus tués successivement à jeun, immédiatement après un repas et plus ou moins longtemps après l'absorption de la nourriture. J'ai employé, à cet effet, les nombreux *Dytiscus* que j'ai réussi à me procurer durant l'année 1873, ainsi que des *Acilius* et des *Hydaticus*. Voici les résultats que j'ai obtenus.

Si l'insecte a été privé de toute nourriture depuis assez longtemps, vingt-quatre heures, par exemple, le jabot, sans être distendu, renferme le liquide vert déjà signalé, sa réaction est neutre; le reste du tube digestif qui a eu le temps de se vider ne contient rien ou à peu près rien.

Si l'animal, après avoir été soumis à un jeûne d'environ vingt heures, destiné à mettre l'expérimentateur à l'abri des causes d'erreur provenant de la préexistence de matières dans le tube digestif, reçoit, comme nourriture, de la viande de bœuf crue et si on le tue quinze minutes ou même, comme cela m'est arrivé, une heure après l'ingestion de la viande, on trouve celle-ci dans le jabot distendu, sous la forme que j'ai déjà décrite de petites bouchées distinctes. Le liquide qu'elles ont rencontré en arrivant dans l'organe les imbibe évidemment, mais il est dissimulé dans la masse totale. La réaction du contenu du jabot est neutre; le reste du tube digestif est vide.

Lorsque, au contraire, en employant les mêmes précautions, on n'examine le canal alimentaire que cinq ou six heures après le repas, on constate, en premier lieu, que les petits fragments de chair de bœuf qui distendent encore le jabot ont subi, sur place, des modifications profondes; ils sont gonflés, ramollis et en grande partie dissous; on a sous les yeux une masse

¹ Bien qu'on sache, par les expériences de M. Deschamps, que la pepsine détermine la coagulation du lait en l'absence de tout acide et même en présence d'un alcali (*Journal de pharmacie*, t. XXVI; 1840), cité par M. Milne Edwards (*Leçons sur la physiologie, etc.*, t. VII, p. 52).

très-visqueuse, verdâtre, parfois exceptionnellement rosée, dans laquelle le microscope seul permet de retrouver la substance avalée, sous forme de quelques faisceaux musculaires restés plus ou moins intacts. Je ne puis mieux comparer l'aspect de ce produit qu'à celui du savon mou de ménage; sa réaction est légèrement alcaline.

On constate, en second lieu, chez les mêmes individus, que l'intestin moyen (ventricule chylifique des auteurs) est resté vide d'aliments proprement dits, et ne contient qu'un liquide faiblement jaunâtre. C'est là un fait digne de remarque et sur lequel je reviendrai.

Enfin, dans le cas où l'on fait les observations plus tard encore, ou bien, dans des circonstances où l'animal ayant peu mangé, les phénomènes digestifs ont marché plus vite, on trouve que le jabot, presque vide, ne renferme plus que le liquide verdâtre que l'on y constate, lorsque l'insecte est tout à fait à jeun; mais cette fois, à réaction généralement alcaline. On rencontre, en même temps, dans l'intestin moyen, situé, comme on le sait au delà du gésier, une bouillie blanchâtre plus ou moins abondante.

Bien que ce qui précède semble déjà prouver suffisamment que le jabot est le siège de fonctions digestives, j'ai voulu ajouter aux observations une expérience directe. J'ai recueilli dans un verre de montre le contenu visqueux du jabot d'un *Dytiscus dimidiatus* en pleine digestion, puis j'ai introduit dans cette matière, et de façon à ce qu'ils fussent bien imbibés, quelques petits morceaux de viande de veau crue, à peu près de la dimension de ceux que les Dytiques avalent normalement. Afin d'éviter la dessiccation des matières en présence, le verre de montre a été mis dans une boîte en porcelaine dont le fond contenait un peu d'eau. La température de la salle était de + 21°, 5. C.

Six heures après, les fragments de viande avaient pris l'aspect visqueux de la masse générale et étaient presque entièrement transformés. En effet, en délayant le tout dans un peu d'eau distillée, on obtient un liquide opalin où flottent à peine quelques faisceaux musculaires imparfaitement attaqués.

Dans cette digestion artificielle, comme dans les digestions naturelles dans le jabot, y a-t-il transformation de la chair en des substances assimilables aux *Peptones* gastrique ou pancréatique des vertébrés? Les quelques essais suivants semblent l'indiquer.

On laisse macérer, pendant onze heures, dans un peu d'eau distillée ¹, le contenu visqueux d'un jabot, provenant de la digestion naturelle de viande crue, et les parois mêmes de l'organe; on filtre; le liquide filtré, opalin, donne les réactions ci-dessous :

L'alun ne fournit pas de précipité, ce qui indiquerait que tout a été transformé en peptones, puisque ce sel qui n'a pas d'influence sur les peptones, précipite, au contraire, les substances albuminoïdes non modifiées.

L'azotate d'argent donne un léger précipité qui se comporte plutôt comme s'il était dû à des traces de chlorure de sodium.

L'acétate de plomb basique donne un précipité qui ne se redissout pas dans un excès de réactif, action qui fait supposer une peptone semblable à la peptone pancréatique.

Mais, d'un autre côté, l'acide acétique et un excès de bichromate de potasse produisent un trouble qui est une réaction propre à la peptone gastrique.

Comme il faut éviter d'employer des solutions trop étendues, la quantité de liquide ² dans des expériences sur des insectes est toujours si minime qu'il m'a été impossible de pousser plus loin cette analyse rudimentaire. Elle a du moins le mérite de prouver une fois de plus, dans le jabot des Dytiques, non pas seulement le ramollissement des matières avalées, comme le voulait Burmeister ³, mais une véritable transformation chimique.

Mes observations sur le contenu du jabot du *Carabus auratus* n'ont pas été aussi suivies, mais elles sont cependant suffisantes pour montrer que, sauf de légères différences, les faits principaux sont les mêmes.

Le liquide, qui s'accumule dans le jabot du carabe doré, est jaunâtre ou brunâtre; je lui ai trouvé constamment une réaction alcaline assez prononcée.

Poussé par l'espoir de constater des analogies de composition entre ce produit et l'un des liquides digestifs des vertèbres, et partant de cette donnée que, outre les chlorures de sodium et de potassium, le suc pancréatique des mammifères est caractérisé par la présence de *phosphate tribasique de*

¹ Ne donnant pas de précipité par l'azotate d'argent, par conséquent exempt de chlorures.

² 5 ou 4 centimètres cubes.

³ *Handbuch der Entomologie*, op. cit., p. 592.

sodium, de *phosphate de calcium*, de traces de *phosphate de fer*, j'ai cherché à déceler les phosphates dans le liquide du jabot des carabes.

Si l'on ajoute à ce liquide étendu d'un peu d'eau une petite quantité d'ammoniaque faiblement concentrée et de chlorure d'ammonium, puis, qu'on additionne le tout de sulfate de magnésium ¹, on n'obtient aucun précipité. Une goutte du mélange précédent abandonnée à l'évaporation sur une plaque de verre donne évidemment des cristaux, mais rien qui soit assimilable aux formes bien connues du phosphate ammoniaco-magnésien. Cet essai semble indiquer l'absence de phosphates en quantité un peu notable ².

Nous pouvons résumer, comme suit, les fonctions du jabot chez les Dytiscides et les Carabes : Les substances animales avalées s'accumulent dans le jabot, le distendent et ne peuvent, momentanément, aller plus loin, elles sont soumises, sur place, pendant plusieurs heures, à l'action d'un liquide assez abondant, neutre ou alcalin, qui rend les substances albuminoïdes solubles en les transformant en des composés probablement analogues aux peptones gastriques ou pancréatiques qui résultent de la digestion chez les animaux supérieurs. Amenées à l'état demi-liquide, elles passent finalement, poussées par les contractions des parois du jabot, au travers du gésier et se rendent dans l'intestin moyen où des modifications d'un autre genre les attendent.

C. — Du gésier.

Le gésier des Dytiques et des Carabes est assez connu pour ne plus en reproduire la description devenue classique; je dirai seulement que, dans le

¹ Voy. ODLING, *Cours de chimie pratique*. Trad. française. Paris, 1869, p. 150.

² Il resterait enfin pour terminer, à indiquer la source du liquide du jabot, l'appareil glandulaire qui le produit. A l'heure où j'écris ces lignes, il m'est encore impossible de fournir une réponse satisfaisante. Les travaux de MM. Leydig et Weismann m'avaient fait songer à des glandes salivaires que j'ai cherchées en vain. Karsten ayant représenté un revêtement glandulaire au jabot du *Brachinus complanatus**, j'ai varié de toutes les manières possibles l'examen microscopique des parois de l'œsophage et du jabot de mes insectes, mais sans plus de succès. J'en suis arrivé à me demander si l'épaisseur des replis ondulés de la cuticule de cette portion du tube digestif ne recèle point des éléments sécrétoires excessivement petits dont la petitesse serait compensée par le nombre et par la surface relativement très-grande sur laquelle ils peuvent s'étaler.

* *Harnorgane des Brachinus complanatus* (ARCHIV. FÜR ANATOMIE, etc. de J. Müller, 1848), p. 372, pl. X, fig. 10.

but de se faire une idée exacte des positions des parties, il ne faut point, comme on le fait ordinairement, fendre le gésier dans sa longueur et le dérouler, mais se borner à fendre le jabot et observer le gésier par l'orifice antérieur. On voit alors (fig. 6) qu'il se présente, chez les Dytiques, par exemple, comme un véritable entonnoir ou une pyramide à huit pans, dont le sommet est tourné vers l'intestin moyen et dont les parois sont constituées par des épaisissements de la cuticule auxquels on a donné à tort le nom de dents¹.

Les produits de la digestion dans le jabot traversant le gésier à l'état demi-liquide, il est de toute évidence que nous ne pouvons accepter *ici* pour cet organe, le rôle d'appareil triturateur qu'on lui a donné chez la plupart des insectes où il existe.

L'examen des prétendues dents du gésier des Dytiques montre qu'elles sont bien faibles pour les fonctions qu'on voudrait leur attribuer. Leurs bords sont garnis de soies nombreuses qui, si elles peuvent diriger les matières alimentaires dans un sens convenable, souffriraient beaucoup dans une mastication proprement dite (fig. 7).

Ne nous dissimulons pas, en effet, que les Dytiques n'avalent pas seulement et exclusivement des matières charnues molles, comme les Carabes, mais dans l'état de nature, détruisent beaucoup d'insectes dont ils broient les téguments entre leurs pièces buccales. Un *Dytiscus dimidiatus* mâle, de forte taille, ayant dévoré une grande partie du corps d'un *Acilius sulcatus* qui habitait le même local, son jabot ouvert quelques heures après, se trouva contenir, outre les produits visqueux de la digestion, un grand nombre de petits fragments du dermosquelette de la victime. Ces fragments se dessinaient dans la masse générale comme autant de points noirs.

Croit-on que si le Dytique n'avait pas réduit ces parties dures en morceaux assez petits pour glisser, avec le reste, le gésier eût pu achever le travail commencé alors que les saillies chitineuses qui le garnissent n'ont évidemment pas la dureté du corps à écraser ?

Citons un cas d'une autre nature, mais presque aussi concluant : chez un *Carabus auratus* nourri de viande et tué au moment où la digestion dans le

¹ Voyez BURMEISTER, *op. cit.*, atlas, pl. 9, fig. 8, pour une figure analogue, mais moins complète.

jabot est finie et où celle dans l'intestin moyen commence, on retrouve exceptionnellement, dans cet intestin moyen et noyés dans la bouillie générale, quelques faisceaux musculaires imparfaitement décomposés. Comment un gésier masticateur les aurait-il laissé passer sans les diviser ?

D'autres insectes nous fourniront encore pour les fonctions du gésier des données précieuses. Ce n'est qu'après les avoir exposées dans un chapitre ultérieur que j'émettrai une opinion générale. (Voyez chap. III, § 9.)

D. — Digestion dans l'intestin moyen.

Cette partie du tube digestif a reçu bien des noms différents : *Ventriculus*, *estomac*, *estomac membraneux*, *estomac chylique*, *troisième estomac*, *ventricule chylique*, *intestin chylopoïétique*, *duodenum*, etc., suivant les idées plus ou moins justes que les auteurs se sont faites de son rôle. Il serait prématuré d'expliquer, dès maintenant, pourquoi j'ai adopté de préférence la dénomination d'intestin moyen ¹. Examinons d'abord et sa structure et les résultats que m'a fournis l'étude de son contenu.

On est généralement d'accord, aujourd'hui, pour lui donner, avec Ramdohr, comme limite antérieure, l'extrémité du gésier et, comme limite postérieure, l'insertion des tubes de Malpighi. Beaucoup plus large dans sa première moitié que dans la seconde, l'intestin moyen des Dytiscides et des Carabes se distingue, comme celui, du reste, de beaucoup d'insectes carnassiers, par la présence de nombreux petits cœcums en doigts de gant qui hérissent sa surface extérieure.

Nous avons déjà vu, par tout ce qui précède, qu'il ne renferme de matières que lorsque la digestion est terminée dans le jabot; c'est-à-dire très-longtemps après le repas. Avant cet instant, on n'y trouve qu'un liquide fort peu abondant, quelquefois presque limpide, légèrement jaunâtre et plus ou moins alcalin, jamais acide.

Lorsque les matières venues du jabot sont passées dans l'intestin moyen, elles affectent bientôt un aspect nouveau. On n'a plus sous les yeux une espèce de savon visqueux, transparent et verdâtre, mais une bouillie blanche

¹ Voyez § 16.

ou d'un blanc sale jaunâtre. Le microscope y montre, chez les Carabes comme chez les Dytiques, un liquide fondamental limpide dans lequel flottent un nombre considérable de globules graisseux incolores de toutes les dimensions (fig. 8); c'est à ces gouttelettes de graisse qu'est dû le ton laiteux du mélange, leur présence indique une véritable émulsion.

La réaction de la bouillie alimentaire est alcaline dans l'immense majorité des cas, très-rarement neutre ¹, ce qui indique l'absence de tout agent acide assimilable au suc gastrique des vertébrés.

Au début de mes recherches, mis dans une fausse voie par les indications erronées de certains ouvrages d'entomologie, j'ai perdu beaucoup de temps et de peines à vouloir obtenir, à l'aide du liquide provenant de la macération à froid et acidulée des parois de l'intestin moyen ² des Dytiques, des digestions artificielles de substances albuminoïdes, comme on en obtient avec les parois de l'estomac des mammifères.

Les intestins moyens ³ d'un ou de deux individus étaient broyés avec quelques centimètres cubes d'eau distillée contenant $\frac{2}{1000}$ d'acide chlorhydrique. Après quelques heures de contact, le liquide était filtré. On soumettait à son action de très-petits fragments d'albumine coagulée, pendant des temps quelquefois fort longs (11 heures), soit à la température ordinaire, soit dans un bain marquant de 30 à 40 degrés centigrades ⁴; mais les résultats furent toujours absolument nuls.

¹ Deux fois seulement dans tout le cours de mes expériences sur les Dytiques et les Carabes.

² J'entends ici la totalité des parois avec leurs cœcums.

³ J'ai fait des essais tantôt sur des intestins moyens vidés, c'est-à-dire sur la paroi seule, tantôt sur des intestins moyens pleins, espérant, dans ce dernier cas, agir sur une quantité peut-être plus grande de liquide sécrété.

⁴ Précaution bien inutile, la température du corps des insectes étant peu plus élevée que celle du milieu ambiant. On peut ajouter qu'il en est probablement d'eux comme des vertébrés à température variable (vulgairement à *sang froid*). M. le Dr Murisier vient, en effet, de constater, par des expériences extrêmement intéressantes, que les températures limites entre lesquelles la digestion peut s'effectuer, sont beaucoup plus distantes pour les batraciens et les poissons que pour les mammifères. Tandis qu'une infusion de la muqueuse stomacale du chien ou du cochon aiguisée d'acide chlorhydrique ne se montre plus guère active au dessous de + 10° et était absolument inerte à 0°, une infusion provenant de l'estomac de la grenouille, du brochet ou de la truite était constamment capable de digérer la fibrine à la température de 0°. Elle conservait cette propriété à la température de + 40°, de même que

Tournant dans le même cercle vicieux, j'ai voulu retrouver, dans le suc de l'intestin moyen, une substance analogue à la pepsine. La méthode de Brücke pour la préparation de ce corps était trop compliquée pour songer un seul instant à l'appliquer à des matières en quantité aussi faible; j'ai donc eu recours à la méthode de Wittich.

Les parois de l'intestin moyen d'un *Dytiscus dimidiatus* furent broyées avec de la glycérine pure de Price et les matières laissées en contact pendant 48 heures. Le liquide résultant fut ensuite additionné d'un peu d'alcool absolu qui amena un trouble et finalement la précipitation, au bout d'un jour, d'une matière pulvérulente blanche. Celle-ci, convenablement débarrassée de la glycérine par des lavages répétés à l'alcool, fut dissoute dans deux centimètres cubes d'eau aiguisée de $\frac{2}{1000}$ d'acide chlorhydrique, et l'on y ajouta quatre très-petits fragments de viande crue d'une grosseur analogue à ceux avalés normalement par l'insecte. Le tout était contenu dans un tube à réaction ouvert. La température était de 14° à 15°. Un tube semblable au précédent et ne contenant que de l'eau acidulée seule, reçut la même quantité de viande.

Au bout de 24 heures, l'aspect de la chair de veau légèrement gonflée et plus transparente était identique dans les deux tubes. Le faible effet produit était donc dû exclusivement à l'acide; il n'y avait eu ni dissolution, ni transformation en péptone; ce que tous les réactifs essayés me démontrèrent surabondamment. Ajoutons que la liqueur provenant de la macération dans un peu d'eau pure et pendant cinq heures, des parois d'un intestin moyen, n'a pas d'action sur le lait qu'elle ne caille pas.

Je demande pardon au lecteur de l'entretenir aussi longuement de mes insuccès; mais ceux-ci ont, dans la question qui nous occupe, une signification importante. Ils nous prouvent qu'il n'y a, dans l'intestin moyen des insectes carnassiers, aucun agent qui, avec le secours de l'acide chlorhydrique affaibli, puisse agir efficacement sur les substances albuminoïdes.

l'infusion de la muqueuse stomacale du chien. (MURISIER, sur le ferment stomacal des animaux à sang froid. BIBLIOTHÈQUE UNIVERS. DE GENÈVE. Archives, nouv. période, t. 48, 1875, p. 255. Analyse tirée de Hayem, *Revue des sciences médicales*, t. II p. 569 et faite sur l'article original publié dans les *Verhandlungen der physical-Medicin-Gesellschaft in Würzburg* 1875.)

La transformation de ces substances est, du reste, devenue inutile dans cette partie du tube digestif; elle a lieu dans le jabot; fait que j'ignorais lorsque j'ai effectué les expériences que je viens de rapporter.

Il était cependant évident qu'on devait retrouver, dans l'intestin moyen, une partie ou la totalité des matières analogues aux peptones provenant de l'action digestive du jabot. Il en est ainsi, en effet; le résultat filtré de la macération dans l'eau du contenu de deux intestestins moyens de *Dytiques* donne :

Avec le tanin, un précipité floconneux.

Avec le sublimé, id., id.

Avec l'acétate de plomb basique, un précipité qui ne se redissout pas dans un excès de réactif.

Avec l'acide acétique et un excès de bichromate de potasse, un trouble assez intense.

La production d'émulsions grasses par le suc de l'intestin moyen m'a naturellement fait penser au suc pancréatique dont j'ai aussi voulu retrouver quelques propriétés. Mais, encore une fois, je n'ai obtenu qu'une série presque désolante d'insuccès.

Le liquide provenant de la macération dans un peu d'eau distillée, pendant cinq heures, des parois d'un intestin moyen, n'a pas d'action sur l'empois d'amidon clair, il n'y a pas production de sucre.

Le suc pur, recueilli dans un intestin moyen vide d'aliments, abandonné à l'air, dans un verre de montre, ne fournit aucune trace de cristaux.

Le liquide provenant d'une macération des parois de l'organe, pendant vingt-quatre heures, fournit les réactions négatives suivantes : l'alcool ne détermine qu'un précipité très-léger et qui ne se forme qu'à la longue. Le sulfate de magnésie qui eût dû donner une matière concrète blanche, ne produit rien. L'évaporation qui devait laisser, comme résultat, des cristaux de Leucine, ne donne qu'un mince dépôt d'aspect physique gras.

Il est vrai que la plupart de ces expériences sont faites sur des liquides étendus. On ne sait ce qui arriverait si l'on pouvait, chose malheureusement impossible, recueillir ces liquides animaux en assez grande quantité pour les essayer purs.

Je terminerai ce sujet par l'exposé des recherches que j'ai faites sur la

bouillie alimentaire contenue dans les intestins moyens de deux *Carabus auratus*. J'avais en vue la nature des matières minérales en solution. Afin d'avoir une quantité de liquide suffisante, on broie le contenu des intestins moyens avec un peu d'eau, on laisse en contact pendant une heure et on filtre.

Une goutte du liquide abandonnée sur une plaque de verre fournit une cristallisation rayonnée mal définie, visible seulement par un fort grossissement (fig. 9) et indiquant l'existence de sels dissous.

Les tentatives pour démontrer la présence des phosphates n'ont pas de résultats.

L'addition de chlorure de barium ne donne pas de précipité, ce qui permet de supposer l'absence de sulfates et de carbonates.

L'azotate d'argent produit un précipité caractéristique se comportant comme un chlorure et non comme un phosphate. Le sel prédominant était donc probablement un chlorure.

La recherche des bases montre l'absence du calcium, du magnésium, du potassium et de l'ammonium en quantités appréciables.

Restait donc le sodium dont il fallait démontrer la présence par la formation d'un sel. Un peu de liquide, additionné de quelques gouttes d'acide sulfurique à $\frac{1}{10}$ ¹, est abandonné dans la cavité d'une lame de verre creuse; il fournit au bout de vingt-quatre heures les cristaux figurés (fig. 10) qui appartiennent à une des formes du sulfate de sodium comme le prouve la similitude des cristaux de la figure 11 obtenus par la cristallisation, dans des circonstances identiques, d'une dissolution de quelques parcelles de bicarbonate de sodium dans l'acide sulfurique à $\frac{1}{10}$ ². Le chlorure de sodium est

¹ Eau aiguisée de $\frac{1}{10}$ d'acide sulfurique.

² La forme des cristaux obtenus de part et d'autre, dans ces expériences, prouve la nécessité absolue de faire, autant que possible, des essais comparatifs dans des conditions identiques à celle de l'expérience principale. Ainsi, si au lieu d'agir sur une solution très-faible de sulfate de sodium contenant un excès d'acide sulfurique et de la laisser cristalliser très-lentement dans un vase de même forme que celui employé pour la solution type, j'avais simplement abandonné sur un morceau de verre, à une cristallisation inévitablement rapide, une solution un peu concentrée de sulfate de sodium ordinaire, j'aurais obtenu les cristaux de la figure 12 et n'observant entre ceux-ci et les cristaux du liquide animal aucune ressemblance marquée, j'aurais été conduit à des conclusions absolument fausses.

donc le seul sel minéral existant dans la bouillie alimentaire en quantité un peu notable.

Chez les insectes dont nous nous occupons dans ce paragraphe, l'intestin moyen est, ainsi que je l'ai déjà rappelé plus haut, hérissé de nombreux petits coecums dont M. Milne Edwards compare l'aspect général à celui des poils d'une brosse molle ¹.

Les auteurs ne sont point d'accord sur le rôle de ces appendices. Si nous laissons de côté les ouvrages où l'on a évité de se prononcer, nous nous trouvons en présence des deux opinions suivantes :

D'après l'une, soutenue par le plus petit nombre, Rengger, Léon Dufour, Karsten, par exemple, les coecums de l'intestin moyen n'auraient aucune faculté sécrétoire ; l'intestin moyen serait tout entier un organe d'absorption.

D'après la seconde, qui compte comme défenseurs Dutrochet, Cuvier, Newport, Straus Durckheim, J. Müller, Carus, Burmeister, H. Meckel, Kölliker, Sirodot, Milne Edwards, Leydig, Blanchard, Girard et probablement bien d'autres, les coecums en question sont des organes glandulaires chargés de sécréter un liquide à fonctions digestives.

Pour se faire une idée exacte de leur disposition relative, il faut faire une coupe transversale de l'intestin moyen (fig. 13). Cette coupe convenablement étalée, on voit que les coecums qui affectent la forme de massues rayonnent régulièrement autour de l'intestin. Un réseau trachéen très-riche envoie, avec beaucoup de régularité, deux ramuscules à chaque coecum en particulier.

L'histologie de ces organes ayant été élucidée par MM. H. Meckel et Sirodot, je me bornerai à renvoyer aux travaux de ces auteurs ², seulement j'ajouterai que tout, dans les coecums des Dytiques et des Carabes, prouve la structure glandulaire véritable et qu'on ne peut les ranger autrement que parmi les organes sécréteurs. Leur produit est évidemment le liquide légèrement jaunâtre qu'on trouve dans l'intestin moyen avant la fin de la diges-

¹ *Leçons sur la physiologie*, etc., t. V, p. 604.

² H. MECKEL, *Mikrographie einiger Drüsenapparate der niederen Thiere* (ARCHIV. FÜR ANATOMIE, etc.), de J. Müller, p. 40; 1846. — SIRODOT, *Recherches sur les sécrétions chez les insectes*, thèse, p. 45, pl. VII, fig. 4 et 5. Paris, 1859.

tion dans le jabot et qui a, comme nous l'avons vu, la propriété d'émulsionner les graisses.

E. — De l'intestin terminal.

L'intestin terminal des coléoptères carnassiers se compose, avons-nous dit, de deux portions; la première longue, grêle, faisant des circonvolutions et offrant à son origine l'insertion des tubes de Malpighi; beaucoup d'auteurs l'ont appelée intestin grêle. La seconde, fort courte, élargie, rectum, cœlon ou réservoir stercoral, présente chez les Dytiscides un prolongement latéral en forme de bonnet. Enfin des deux côtés de l'anus aboutissent des organes glandulaires particuliers nommés glandes anales.

F. — Portion grêle de l'intestin terminal.

Tant que l'intestin moyen ne renferme pas de matières alimentaires, la portion étroite de l'intestin terminal est également vide. Ses parois écrasées sur une lame de verre ne fournissent qu'une trace de liquide à réaction neutre.

Lorsque, au contraire, l'intestin moyen est à l'état de plénitude, on trouve toujours la partie grêle de l'intestin terminal remplie par une colonne d'un liquide visqueux généralement incolore chez les Dytiscides, souvent brunâtre chez les Carabes. La réaction de ce liquide est presque constamment alcaline, jamais acide. La quantité totale en est si faible qu'il m'a été impossible de pousser plus loin mes investigations.

La coexistence presque constante de matières digérées dans l'intestin moyen et l'intestin terminal montre que la première de ces divisions se vide lentement et d'une manière continue dans la seconde. De plus, la petite quantité de matière renfermée dans cette dernière et la grande longueur du canal semblent indiquer que, si l'absorption commence, peut-être, dans l'intestin moyen, elle doit s'achever, en grande partie, dans la portion du tube qui vient après.

Le phénomène de l'absorption des substances assimilables n'est très-probablement pas le seul qui se passe dans l'intestin terminal; la structure des

parois garnies, chez les Dytiques, par exemple, d'une couche de grosses cellules cuboïdes à grands noyaux (fig. 14) permet de supposer une sécrétion et une dernière action chimique; sécrétion propre à la couche épithéliale et distincte de celle des tubes de Malpighi dont nous parlerons plus loin.

A la vérité, j'ignore quelle est la nature de l'action chimique en question; le liquide obtenu en faisant macérer, dans l'eau, pendant cinq heures, les parois de la portion grêle d'un intestin terminal de *Dytiscus dimidiatus* ne produisait rien, ni sur l'empois d'amidon, ni sur le lait.

En dehors des Dytiques et des Carabes, certains autres coléoptères qui se nourrissent de chair, les Nécrophores, possèdent un intestin terminal dont la texture curieuse indique encore plus que chez les insectes précédents une sécrétion locale. Sa surface extérieure est garnie d'utricules elliptiques en séries longitudinales, séparées les unes des autres par les bandes de fibres musculaires de la couche musculuse. Chaque utricule est une véritable glande; elle contient en grand nombre de cellules à sécrétion (fig. 15) granuleuses, d'un blanc jaunâtre, et qui *semblent* toutes s'aboucher, par des conduits excréteurs très-fins disposés d'une manière rayonnante, dans un infundibulum commun. Les infundibula s'ouvriraient, eux-mêmes, dans le tube digestif.

L'existence d'un appareil glandulaire aussi compliqué permettant de supposer un phénomène digestif dont la partie grêle de l'intestin terminal serait le siège est d'autant plus remarquable que l'intestin moyen des Nécrophores présente aussi un revêtement glandulaire très-développé.

On me permettra d'insister, en terminant, sur la lenteur du travail digestif chez les insectes dytiscides et carabiques. Je cherche à l'expliquer dans le § 13.

G. — Tubes de Malpighi, Intestin terminal portion large (rectum),
cæcum latéral.

La relation intime qui existe entre ces trois espèces d'organes m'oblige à réunir ce que j'ai observé touchant leurs fonctions.

On ne doit pas s'attendre à ce que je refasse ici le résumé de toutes les discussions qui ont eu pour objet les tubes de Malpighi et le liquide qu'ils

sécrètent. Ce travail serait parfaitement inutile, puisqu'il occupe de longues pages dans tous les traités d'anatomie comparée et d'entomologie. Le problème touchant la nature exacte de la fonction de ces organes se pose, aujourd'hui, en ces termes : Les tubes de Malpighi sont-ils des organes biliaires analogues à un foie, sont-ce, au contraire, des organes urinaires, ou bien, ont-ils un rôle mixte ?

J'ai fait, après M. Sirodot, des essais très-nombreux sur la composition et les réactions du contenu des tubes de Malpighi, employant tantôt ses méthodes, tantôt des méthodes personnelles et travaillant sur beaucoup de formes différentes d'insectes. Je donnerai successivement, dans le cours de ce Mémoire, mes résultats pour chaque espèce ou chaque groupe d'espèces, réservant, comme pour toutes les autres questions controversées, un chapitre spécial aux conclusions générales. Les lignes suivantes seront donc exclusivement consacrées aux Dytiscides et eux Carabes à l'état parfait.

a. Propriétés pouvant être rapportées à la bile. — On met macérer, pendant vingt-deux heures, dans un peu d'eau distillée, les tubes de Malpighi écrasés de deux *D. dimidiatus* et d'un *D. marginalis*; ils s'y décolorent très-lentement et abandonnent au liquide une matière pulvérente brune. Les tentatives pour reconnaître dans cette infusion quelques propriétés de la bile, telles que les phénomènes, dus aux matières colorantes, par exemple, ne donnent aucun résultat. Cela ne signifie pas grand'chose, il est vrai, puisque le liquide était forcément étendu.

Si les tubes de Malpighi représentent le foie des insectes, il y avait un très-grand intérêt à y déceler la présence du sucre. L'infusion dont je viens de parler a été essayée, dans ce but, avec la liqueur de Barreswil et a donné lieu, en effet, à la réduction et au précipité caractéristique; mais ce résultat peut être interprété également en faveur d'un liquide urinaire, puisque l'acide urique peut aussi produire la réduction et déterminer un précipité d'hydrate cuivreux¹. Du reste, si l'on agit avec toutes les précautions désirables, telles que celles dont j'ai acquis l'expérience dans mes essais sur le

¹ CLAUDE BERNARD. *Leçons de physiologie expérimentale*, t. I, p. 59, Paris, 1855.

foie des crustacés et qui consistaient, dans le cas actuel, à faire bouillir les tubes de Malpighi avec de l'eau, puis à traiter par le noir animal, à faire bouillir de nouveau en présence de ce corps, ce qui élimine les matières albuminoïdes à l'état de coagulum, à filtrer, enfin à réduire le liquide de moitié, par la chaleur, la liqueur de Barreswil ne donne plus rien, et la potasse caustique n'amène pas la coloration jaune ou brune qu'elle produit en présence du glucose.

J'ajouterai, enfin, que M. Claude Bernard, la plus grande autorité à citer en fait de recherche de sucre animal, n'a pas trouvé de glucose dans les tubes de Malpighi des insectes ¹.

On sait que les calculs biliaires consistent principalement en cholestérine et que la bile contient toujours des paillettes de cette substance. J'ai fait bouillir avec de l'alcool absolu les tubes de Malpighi d'un *D. marginalis*; il ne s'est rien déposé par le refroidissement et la solution abandonnée à l'évaporation spontanée dans un verre de montre n'a laissé aucun dépôt cristallin assimilable à la substance cherchée.

En exprimant le contenu des tubes d'un *D. dimidiatus* et le traitant par l'éther je n'ai rien obtenu non plus.

On peut reconnaître dans tout liquide de très-petites quantités de bile à l'aide de la réaction de Pettenkofer qui consiste à faire évaporer la solution au bain-marie avec une goutte d'acide sulfurique et une trace de sucre; il se produit alors une coloration cramoisie ou pourpre. Traités de cette manière, les tubes de Malpighi des Dytiques deviennent rapidement et tout entiers d'un rouge vif ou d'un rose intense. Ici, encore une fois, cette coloration qui pourrait paraître caractéristique n'a aucune valeur. Si elle appartient, en effet, à l'acide cholalique, elle ne lui appartient pas exclusivement, les matières albuminoïdes la donnent également et rien n'est plus facile que d'obtenir la réaction de Pettenkofer avec les divers tissus mous des insectes, par exemple les *muscles* des Dytiques.

Donc, en résumé, nos divers essais pour reconnaître des éléments biliaires dans les tubes de Malpighi des Dytiscides, n'ont abouti à rien de satisfaisant.

¹ *Op. cit.*, p. 97.

β. *Propriétés pouvant être rapportées à l'urine.* — Si l'on exprime sur une plaque de verre le contenu des tubes de Malpighi des Dytiques, on obtient un liquide granuleux dans lequel M. Sirodot décrit « ... des globules arrondis constituant la masse générale ... de petits corps ovoïdes d'aspect cellulaire ... des lamelles losangiques arrondies sur les angles ¹. » J'y retrouve à très-peu près ces éléments. Les lamelles cristallines sont rares.

Le contenu des tubes du *Carabus auratus* recueilli de la même manière, se compose de granules sphériques et de concrétions calculeuses incolores presque opaques, sans formes cristallines appréciables (fig. 16).

Nous verrons chez d'autres insectes que le contenu des tubes de Malpighi renferme fréquemment des cristaux. Ici pour déceler les éléments cristallisables, il faut employer quelques réactifs. Cherchons d'abord à démontrer la présence de l'acide urique; plusieurs méthodes d'une efficacité plus ou moins grande peuvent être employées.

Hâtons-nous de dire que la plus ancienne qui consiste à dissoudre à chaud dans une solution de potasse ou de borax et à précipiter par l'acide chlorhydrique ² ne donne guère de résultats que si l'on opère en grand sur des excréments de serpents ou sur des masses considérables d'excréments de vers à soie. Je l'ai abandonnée après quelques essais douteux. Les expériences suivantes dans lesquelles le beau travail de M. Sirodot m'a servi en partie de guide sont plus faciles, plus nettes et plus concluantes.

On enlève, dans une dissection rapide qu'il faut éviter de faire sous l'eau ³, une certaine quantité des tubes de Malpighi, on broie avec un peu d'eau dans le creux d'une lame de verre à concavité, on ajoute une petite goutte d'acide acétique et l'on couvre d'une lamelle de verre mince. Au bout de peu de temps la cavité se trouve tapissée de petits cristaux jaunâtres ou incolores dans lesquels il est facile, avec un peu d'habitude, de reconnaître les différentes formes de l'acide urique (fig. 17, 18, 19) ⁴.

¹ *Recherches sur les sécrétions, etc.*, op. cit., pp. 85 et 86, pl. 18 fig. 12.

² LIEBIG. *Traité de chimie organique*. Trad. Gerhardt, p. 95. Bruxelles, 1845.

³ Le contenu des tubes étant altérable dans ce liquide (Sirodot).

⁴ Voyez, pour la comparaison, les planches du mémoire de M. Sirodot et celles de l'*Atlas de chimie anatomique* de MM. Robin et Verdeil.

On traite d'une manière analogue le contenu des tubes de Malpighi par une goutte d'acide sulfurique au dixième ¹, mais on ne *couvre pas*. Au bout d'une demi-heure, on voit apparaître des cristaux losangiques d'acide urique anhydre, puis, beaucoup plus tard, des cristaux plus volumineux ressemblant parfois aux prismes rectangulaires-obliques de sulfate de calcium, avec lesquels il faut éviter de les confondre et qui peuvent coexister dans certains cas. Ces cristaux sont l'acide urique sans la forme de prismes rhombiques (fig. 20, 21) ² que cet acide affecte lorsqu'il se dépose lentement.

Enfin, on peut prouver encore la présence de l'acide urique par la production de la murexide. Certaines précautions sont indispensables à cet égard. Il faut broyer les tubes de Malpighi dans un verre de montre avec une petite goutte d'acide nitrique, faire évaporer ensuite au-dessus d'une flamme, en tenant le verre de montre entre les doigts, de manière à éviter ainsi une température trop élevée, et pousser l'évaporation jusqu'à ce que le résidu soit complètement sec; laisser refroidir, puis retourner le verre de montre, comme un couvercle, au-dessus d'un verre identique contenant une goutte d'ammoniaque que l'on chauffe légèrement à son tour. La couleur rouge de la murexide doit apparaître aussitôt par points et par taches disséminés sur un fond jaune.

Cette petite opération demande une certaine habitude et ne réussit pas toujours également bien. Sous ce rapport, les tubes du *Carabus auratus* m'ont donné de très-beaux résultats tandis que le contenu des tubes des Dytiscides était fréquemment rebelle à la réaction; fait que l'on pouvait prévoir, l'action des acides sulfurique et acétique décelant toujours beaucoup moins d'acide urique chez ces insectes que chez les Carabes ³.

L'acide urique existe dans l'urine de l'homme à l'état d'urate acide de sodium, on trouve aussi un peu d'urate d'ammonium et des traces d'urates de potassium et de magnésium. Quel est l'urate qui prédomine dans les tubes de Malpighi des insectes dont nous nous occupons en ce moment ?

M. Sirodot a déterminé, dans le contenu des tubes de l'*Oryctes nasicornis*,

¹ Eau contenant $\frac{1}{10}$ d'acide sulfurique ordinaire.

² Atlas de Robin et Verdeil, pl. XIV, fig. 1, x, y.

³ Du moins dans mes expériences personnelles.

la présence de l'urate neutre de sodium ¹; d'après cet auteur, ce serait l'urate de calcium qui prédominerait chez les Dytiques ².

Mes expériences sur le produit des tubes de Malpighi du *Carabus auratus* m'autorisent à croire que l'acide urique y est, comme chez l'*Oryctes*, en combinaison avec la soude. Je me fonde sur les trois résultats ci-après :

1° L'action de l'oxalate d'ammonium ne donne pas lieu à la formation d'oxalate de calcium;

2° L'acide sulfurique au dixième n'amène pas la production de cristaux de sulfate de calcium;

3° Les tubes de quatre individus ayant été broyés et mis en digestion pendant vingt-quatre heures avec de l'acide chlorhydrique étendu, le liquide provenant de cette opération est desséché à une douce chaleur dans un verre de montre. On obtient les cristaux figurés (fig. 22), qui sont des cristaux de chlorure de sodium, comme le prouve la cristallisation, dans des circonstances identiques, d'une solution *très-faible* de chlorure de sodium ordinaire. L'urate de sodium existe donc dans les tubes de Malpighi des Carabes.

Quant aux Dytiques, nous venons de voir plus haut que M. Sirodot indique l'urate de calcium. Mes essais sur les tubes du *D. marginalis* ayant pleinement confirmé les résultats de ce savant, je passerai la description de mes procédés sous silence.

L'urine renferme encore bien d'autres composés, ceux-ci peuvent donner lieu, dans les voies urinaires, à des dépôts, à des calculs dont la composition est caractéristique.

Des concrétions urinaires calculeuses se rencontrent aussi chez les insectes; je n'ai qu'à rappeler, à cet égard, le fait devenu classique de la découverte faite par Aubé et Audouin de deux calculs uratiques dans les tubes de Malpighi d'un *Lucanus capreolus* ³. Ceux-ci n'étaient rien cependant, en comparaison des masses relativement énormes que l'on peut trouver chez les Dyti-

¹ *Recherches sur les sécrétions, etc.*, op. cit., p. 85.

² *Ibid.*, pp. 85, 86, 87.

³ AUDOUIN, *Lettre concernant les calculs trouvés dans les canaux biliaires d'un cerf-volant femelle.* (COMPTES RENDUS, ACAD. DES SCIENCES DE PARIS, t. I, p. 442; 1855.)

ques. J'en donnerai plus loin la description et l'analyse, mais, auparavant, il nous faut acquérir des notions exactes sur les cavités dans lesquelles ils se forment.

La dernière partie du tube digestif des Dytiques, le *réservoir stercoral* ou *rectum* des auteurs, est munie, sur le côté, d'une grande poche s'atténuant petit à petit vers le fond en forme de bonnet de coton; son extrémité effilée est dirigée en avant. Les parois du cœcum rectal sont composées d'une séreuse renfermant de gros noyaux elliptiques, d'une couche musculaire bien développée, enfin d'une tunique interne. Je n'y trouve pas de couche de cellules sécrétoires.

A l'état de vacuité, les parois présentent un grand nombre de replis (fig. 23) qui ne s'effacent jamais complètement, dans l'extrémité antérieure, lorsque la poche est remplie.

Avant de passer à la description du contenu de cet appendice, je tiens à écarter une fois pour toutes, afin de ne plus devoir y revenir, une hypothèse que l'on a mise en avant touchant sa fonction. « Le cœcum des Dytiques, dit M. Léon Dufour, est une véritable vessie natatoire susceptible de se gonfler par de l'air; elle sert, ainsi, à élever l'animal du fond de l'eau à sa surface ¹. » Quelques auteurs plus récents ont reproduit cette idée, sur la foi du passage précédent; elle n'est cependant que le résultat d'une observation erronée. Jamais, chez aucun des nombreux Dytiscides que j'ai disséqués, le cœcum rectal ne renfermait de gaz; ce qu'il est, du reste, très-facile de constater lorsque la dissection se fait sous l'eau ².

Le contenu du cœcum rectal des Dytiques est assez variable suivant les moments et les individus. Le cas le plus ordinaire est de trouver le cœcum à moitié rempli par un liquide incolore dans lequel flottent de petites granulations foncées qui sont surtout accumulées vers le fond de la poche. L'odeur du liquide est infecte et rappelle celle de l'hydrogène sulfuré; sa réaction est alcaline.

¹ *Recherches sur les Carabiques, etc.* (suite) (ANN. DES SCIENCES NATURELLES, 1^{re} sér., t. III, p. 218; 1824).

² Si je devais donner un nom *nouveau* à cet appendice qu'on retrouve chez les larves de Dytiscides, les lépidoptères et quelques hémiptères à l'état parfait, je préférerais à tout autre celui de vessie urinaire que M. Owen (*Lectures on the comp. anat., etc., of the invertebrate animals*, p. 258. Londres, 1845) applique à une poche analogue existant chez les aranéides.

Il arrive, parfois, que, lorsqu'on saisit un Dytique, l'animal effrayé ou poussé par instinct à employer un moyen de défense, contracte brusquement la tunique musculaire du cœcum et fait jaillir quelques gouttes du liquide puant sur les doigts de l'expérimentateur.

Dans d'autres cas moins fréquents, mais qui sont loin d'être rares, le cœcum rectal est entièrement distendu par une ou plusieurs masses calculeuses d'un haut intérêt au point de vue de la composition chimique de l'urine de ces insectes. La distension du cœcum est alors telle que ses parois ayant subi une modification profonde sont devenues d'une minceur excessive et se déchirent sous le moindre effort.

J'ai figuré (fig. 24) un calcul de *D. dimidiatus* qui remplissait complètement le cœcum de ce coléoptère; il avait 7 millimètres de longueur et 3 millimètres dans sa plus grande largeur. Au moment de son extraction, il était d'un noir foncé; après avoir été mis quelques instants sur du papier absorbant, il est devenu d'un rouge lie de vin et, au bout de quelques jours d'exposition à l'air, la surface a pris un aspect pulvérulent et blanchâtre.

A la loupe, il se montrait composé d'une agglomération de petits cristaux irréguliers empâtés dans une gangue amorphe peu abondante et qui se sont séparés les uns des autres sous l'influence d'une faible pression. Les cristaux étaient trop petits pour en étudier utilement la forme cristalline avec la loupe simple, trop opaques et trop irréguliers au microscope pour rien déduire de leur examen physique.

Une autre fois, j'ai rencontré jusqu'à quatre calculs distincts, distendant la poche cœcale. Ceux-ci, mieux cristallisés m'ont permis de découvrir la nature des cristaux. En effet, en brisant les trois calculs les plus petits, j'ai trouvé, parmi une série de débris indéterminables, un certain nombre d'octaèdres caractéristiques d'oxalate de calcium (fig. 25).

J'ai soumis, à deux reprises différentes, des calculs de Dytiques à une analyse chimique systématique aussi soignée que possible, dans le but d'y retrouver soit les propriétés des calculs biliaires, soit celles des calculs urinaires.

Comme les méthodes que j'ai employées, bien que d'une application souvent difficile à d'aussi petites quantités de matière, sont celles que l'on

met en usage pour les calculs des vertébrés ¹, et sont, par conséquent, connues, je crois pouvoir me borner à donner mes résultats.

Traitée pour un acide, la poudre des calculs se dissout avec une vive effervescence. Il reste toujours, dans ce cas, une petite quantité de matière insoluble que le microscope montre composée de débris organiques divers affectant la forme de fragments membraneux.

Je n'ai jamais réussi à déceler la présence de la cholestérine. La cystine fait également défaut.

Les sels organiques et minéraux sont les suivants :

Oxalate de calcium, abondant.
Carbonate de calcium, id.
Phosphate de calcium.
Chlorure de sodium, en très-petite quantité.
Urates, traces.

L'ammoniaque n'existe qu'en quantité à peine perceptible.

Les calculs des Dytiques sont donc des *calculs urinaires* se rapprochant des calculs d'oxalate de calcium de l'homme.

On peut rencontrer aussi des concrétions calculeuses dans la partie terminale du tube digestif des Carabes. Un *Carabus auratus* portait, dans le réservoir stercoral, un calcul dur, gris, cristallin, d'un aspect analogue à ceux des Dytiques, il était long de 2 millimètres et large de 1 millimètre, d'une forme très-irrégulière. Son extrême petitesse ne m'a permis de le soumettre qu'à une analyse incomplète; celle-ci a cependant suffi pour y démontrer la présence d'un urate abondant, d'un phosphate et l'absence d'oxalate. Ce calcul est, par conséquent, encore un calcul *urinaire*, mais voisin, cette fois, des calculs uriques et phosphatiques.

¹ Voyez *Examen préliminaire, traitements spéciaux et analyse systématique des calculs urinaires* dans W. Odling, *op. cit.*, pp. 259 à 244.

H. — Glandes anales.

Il me reste, pour terminer ce qui a rapport aux Dytiscides à l'état parfait, à exposer le résultat de mes observations sur les glandes anales de ces insectes¹.

L'aspect extérieur de ces organes est bien connu, leur couleur est d'un jaune assez vif; logés à l'extrémité postérieure de l'abdomen, ils se composent chacun d'un long tube en cœcum, véritable tube glandulaire, aboutissant à un réservoir pyriforme d'où naît un conduit excréteur court, distinct de celui du côté opposé et s'ouvrant près de l'anus.

La manière d'interpréter les glandes anales des coléoptères carnassiers a beaucoup varié; on est à peu près d'accord, aujourd'hui, pour y voir les analogues des glandes dermiques que l'on observe chez un si grand nombre d'arthropodes; mais il y a eu toute une série de naturalistes, Newport, Burmeister, Grant, Lacordaire, Owen, Karsten, etc., qui les ont regardées comme les véritables organes urinaires des insectes. Cette considération seule ne nous permettrait pas de passer les glandes anales sous silence.

Se basant sur le rôle essentiellement défensif de la sécrétion des glandes anales des Carabes et des Brachines, on a signalé le produit des organes similaires des Dytiques comme odorant et on lui a souvent attribué l'odeur désagréable que ces animaux exhalent lorsqu'on les saisit. Nous verrons bientôt si cette déduction était exacte.

L'examen microscopique des tubes sécréteurs, à part les cellules sécrétoires² ne montre ni concrétions, ni cristaux.

¹ J'ai supprimé, dans le texte, parce que je n'aurais rien à en dire de nouveau, la structure connue et le produit étudié par M. Pelouze des glandes anales des coléoptères du genre *Carabus*. Ce chimiste a reconnu dans le liquide sécrété une forte proportion d'acide butyrique. *Sur la nature du liquide sécrété par la glande abdominale des insectes du genre Carabe.* (COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS, t. XLIII, p. 125; 1856.)

² La texture histologique a été décrite plusieurs fois; voyez à ce sujet :

MECKEL. *Mikrographie einiger Drüsenapparate der niederen Thiere.* (ARCHIV. DE MÜLLER, 1846), p. 46.

KARSTEN. *Harnorgane des Brachinus complanatus.* (ARCHIV. DE MÜLLER, 1848), p. 567, pl. X.

LEYDIG. *Zur Anatomie der Insecten.* (ARCHIV. FÜR ANATOMIE, etc., de Reichert et Du Bois-Reymond, 1859), pp. 45 à 49, pl. II, fig. 8, 9, 11, 15. — *Traité d'histologie, etc., op. cit.*, p. 127.

En cherchant à y déceler les urates, par la production de la murexide, on n'obtient rien.

Si l'on exprime le contenu sur une plaque de verre, on a un liquide jaune de soufre, légèrement acide, *sans odeur appréciable* et qui, en se desséchant très-vite, cristallise en groupements rayonnants (fig. 26) ayant la plus grande analogie avec les groupements donnés par les corps gras cristallisables, *margarine, stéarine*, de la graisse des mammifères.

J'ai pu recueillir, à plusieurs reprises, des quantités de cette substance qui, bien que minimes, m'ont permis d'y constater d'autres propriétés principales des corps gras.

Portée sur une lame de platine, dans la flamme d'une lampe à alcool, elle s'enflamme, brûle avec une lumière très-blanche, très-éclairante et laisse un résidu charbonneux. Elle fond facilement à une douce chaleur. Elle se dissout instantanément dans l'alcool absolu, assez vite dans l'éther, lentement dans le chloroforme et presque pas dans le sulfure de carbone. Tous ces liquides l'abandonnent, par évaporation, sous forme cristalline. Le chloroforme m'a donné, à cet égard, les meilleurs résultats. Obtenus à l'aide de ce dissolvant, les cristaux (fig. 27) sont incolores, la matière colorante jaune s'étant séparée et groupée, par points ou par nœuds, le long des aiguilles. Enfin, comme les corps gras, elle se dissout facilement dans les solutions de potasse ou de soude en formant un savon. La saponification de la substance en question avait, du reste, déjà été observée, avant moi par M. H. Meckel ¹, il rappelle, en outre, mais en la déclarant, avec raison, complètement fausse, la découverte de l'urée que Grant prétendit avoir faite dans le produit des glandes du *D. marginalis* ².

En résumé, les glandes anales des Dytiques ne peuvent être assimilées à des organes urinaires ; leur rôle reste encore à déterminer. Si l'on fait attention que les Dytiscides passent presque toute leur existence dans l'eau, tandis que le produit de leurs glandes anales, comme les corps gras dont il faut évidemment le rapprocher, est insoluble dans ce liquide et inodore, il devient

¹ *Mikrographie, etc.*, op. cit., p. 46.

² *Umriss der vergl. Anat. Uebers*, p. 428. Leipzig, 1842 (cité par M. H. Meckel. *ARCHIV. DE MÜLLER*, p. 24; 1846).

impossible de le considérer encore comme pouvant servir à la défense ¹. On aura pris pour l'odeur de la sécrétion des glandes anales, tantôt celle du contenu de la poche stercorale que les insectes en question peuvent vider brusquement, ainsi que je l'ai déjà dit; tantôt l'odeur, d'une tout autre nature, d'un liquide laiteux blanc qui exsude *entre la tête et le prothorax*, lorsque les Dytiscides sont inquiétés. Cette dernière sécrétion, bien connue des collectionneurs d'hydrocanthares, a attiré mon attention depuis longtemps et constitue le sujet d'un petit travail spécial que je compte publier sous peu.

§ 3.

Larves de Dytiscides.

INDICATIONS ICONOGRAPHIQUES.

- 1809-1811. RAMDOHR. *Abhandlung über die Verdauungswerkzeuge der Insecten*. Atlas, Heft 1, pl. II, fig. 2, larve d'*Acilius sulcatus*.
1818. DUTROCHET . . *Recherches sur la métamorphose du canal alimentaire chez les insectes* (JOURNAL DE PHYSIQUE, t. LXXXVI), fig. 20, larve de *Dytiscus marginalis* ².
1818. DUTROCHET . . *Ueber die Metamorphose des Darmkanals der Insekten* (MECKEL. DEUTSCHES ARCHIV FÜR DIE PHYSIOLOGIE, t. IV, p. 283; 1818), pl. III, fig. 24, larve de *Dytiscus marginalis*.
1852. BURMEISTER . . *Handbuch der Entomologie* (Atlas), pl. X, fig. 5, larve de *Dytiscus marginalis*.

Le tube digestif de la larve du *Dytiscus marginalis* que nous pouvons prendre pour type, est proportionnellement plus court que celui de l'insecte parfait.

Une des particularités les plus curieuses qu'il présente est la structure des pièces de la bouche; on sait que chez ces larves, comme chez celles des Myrméléons et des Hémérobes, il n'existe pas d'ouverture buccale proprement dite, et que les mandibules très-développées et creuses sont munies, à la face

¹ Il est parfaitement entendu qu'il n'est nullement question des Gyrinides, mais des Dytiscides vrais.

² Attribuée par une erreur de Dutrochet à l'*Hydrophilus piceus*, rectifié dans la version allemande.

interne de la pointe, d'un orifice en forme de fente elliptique ¹. J'ai constaté, en injectant un liquide coloré très-fluide par l'œsophage, que l'injection produit une colonne médiane jusqu'à la hauteur de la lèvre inférieure, puis fournit deux branches latérales qui pénètrent dans les mandibules. Ce mode de préparation démontre, une fois de plus, que la cavité des mandibules communique avec l'origine du tube œsophagien.

Les larves de Dytiscides ne peuvent donc se nourrir que par succion, en enfonçant leurs crochets mandibulaires dans le corps de la proie et faisant passer, dans leur tube digestif, le sang et les autres éléments nutritifs liquides. Elles sont très-voraces et sucent surtout les Aselles, les *Gammarus*, les larves d'autres insectes, les têtards. Lyonet en a vu qui, malgré des armes en apparence si faibles, s'attaquaient à de jeunes grenouilles et ne les lâchaient qu'après s'être complètement repues ².

L'œsophage est très-grêle et n'offre pas de jabot, de sorte qu'on ne peut expliquer l'aspiration des matières fluides que par les contractions suivies de dilatations de l'intestin moyen.

Lorsqu'on saisit ou qu'on tourmente les larves, elles dégorgent une goutte ou deux d'un liquide brunâtre à réaction alcaline. Sa grande analogie avec le contenu de l'intestin moyen permet de supposer qu'il provient de cette portion du tube digestif.

L'intestin moyen est large, rectiligne, il n'est pas encore muni des cœcums sécrétoires que l'on observe chez l'insecte parfait. Ceux-ci ne sont représentés que par des zones transversales de glandules de couleur jaune ne faisant pas saillie à la surface de l'intestin. Vu la manière dont se nourrissent les larves en question, le contenu de leur appareil digestif ne peut jamais être que liquide. Chez les larves de *Dytiscus* tuées à peu près immédiatement après la capture, c'est-à-dire probablement en pleine digestion, l'intestin moyen était distendu par un liquide brun à réaction alcaline. Cette alcalinité appartenait, peut-être, au sang des animaux qu'elles venaient de

¹ L'ouverture des mandibules est déjà figurée dans Swammendain. *Biblia naturæ*, t. II, pl. XXIX, fig. 5, 1757-1758.

² LYONET. *Recherches sur l'anatomie et les métamorphoses de différentes espèces d'insectes*. OEuvre posthume publiée par de Haan, p. 408. Paris, 1852.

sucer. En effet, d'une part le sang de tous les insectes que j'ai examinés était toujours alcalin et, d'autre part, chez les larves conservées en captivité, pendant un jour, et dont l'intestin moyen ne renfermait qu'un peu de liquide jaune sécrété par les organes glandulaires des parois, la réaction de ce liquide jaune était neutre.

L'intestin terminal comprend, comme chez l'insecte parfait, une portion longue et très-grêle, un rectum ou réservoir stercoral, un énorme cœcum latéral. La portion étroite de l'intestin terminal, entourée par les circonvolutions des tubes de Malpighi fait une seule anse (fig. 28), j'ai trouvé son contenu neutre.

Le rectum ou réservoir stercoral est très-grand, muni de bandes musculaires longitudinales; le cœcum qui le prolonge est, proportionnellement, plus volumineux que chez le Dytique qui a subi toutes ses métamorphoses; son étude chez les larves est très-intéressante. Le cœcum et le réservoir stercoral sont ou vides (fig. 28), ou distendus par un liquide (fig. 29); jamais, pas plus que chez les Dytiques parfaits, je n'y ai observé de gaz.

Le liquide qui remplit le cœcum est jaunâtre, fortement alcalin; outre des granulations et des sphérules d'apparence grasseuse, j'y ai vu, à l'état isolé, des octaèdres d'oxalate de calcium (insolubles dans l'eau et l'acide acétique, solubles dans les acides nitrique et chlorhydrique) ainsi que des calculs d'un violet foncé, soit irréguliers, soit formés, en partie, d'octaèdres incomplets (fig. 30 et 30^{bis}).

En se rappelant que chez les Dytiques à l'état parfait j'ai trouvé les calculs composés en grande partie d'oxalate de calcium, on remarquera, avec d'autant plus d'intérêt, la présence du même sel chez les larves. Le dépôt d'oxalate se produit donc déjà chez l'animal sous sa forme larvaire.

Le microscope ne montre pas de cristaux d'acide urique libre dans le liquide du cœcum; je n'ai pas réussi non plus à obtenir la murexide.

Sous l'influence des acides, le contenu du cœcum peut offrir certains phénomènes de coloration dont la cause m'échappe, jusqu'à présent; ainsi, traité par l'acide azotique, il prend une teinte rosée, desséché sur une plaque de verre et traité par l'acide chlorhydrique, il devient vert.

D'où provient l'oxalate de calcium qu'on y rencontre? L'examen des

tubes de Malpighi permet de répondre immédiatement à la question. Histologiquement, ces tubes ne diffèrent pas, ou diffèrent peu, de ceux des Dytiques sexués, mais leur contenu présente parfois, de place en place, de petits octaèdres d'oxalate.

L'existence de cristaux de cette nature dans les tubes de Malpighi n'est pas un fait nouveau; M. H. Meckel en a trouvé chez la chenille du *Sphinx convolvuli*¹, M. Leydig cite des octaèdres dans les tubes de l'*Iulus terrestris*, parmi les myriapodes, et dans ceux de la chenille du *Bombyx rubi*², M. J. Schlossberger a démontré par l'analyse chimique que ceux qu'il a rencontrés en abondance dans les tubes de la chenille de l'*Hoplitis (Harpyia) Milhauseri* (Eichenspinnerraupe)³ étaient bien de l'oxalate de calcium⁴. M. Kölliker en a signalé, mais d'une forme un peu différente quoique dérivant de la forme type, chez les chenilles de *Vanessa urticae*, de *Bombyx lanestrus*, de *B. Quercus* et d'*Yponomeuta evonymella*⁵. Enfin, M. Sirodot a observé, à son tour, des octaèdres d'oxalate de calcium dans les tubes de Malpighi du ver à soie et d'une autre chenille indéterminée⁶.

Le dépôt cristallin du cœcum des larves de Dytiques est donc un dépôt urinaire éliminé par les tubes de Malpighi.

¹ *Mikrographie einiger Drüsenapparate, etc.*, op. cit., p. 44, pl. II, fig. 51.

² *Zur feineren Bau der Arthropoden* (ARCHIV FÜR ANATOMIE DE J. MÜLLER, 1855), p. 466. — *Traité d'histologie, etc.*, op. cit., p. 524, fig. 253 et p. 525.

³ Je pense que c'est la traduction exacte du mot *Eichenspinnerraupe*.

⁴ *Die Krystalle in den Malpighischen Gefässen der Raupen* (ARCHIV. DE MÜLLER, 1857), pp. 61 et 62.

⁵ *Zur feineren Anatomie der Insekten* (VERHANDL. DER PHYSIC.-MEDICIN. GESELLSCHAFT IN WÜRZBURG, VIII^{er} Band, II Heft, 1857), p. 229.

⁶ *Recherches sur les sécrétions, etc.*, op. cit., p. 94, pl. XVII, fig. 9 et 15 et p. 97, pl. XVII, fig. 2.

ORTHOPTÈRES ODONATES.

§ 4.

Libellula conspurcata, *Aeschna grandis* (à l'état parfait).

INDICATIONS ICONOGRAPHIQUES.

- 1809-1841. RAMDOHR. *Abhandlung über die Verdauungswerkzeuge der Insecten*. Atlas, Heft 2, pl. XV, fig. 5, *Libellula vulgata*, fig. 4, *Agrion puella*, fig. 5, *Libellula cænea*.
 1854 (publié en 1844). LÉON DUFOUR. *Recherches anatomiques et physiologiques sur les Orthoptères, les Hyménoptères et les Névroptères* (MÉM. DE L'ACAD. DES SC. DE PARIS, SAVANTS ÉTR., t. VII), pl. XI, fig. 458, *Aeschna grandis*, fig. 459, *Libellula depressa*.
 1848. BLANCHARD . . . *De la circulation dans les insectes* (ANNALES DES SC. NAT. ZOOL., sér. 5; 1848), pl. II, fig. 4, *Aeschna forcipata*. (Tube digestif et trachées injectées.)
 1849. BLANCHARD . . . *Le Règne animal* (édition V. Masson), pl. C, fig. 4, *Aeschna forcipata*. (Tube digestif et trachées injectées.)

Les libellules saisissent leur proie au vol, comme les hirondelles. Leurs palpes labiaux en forme de lames et leur grande lèvre inférieure¹ jouent probablement ici le rôle des cils raides qui garnissent la base du bec de beaucoup d'oiseaux insectivores. Mais les libellules ne se bornent point à happer leur nourriture, elles la soumettent à une véritable mastication dont nous aurons la preuve plus bas.

Le tube digestif débute par un œsophage fort étroit (fig. 34). Je ne lui ai trouvé, en effet, chez la *L. conspurcata* que $\frac{1}{5}$ de millimètre de diamètre; il occupe toute la région thoracique; ses parois très-minces offrent des fibres musculaires longitudinales et transversales, mais on n'y voit aucun revêtement glandulaire.

Chez tous les individus que j'ai disséqués, j'ai trouvé l'œsophage à peu près vide de liquides et rempli, en grande partie, par de l'air. La libellule avale probablement une certaine quantité d'air avec les aliments, fait qui a

¹ BRULLÉ, *Observations sur la bouche des Libellulines* (ANN. DE LA SOC. ENTOM. DE FRANCE, t. II; 1835), pp. 545 à 551, pl. XIII.

été observé par d'autres naturalistes, Blassius, Lesser ¹, Swammerdam ², Marcel de Serres ³, Léon Dufour ⁴ et moi-même ⁵ chez les lépidoptères et les orthoptères.

Postérieurement l'œsophage s'élargit en une sorte de jabot conique; ce jabot, comme l'ont décrit les auteurs qui ont étudié le tube digestif des odonates, envoie un repli dans l'intérieur de l'intestin moyen. Les parois de la région postérieure de l'œsophage ne sont pas plus glandulaires que celles qui précèdent. Son contenu, chez les insectes tués peu de temps après la capture, se compose d'une matière noirâtre que le microscope montre composée de débris d'insectes d'une ténuité extrême. En mesurant les dimensions des plus gros, chez une *L. conspurcata*, j'ai constaté qu'ils n'avaient pas plus de $\frac{1}{10}$ de millimètre dans leur plus grande largeur.

La proie est toujours broyée tout entière, car on retrouve, parmi les débris en question, des fragments de cornées à facettes. On voit donc que les libellules soumettent les aliments à une mastication complète; ce que Burmeister avait déjà signalé, du reste ⁶.

Il n'y a pas de gésier ⁷.

L'intestin moyen est très-long et ressemble à celui des chenilles; il est à peu près cylindrique, droit, annelé et offre un revêtement épithélial glandulaire visible, mais que l'opacité des parois rend très-difficile à analyser.

Le contenu de cet intestin moyen est une bouillie visqueuse brunâtre, tantôt neutre, tantôt légèrement alcaline; on y observe des globules d'apparence graisseuse, des flocons colorés en brun et on y retrouve nécessairement de nombreux fragments de squelette dermique d'insectes qui, vu leur nature chitineuse, résistent au travail digestif.

¹ Cités par Marcel de Serres. (A la vérité, toutes mes recherches pour trouver dans Lesser le passage en question ont été vaines.)

² *Biblia naturae*, t. I, p. 597. Leyde, 1757.

³ *Observations sur les usages des diverses parties du tube intestinal des insectes* (ANN. DU MUSEUM D'HIST. NAT., t. XX. Paris, 1815), p. 546.

⁴ *Recherches anatomiques, etc., sur les Orthoptères*, op. cit., p. 567.

⁵ Mon observation personnelle a été faite sur la *Periplaneta orientalis*.

⁶ *Handbuch der Entomologie*, op. cit., p. 577.

⁷ L. DUFOUR, *Recherches anatomiques, etc.*, op. cit., p. 568.

L'intestin terminal est très-court; la première moitié est complètement entourée par les tubes de Malpighi; son contenu est jaunâtre et légèrement alcalin. La portion rectale renferme des excréments dont la réaction est également un peu alcaline et qui, broyés avec de l'eau, donnent un liquide verdâtre qui renferme évidemment une partie des principes actifs dont les aliments ont été imprégnés pendant la digestion. On en a la preuve dans ce fait que le liquide dont nous parlons a une action émulsive évidente sur l'huile d'olive, absolument comme le suc intestinal des vertébrés ¹.

Les tubes de Malpighi ne m'ont rien montré de remarquable; ils ne renferment ni concrétions ni cristaux.

§ 5.

Nymphes de Libellules.

Les nymphes que j'ai soumises à mes expériences sont probablement celles de la *Libellula vulgata*. Je les ai capturées alors qu'elles étaient fixées sur des roseaux, immobiles et attendant la dernière métamorphose.

Leur tube digestif diffère nécessairement fort peu de celui de l'insecte parfait. Il se compose d'un œsophage très-grêle traversant tout le thorax, d'un intestin moyen plus large, rectiligne et garni, à son origine, d'une couronne de petits cœcums. Au point où s'insèrent les tubes de Malpighi, le canal se rétrécit un peu; puis vient un intestin terminal court divisé en deux portions dont la dernière représente le rectum.

J'ai toujours trouvé le tube digestif *rempli*, aussi bien chez les individus tués quelques heures après le retour de la chasse que chez ceux maintenus en captivité et qui, restant dans une immobilité parfaite, n'avaient pris aucune nourriture depuis huit jours. Cela semble prouver que, pendant cette période transitoire, les phénomènes digestifs deviennent très-lents.

¹ Je citerai, plus loin, d'autres exemples qui prouvent que certains produits de sécrétion du tube digestif des insectes émulsionnent les matières grasses.

Dans les circonstances ordinaires, le contenu du canal alimentaire offre peu d'intérêt, il se compose d'une bouillie peu abondante, à coloration variable, assez fortement alcaline si l'insecte est tué peu après la capture, neutre ou à peu près, s'il a subi une captivité un peu longue.

Chez une seule nymphe, les matières que renfermait l'intestin moyen ont vivement excité ma curiosité. Au milieu d'un liquide visqueux rosé, se voyaient trois petites masses ovoïdes d'un rose tirant sur l'orangé; elles étaient situées à une certaine distance *en avant* du point d'insertion des tubes malpighiens (fig. 32). Ces petits corps étaient assez mous; je les ai laissés se dessécher spontanément à l'air. Traités par l'acide azotique, ils se sont dissous avec l'effervescence caractéristique de l'acide urique et des urates. La solution évaporée à une douce chaleur donnait, par la vapeur d'ammoniaque, la réaction rouge de la murexide.

C'est un troisième exemple d'un fait intéressant observé par M. Fabre¹ chez les nymphes du *Sphex flavipennis* et du *Sitaris humeralis*: quelques jours avant l'éclosion des *Sphex*, des concrétions uratiques blanches apparaissent dans l'intestin moyen, puis dans l'intestin terminal. On ne peut en conclure, ainsi que le voudrait M. Fabre, que l'intestin moyen peut « secondairement..... servir à l'élimination de l'acide urique. » J'admettrais plus volontiers, avec M. Sirodot², que le tube digestif recevant, pendant l'état de nymphe, le liquide sécrété par les tubes malpighiens, et l'état de nymphe durant assez longtemps, il se forme lentement des concrétions calculeuses dans ce réservoir temporaire.

J'ai cherché à déceler l'acide urique ou les urates dans les tubes de Malpighi eux-mêmes; mais je n'ai point réussi. Bien que cet essai soit de nature à confirmer l'interprétation de M. Fabre, je ne regarde point son résultat négatif comme un criterium, beaucoup d'insuccès isolés de ce genre pouvant être dus à des causes perturbatrices qui restent inaperçues.

¹ *Étude sur l'instinct et les métamorphoses des Sphégiens* (ANN. DES SC. NAT. ZOOLOGIE, 4^e SÉR., t. VI; 1856).

² *Recherches sur les sécrétions, etc.*, op. cit., p. 108.

CHAPITRE II.

INSECTES CARNASSIERS SUCEURS.

HÉMIPTÈRES.

§ 6.

Nepa cinerea, *Ranatra linearis*.

INDICATIONS ICONOGRAPHIQUES.

- 1809-1811. RAMDOHR. *Abhandlung über die Verdauungswerkzeuge der Insecten*. Atlas, Heft 5, pl. XXII, fig. 2 et 8, *Nepa cinerea*.
1820. LÉON DUFOUR. *Anatomie de la Ranatre linéaire et de la Nèpe cendrée* (ANNALES GÉNÉRALES DES SCIENCES PHYSIQUES, t. VII, p. 194), *Ranatra linearis*, *Nepa cinerea*.
1855. LÉON DUFOUR. *Recherches anatomiques et physiologiques sur les Hémiptères* (MÉM. DE L'ACAD. DES SCIENCES DE PARIS, SAVANTS ÉTRANGERS, t. IV, p. 129), pl. VI, fig. 81. *Ranatra linearis*, fig. 82, *Nepa cinerea*.
1858. LACORDAIRE. *Introduction à l'entomologie* (suites à Buffon). Atlas, pl. XV, fig. 4, *Ranatra linearis* d'après Dufour.
1840. BRULLÉ (CASTELNAU). *Histoire naturelle des insectes*, etc., t. I, pl. XV, fig. 1, *Ranatra linearis* d'après Dufour.

Ces deux insectes à organisation semblable et appartenant au même groupe peuvent être étudiés ensemble sans inconvénient.

Chez les Nèpes et les Ranatres, l'origine du tube digestif reçoit les produits sécrétés par des organes volumineux que presque tous les auteurs appellent *glandes salivaires*.

Comme on le sait depuis longtemps, les organes glandulaires dont nous parlons sont au nombre de quatre. Deux d'entre eux affectent la forme de longues grappes (fig. 33); les autres, beaucoup plus longs, sont des tubes

cylindriques présentant, sur leur trajet, un renflement ovoïde *simulant* un réservoir de dépôt¹.

Sans vouloir entamer une discussion sur la structure histologique des glandes salivaires des insectes, je ferai remarquer que ces renflements des tubes sécréteurs postérieurs des Hémiptères ne sont pas des réservoirs ou vésicules salivaires : le microscope y montre (fig. 34 *a, b, c*) des cellules à sécrétion, en un mot, une structure glandulaire évidente. Les expériences qui suivent prouveront, du reste, physiologiquement l'exactitude de ce que j'avance.

J'ai broyé l'ensemble des quatre glandes de deux Nèpes avec un peu d'empois d'amidon et j'ai abandonné le mélange à lui-même pendant trente minutes. Au bout de ce temps, il était facile de déceler la présence du sucre dans le mélange. La salive de ces insectes a donc, comme la salive mixte des mammifères, le pouvoir de transformer les matières féculentes en glucose.

Mais on pouvait pousser ce genre d'essai plus loin, car la grande différence de forme des glandes des deux paires permettait de supposer à priori des rôles différents. Ayant isolé les glandes salivaires de deux Nèpes, j'ai répété la même expérience que ci-dessus, mais en faisant agir, *à part*, sur des quantités égales (1 cent. cube) et *séparées* d'empois, d'un côté les glandes antérieures en grappes et, de l'autre, les glandes postérieures en tubes. Pour éviter toute cause d'erreur, j'ai fait durer le contact pendant quatre heures.

Le liquide des glandes antérieures a transformé facilement l'amidon en sucre ; les glandes postérieures en tubes n'en ont point donné ou, du moins, le précipité fourni par l'ébullition avec la liqueur de Barreswil pouvait-il être qualifié de simple trace.

Les glandes postérieures ont donc, très-probablement, chez les Hémiptères examinés, une autre fonction que celle des glandes en grappes antérieures et les résultats que j'ai obtenus prouvent, aussi bien que l'étude

¹ Voyez pour la forme de ces glandes : BURMEISTER, *Handbuch der Entomologie*, atlas, pl. II, fig. 17 et 18. — RAMDOHR, *Abhandlung, etc.*, op. cit., atlas, Heft 5, pl. XXIII, fig. 6. — LÉON DUFOUR, *Recherches sur les Hémiptères, etc.*, op. cit., pl. VI, fig. 82, *c* et fig. 82, *a, b*.

microscopique, que les glandes en tubes ne sont pas les simples réservoirs du liquide produit par les autres ; car, dans ce cas, leur action sur l'amidon eût dû être identique à celle des glandes en grappes.

La salive des deux espèces de glandes est neutre.

Le tube digestif est assez long, il a un peu plus de deux fois la longueur du corps. L'œsophage est étroit, on n'y observe pas de jabot ¹, ce qui montre, comme on en a bien d'autres exemples, que la succion peut s'opérer en l'absence de cette partie du canal. Puis vient un intestin moyen très-long, de couleur rosée, sans appendices extérieurs. Il est muni d'un réseau trachien superficiel d'une richesse considérable qui indique que l'organe est le siège de phénomènes très-actifs ; aussi trouve-t-on, entre la tunique propre et l'intima, une couche de grosses utricules sécrétoires sphériques (fig. 35 a, b) ².

Le contenu de l'intestin moyen est une pulpe blanchâtre dont j'ai trouvé la réaction légèrement alcaline chez les Nèpes et neutre chez les Ranatres.

L'intestin moyen est suivi d'un intestin terminal fort court divisé en deux portions, la première rectiligne ne contient rien de remarquable chez les Nèpes ; mais, chez les Ranatres, j'y ai trouvé les excréments fractionnés en quatre ou cinq petites masses ovoïdes indiquant que ceux-ci sont rendus sous forme de petits corps arrondis isolés, comme chez les rongeurs parmi les mammifères.

La deuxième partie ou rectale de l'intestin terminal porte une grande poche latérale comme chez les Dytiscides. Ce sac est, chez les Nèpes, de couleur rouge lie de vin ; je n'ai point observé de couche glandulaire sur ses parois. La dénomination de vessie natatoire qu'on lui a donnée parfois ⁵ est tout aussi erronée et tout aussi inexacte, dans ce cas, que dans le cas des Dytiques. On trouve cette poche, ou bien absolument vide et plissée, ou bien distendue, non par un gaz, mais par une matière demi-liquide, rouge chez les Nèpes, à réaction alcaline, et dans laquelle je n'ai point réussi à démontrer la présence de l'acide urique ou des urates.

Les tubes de Malpighi incolores, de dimension médiocre, ne m'ont rien offert de particulier.

¹ LÉON DUFOUR, *Recherches, etc., sur les Hémiptères*, op. cit., p. 208.

² LÉON DUFOUR, *ibid.*, les a entrevues.

⁵ Idem, *Recherches, etc., sur les Hémiptères*, op. cit., pp. 147 et 209.

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 alsinastrum* 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, 1844 (*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 gésier¹.

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 féculé 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 régurgitation* »⁵.

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 : CHAUVEAU, *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 CYCLOPOEDIA, 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 général², 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. Meckel⁴ et Rolleston y voient des glandes salivaires⁵, 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-longes ; 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 quercus*.
 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. 51, 52, 55, *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 soie ², travail qui fait regretter qu'on n'ait pas poussé plus loin les mêmes investigations pour les autres insectes, la magnifique monographie de M. Cornalia ³, enfin les recherches sur le ver à soie de M. Eug. Peligot ⁴. Ajoutons, quant aux données histologiques, une notice assez générale de M. Duncan ⁵, 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° 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. 3 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.

CHAPITRE IV.

INSECTES SE NOURRISSANT DE MATIÈRES VÉGÉTALES.

SUCEURS.

LÉPIDOPTÈRES DIURNES A L'ÉTAT PARFAIT.

§ 12.

Papilio Machaon, Vanessa Io, V. polychloros, V. urticae.

INDICATIONS ICONOGRAPHIQUES ¹.

1758. SWAMMERDAM . . . *Biblia naturae*, t. II, pl. XXXVI, fig. 1, *Vanessa urticae*.
 1815. HEROLD . . . *Entwicklungsgeschichte der Schmetterlinge*, pl. III, fig. 12, *Pieris brassicae*.
 1852. BURMEISTER . . . *Handbuch der Entomologie* (Atlas), pl. IX, fig. 15, *P. brassicae* (d'après Herold).
 1859. NEWPORT . . . *Insecta, Todd's cyclopædia of anatomy, etc.*, vol. II, p. 975, fig. 451, *P. brassicae*.
 1857. J.-V. CARUS . . . *Icones zootomicae. Erste Hälfte, Wirbellosen Thiere*, pl. XI, fig. 9, *Pieris brassicae* (d'après Newport).
 1872. HARTING . . . *Leerboek van de grondbeginselen der dierkunde, derde deel, tweede afdeeling.*
 fig. 526. E. *Pieris brassicae*.

On sait que le tube digestif des lépidoptères à l'état parfait diffère considérablement de celui des chenilles correspondantes ; les modifications principales consistent dans la formation d'un jabot ou poche de succion et d'un cœcum rectal volumineux. Tout le reste du tube est d'une si faible capacité, même chez nos plus grandes espèces indigènes, qu'il devient difficile d'instituer des recherches un peu suivies sur le contenu et les sécrétions des parois. Aussi me bornerai-je, à peu près, à discuter, avec observations à l'appui, une expérience de Newport sur laquelle on pourrait se baser à tort pour soutenir une hypothèse que j'ai cherché à combattre dans tout le cours de ce Mémoire.

¹ Je n'ai indiqué que ce qui concerne les Acalinoptères.

Voici le passage de Newport que je me suis efforcé de traduire le plus textuellement possible ¹ :

« L'observation suivante que j'ai faite dans l'été de 1832 et que j'ai » répétée depuis, semble conduire quelque peu à l'explication de la nature » de ces vaisseaux (*les tubes de Malpighi*) et de celle d'autres parties du » tube digestif.

» J'ai donné de l'eau sucrée colorée avec de l'*indigo* à des individus de » *Vanessa urticae* qui, après avoir quitté la chrysalide, avaient été enfermés » pendant plusieurs heures sans nourriture. En examinant ces insectes, » environ deux heures après, l'estomac (*intestin moyen*) fut trouvé rempli » d'un liquide contenant une grande quantité de granules colorés en rose et » paraissant être la matière végétale de l'*indigo* sur laquelle avait agi le suc » de l'estomac ce qui indiquait la présence d'un acide dans cette » partie du tube digestif pendant la digestion. Mais, chose remarquable, une » certaine quantité de l'*indigo* qui, ayant dépassé l'extrémité pylorique de » l'estomac, là où s'abouchent les vaisseaux supposés biliaires, avait traversé » toute la longueur de l'iléon et une partie du colon, était repassée à sa cou- » leur bleue foncée originelle, montrant ainsi l'existence d'un liquide alcalin » sécrété soit par les vaisseaux hépatiques, soit par les parois de l'iléon.

» Mais une autre circonstance curieuse, c'est que les vaisseaux hépatiques » participaient de la même teinte rose que le contenu de l'estomac, ce qui » semblerait indiquer que le contenu des tubes de Malpighi était acide.

» Les conclusions que je tire de ces observations répétées avec soin, en » 1834, sont qu'il y a un suc gastrique sécrété dans l'estomac pendant la » digestion, que le contenu des vaisseaux appelés biliaires est probablement » acide et qu'un fluide alcalin est sécrété dans l'iléon. »

Si on lit cette description attentivement, on remarque d'abord avec étonnement ce mot *indigo* répété assez souvent² pour ne pouvoir admettre qu'il s'agit d'une faute typographique. Or j'ai beau consulter le plus récent des dictionnaires³, *indigo* en anglais a le même sens qu'en français. D'un autre

¹ *Insecta* (TODD'S CYCLOPOEDIA OF ANATOMY AND PHYSIOLOGY, vol. II, Londres, 1859), p. 975.

² Quatre fois dans l'article original anglais.

³ HAMILTON et SMITH, *International english and french dictionary*. Paris, 1866.

côté, l'indigo bleu ne devient point, que je sache, rose ou rouge par les acides ordinaires¹ et, enfin, il est aujourd'hui acquis à la science que l'indigo véritable traverse tout le système digestif des insectes sans changer aucunement de couleur, comme le prouvent toutes les expériences dans lesquelles on a donné à des larves une nourriture mélangée de cette substance colorante². Nous en sommes donc réduit à supposer que Newport a écrit *indigo* pour *litmus* ou *turnsole*, tournesol³.

Raisonnons donc dans l'hypothèse du tournesol ; l'auteur trouve des granules roses dans l'intestin moyen et est tenté de croire, sans affirmer, du reste, que ce sont les granules de tournesol rougis par un acide ; rien ne le prouve et ce qui montre combien ses déductions reposent sur des bases peu solides, c'est que, voyant les tubes de Malpighi de la même teinte rose, il laisse évidemment supposer, en déduisant de cette teinte l'acidité des tubes en question, que les granules du tournesol y ont pénétré.

Toutes les recherches modernes montrent que les matières alimentaires ne pénètrent jamais dans les tubes de Malpighi et, de plus, chacun sait que, peu après l'éclosion, les lépidoptères évacuent le liquide sécrété par ces tubes et qui s'est accumulé dans le cœcum rectal pendant l'état de chrysalide ; or, chez les *Vanessa urticae* et *polychloros*, ce liquide est si bien coloré en rouge que des gouttes répandues à profusion sur des murailles où des chrysalides étaient fixées ont fait croire plusieurs fois et, entre autres, au commencement du XVII^e siècle, à des pluies de sang⁴. On pourrait ajouter, en outre,

¹ L'acide sulfurique concentré le dissout avec une couleur bleue foncée, l'acide nitrique, l'acide chlorhydrique, l'acide chromique colorent l'indigo en jaune et donnent des produits de décomposition qui se dissolvent dans l'eau et dans l'alcool avec une couleur jaune (Liebig).

² Les vers à soie qui mangent des feuilles saupoudrées d'indigo produisent des cocons bleus. Alessandrini trouva que la matière colorante teint les trachées de l'insecte. Carlo Bassi annonça qu'elle est renfermée entre les deux tuniques de ces tubes respiratoires. M. Blanchard répéta l'expérience sur des chenilles de *Vanessa Io* et sur les larves du Hanneton. (BLANCHARD, *De la circulation du sang et de la nutrition chez les insectes*. COMPTES RENDUS ACAD. SC. DE PARIS, t. XXXIII, pp. 567 à 569 ; 1851.)

³ L'errata du vol. II de la *Todd's cyclopædia* ne contient rien qui ait trait à cette erreur.

⁴ Voyez à cet égard : PEIRESC, dans *Vie de Peiresc* par Requier, p. 115. (D'après Chaussier, *Nouv. Mém. de l'Acad. de Dijon*, 2^e semestre 1875, p. 70). — BECKMAN, *De prodig. sangu.* chap. I, § 5. (d'après Lesser). — BLANKAART, *Schauburg der Rupsen, Wormen, etc.*, chap. III,

que les vanesses de Newport n'étant écloses que depuis quelque heures, leurs tubes de Malpighi contenaient encore une notable quantité de matière colorante qui les teintait en rougeâtre.

Le raisonnement qui précède suffirait, à la rigueur, pour jeter tout au moins du discrédit sur l'expérience du savant anglais ; mais comme aucun raisonnement ne vaut les observations directes, j'ai eu recours à celles-ci de la manière suivante :

Un certain nombre de lépidoptères hivernent à l'état parfait, c'est-à-dire, passent la mauvaise saison dans un état d'engourdissement partiel, retirés sous quelque abri, ne prenant directement aucune nourriture et vivant de l'assimilation lente de la graisse de leur tissu adipeux. On compte parmi eux, plusieurs espèces de vanesses indigènes.

Le 7 janvier 1874, mon ami M. le Dr L. Frédéricq, préparateur d'anatomie comparée et de physiologie à l'Université de Gand dont j'ai déjà mis souvent le zèle scientifique et l'obligeance à l'épreuve, me procura une dizaine de *Vanessa Io*, *V. polychloros* et *V. urticae* recueillies dans les casemates de la citadelle.

Ces animaux se laissaient manier sans difficulté ; mais ce qui prouvait leur vitalité, c'est qu'après quelques heures de séjour dans l'atmosphère chaude de ma chambre de travail, ils devinrent très-vifs, volant ça et là contre les parois du bocal qui les renfermait.

La saison, leurs habitudes bien connues, m'assuraient qu'ils n'avaient pris aucune nourriture depuis des mois. Voici cependant ce que j'observai en les disséquant :

1° Chez tous, le tissu adipeux de l'abdomen est très-abondant, jaune ou jaune orangé suivant les individus.

2° *Vanessa Io*, le tube digestif et les tubes de Malpighi sont presque incolores.

p. 12. Amsterdam, 1688. — RÉAUMUR, *Mémoires pour servir à l'hist. des insectes*. Paris, 1754. — SWAMMERDAMM, *Biblia naturae*, t. I, p. 89, Leyde, 1757. — LESSER, *Théologie des insectes*, t. II, p. 113, La Haye, 1742. — GEOFFROY, *Hist. abrégée des insectes qui se trouvent aux environs de Paris*, t. II, p. 21 ; 1762. — LACORDAIRE, *Introduction à l'entomologie*, t. I, p. 211. — GIRARD, *Les métamorphoses des insectes*, p. 214, Paris, 1866, et 4^e édition, p. 225 ; 1874.

3° *Vanessa polychloros*, le tube digestif ne renferme qu'un contenu grisâtre, mais les tubes de Malpighi d'un joli rose à la loupe, se montrent, au microscope, chargés de nombreuses granulations d'un rouge pourpré.

4° *Vanessa urticae*, le tube digestif est entièrement coloré en rose; au microscope on constate qu'il est rempli de globules réfringents d'un rose tendre, plus volumineux que les cellules épithéliales. Les tubes de Malpighi sont d'un rouge intense tirant sur l'orangé et si chargés de granulations colorées qu'ils semblent opaques aux grossissements microscopiques moyens.

Ainsi, chez la *V. urticae*, précisément l'espèce étudiée par Newport, les individus qui ont hiverné et qui, exactement comme ceux qui rompent leurs enveloppes de nymphes, ont vécu pendant un temps plus ou moins long aux dépens du tissu graisseux, le canal digestif et les tubes de Malpighi renferment un contenu rose ou rouge préformé et que moi aussi j'aurais pu prendre pour du tournesol rougi par un acide si j'avais donné à mes lépidoptères un sirop contenant de cette substance colorante avant de les ouvrir.

Newport, que j'ai en trop haute estime pour le critiquer sans raison sérieuse, a donc simplement été victime d'une erreur et a pris pour le produit de la digestion du tournesol une coloration préexistante.

Jamais, je l'avoue, résultat heureux ne m'a causé plus de jouissance. Mes observations sur les vanesses terminaient une série de recherches minutieuses poursuivies durant plus d'une année et les faits constatés chez la *V. urticae* répondaient pleinement à une des objections sérieuses qu'on pouvait m'opposer quant à l'alcalinité du tube digestif des insectes.

Je terminerai ce chapitre par quelques mots sur le *Papilio Machaon* observé cette fois dans la période active. J'ai capturé, volant sur un champ de trèfle, des *P. Machaon*, nos plus grands lépidoptères diurnes, je les ai tenus en captivité pendant sept heures avec de nombreuses fleurs fraîches à leur disposition pour leur fournir de la nourriture. Ces sept heures ajoutées au temps indéterminé depuis lequel les insectes volaient, permettaient de supposer que l'éclosion avait eu lieu depuis assez longtemps pour que le canal digestif renfermât des suc végétaux en voie de digestion.

Ayant ouvert l'individu le plus robuste, j'ai trouvé le tube digestif rempli

d'un liquide incolore *alcalin* et dont l'alcalinité était surtout prononcée dans l'intestin moyen. (Estomac pour Newport.)

Par conséquent chez les lépidoptères achalinoptères à l'état normal, comme chez tous les autres insectes que j'ai étudiés, les sécrétions du tube digestif ne sont point acides.

CHAPITRE V.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES ET CONCLUSIONS.

§ 13.

De l'alcalinité du tube digestif.

On a vu que je suis arrivé, par l'évidence des résultats, à cette conclusion que, chez tous les insectes à l'état normal, les suc digestifs étaient alcalins ou neutres, jamais acides. C'est un fait d'une si grande importance physiologique que je ne saurais trop insister et que je crois utile de résumer ce qui le concerne dans un paragraphe spécial.

Un mot d'abord sur la phrase qu'on retrouve à peu près en ces termes dans plusieurs ouvrages généraux d'entomologie : Les parois de l'estomac (intestin moyen) fournissent du suc gastrique *toujours acide* quand la digestion s'accomplit ; si, au contraire, on examine ce suc chez des insectes à jeun ou fatigués par la captivité, on le trouve altéré ; il est devenu neutre ou même alcalin.

Toutes mes observations personnelles relatées dans le présent Mémoire démontrent la fausseté de cette phrase ; mais on jugera bien mieux du peu de valeur qu'il faut lui accorder par le tableau suivant dans lequel j'ai relaté, pour les coléoptères du genre *Dytiscus*, les essais que j'ai faits sur les réactions du contenu du canal digestif chez les individus en conditions normales, c'est-à-dire n'ayant été soumis à aucun jeûne.

Le tableau commence par une observation faite à la campagne à l'instant même de la capture d'un *D. dimidiatus*; j'avais pris la précaution de me faire accompagner de mon frère Ernest Plateau, ingénieur industriel, qui, ayant étudié et pratiqué la chimie sous la direction de notre savant confrère M. Donny, était parfaitement à même de constater l'exactitude de mes appréciations. On y trouve ensuite les résultats concernant les Dytiques captifs qui tous ont été abondamment nourris de viande, mangeaient gloutonnement et se portaient parfaitement bien. L'eau dans laquelle ils nageaient était en grand volume, oxygénée par des plantes aquatiques vivantes et renouvelée tous les jours ¹.

	TEMPS ÉCOULÉ entre la CAPTURE ET L'ESSAI chimique.	RÉACTIONS					
		de	du	de	DE L'INTESTIN TERMINAL.		
		L'ŒSOPHAGE.	JABOT.	L'INTESTIN moyen.	Portion grêle.	Portion large.	Cœcum.
<i>Dytiscus dimidiatus</i> ♀.	Expérience immédiate.	. . . .	Légèrem ^{nt} alcalin.	Légèrement alcalin.	Alcalin . .	Alcalin . .	Alcalin.
» <i>dimidiatus</i> ♀.	24 heures.	. . . .	. . . .	Alcalin . .	Alcalin . .	Alcalin . .	Alcalin.
» <i>dimidiatus</i> ♀.	24 heures.	. . . .	. . . .	Neutre . .	Neutre.		
» <i>dimidiatus</i> ♀.	96 heures.	Alcalin .	Légèrem ^{nt} alcalin.	Alcalin.			
» <i>marginalis</i> ♀.	246 heures.	Neutre .	Légèrem ^{nt} alcalin.	Légèrement alcalin.	Légèrement alcalin.	Légèrement alcalin.	Très - al- calin.
» <i>dimidiatus</i> ♀.	288 heures.	. . . .	Alcalin .	Légèrement alcalin.	. . . .	Très-alcalin.	
» <i>marginalis</i> ♂.	360 heures.	. . . .	. . . .	Légèrement alcalin.	. . . .	. . . .	Très - al- calin.

Non-seulement ce tableau montre que chez les Dytiques normaux et bien nourris il n'y a jamais de traces d'acidité dans le tube digestif, mais, de plus, que la captivité, telle que je l'entendais, ne modifie pas les fonctions digestives qui restent les mêmes.

¹ Les espaces vides dans les tableaux indiquent simplement qu'il n'a pas été fait d'essai pour la partie du tube digestif répondant à l'entête de la colonne.

Prenons le *Carabus auratus* comme second exemple :

	TEMPS ÉCOULÉ entre la CAPTURE ET L'ESSAI chimique.	RÉACTIONS					
		de	du	de	DE L'INTESTIN TERMINAL.		
		L'ŒSOPHAGE.	JABOT	L'INTESTIN moyen.	Portion grêle.	Portion large.	Cœcum.
Carabus auratus ♂ . . .	24 heures.	. . . .	Très-alca- lin.	Alcalin . .	Neutre.		
id id ♀	48 heures.	Très - al- calin.	Très-alca- lin.	Alcalin . .	Légèrement alcalin.	Légèrement alcalin.	
id. id. ♂	288 heures.	Alcalin. .	Alcalin. .	Alcalin.			
id. id. ♂	288 heures.	Alcalin. .	Alcalin. .	Légèrement alcalin.	Alcalin.		

Comme on le voit, le résultat est le même.

Passons actuellement à des insectes se nourrissant de matières végétales, le hanneton d'abord :

	TEMPS ÉCOULÉ entre LA CAPTURE ET L'ESSAI chimique.	RÉACTIONS	
		de L'INTESTIN MOYEN.	de L'INTESTIN TERMINAL portion grêle.
1 ^{er} individu. ♂	Expérience immédiate.	Très-alcalin.	Neutre.
2 ^e individu. ♀	96 heures.	Neutre.	Neutre.
3 ^e individu. ♂	96 heures.	Neutre.	Alcalin.
4 ^e individu. ♀	144 heures.	Neutre	Légèrement alcalin.
5 ^e individu. ♂	288 heures.	Neutre.	Alcalin.

Ici, du moins, pour l'intestin moyen (ventricule chylifique ou estomac des auteurs), la réaction au lieu d'être, comme on l'a cru, acide, au début de la captivité, est, au contraire, alcaline. La neutralité a coïncidé plus tard avec la captivité sans que je regarde cette dernière comme la cause, car tout le monde sait, depuis son enfance, combien les hannetons s'accomodent facilement d'une vie de reclusion qui, dans mes essais, était, du reste, aussi peu rigoureuse que possible au point de vue de l'espace et de la nourriture.

Enfin, pour répondre à cette hypothèse que le tube digestif est acide surtout pendant la digestion, voici quelques faits empruntés aux expériences sur l'*Hydrophilus piceus* :

	RÉACTIONS		
	de L'ŒSOPHAGE.	de L'INTESTIN MOYEN.	de L'INTESTIN TERMINAL. Portion grêle.
A jeun	Très-alkalin.	Très-alkalin.	Neutre.
Début de la digestion	Alcalin.	Très-alkalin.	Très-alkalin.
Pleine digestion	Alcalin.	Très-alkalin.	Très-alkalin.
Fin de la digestion	Neutre.	Neutre.	Neutre.

Par conséquent, aucune acidité et, au contraire, alcalinité accusée durant la période digestive.

Comme on pourrait croire que cette absence constante d'acidité, à l'état normal, n'est exceptionnellement propre qu'aux quatre espèces d'insectes que je viens de citer, j'ajouterai un tableau concernant toutes les autres espèces que j'ai observées à cet égard. Seulement, pour éviter des redites inutiles, je ne donnerai mes résultats que pour un individu par espèce, bien que j'en aie souvent examiné plusieurs, parfois même un grand nombre :

	RÉACTIONS					
	de L'ŒSOPHAGE.	du JABOT.	de L'INTESTIN moyen.	DE L'INTESTIN TERMINAL.		
				Portion grêle.	Portion large.	Cœcum.
<i>Acilius sulcatus</i> ♂		Alcalin . .	Alcalin . .	Alcalin.		
Larve d' <i>Acilius</i>	Alcalin . .		Alcalin.			
<i>Hydaticus transversalis</i>		Neutre . .				
Larve de <i>D. marginalis</i>			Neutre . .			Très-alkalin.
<i>Hydrous caraboides</i>	Neutre . .		Très-alkalin.	Alcalin.		

	RÉACTIONS					
	de L'ŒSOPHAGE.	du JABOT.	de L'INTESTIN moyen.	DE L'INTESTIN TERMINAL.		
				Portion grele.	Portion large.	Cœcum.
<i>Necrophorus vespillo</i>			Alcalin.			
<i>Oryctes nasicornis</i> ♂	Neutre		Alcalin	Neutre	Neutre.	
<i>Geotrupes stercorarius</i> ♂	Très-alcalin.		Alcalin	Légèrement alcalin.	Alcalin.	
<i>Libellula conspurcata</i>			Neutre	Légèrement alcalin.		
<i>Aeschna grandis</i> ♂			Légèrement alcalin.			
Nymphe de <i>Libellula</i>	Très-alcalin.	Très-alcalin.	Très-alcalin.	Très-alcalin.		
<i>Periplaneta orientalis</i>	Très-légère- ment alcal.	Très-légère- ment alcal.				
<i>Locusta viridissima</i> ♂		Alcalin	Légèrement alcalin.	Légèrement alcalin.		
Nymphe de <i>Locusta</i>	Légèrement alcalin.	Alcalin	Très-alcalin.			
Larve de <i>Locusta</i>	Neutre	Neutre	Légèrement alcalin.	Légèrement alcalin.	Neutre	
<i>Stethophyma grossum</i> ♀	Légèrement alcalin.	Légèrement alcalin.	Légèrement alcalin.			
<i>Nepa cinerea</i>			Légèrement alcalin.		Alcalin.	
<i>Rana linearis</i> ♀			Neutre	Neutre	Légèrement alcalin.	
<i>Bombus hortorum</i> ♀			Neutre	Neutre.		
<i>Papilio Machaon</i>			Alcalin			
Chenille de <i>Vanessa urticae</i>			Alcalin.			
Chenille de <i>Liparis dispar</i>	Très-alcalin.		Très-alcalin.	Alcalin	Alcalin.	
Chenille de <i>Cossus ligniperda</i>	Alcalin		Légèrement alcalin.		Alcalin.	

Ce tableau ne nécessite pas d'explications, il confirme tout ce qui précède. Mon plus vif désir est que d'autres répètent les mêmes expériences *dans de bonnes conditions physiologiques*; je ne doute nullement qu'ils n'arrivent à des résultats semblables aux miens. Seulement, pour prévenir les méprises,

il faudra tenir compte de la nature des matières qui servent à l'alimentation des insectes essayés; ainsi, il est dans les choses possibles qu'un insecte se soit nourri de feuilles acides telles que celles de nos *Rumex acetosa*, *R. acetosella*, *S. scutatus*, *Oxalis acetosella*, etc. L'acidité du tube digestif ne prouverait rien dans ce cas particulier.

Je rappellerai, en outre, une erreur commise jadis quant à la digestion intestinale des vertébrés herbivores et qui trouve très-bien sa place ici; on a cru autrefois, à tort, que la sécrétion des glandes du gros intestin était acide, parce que, chez les mammifères qui se nourrissent de substances végétales, le contenu de cet intestin offre une acidité assez prononcée. Cette réaction est due à la production d'acides organiques aux dépens de l'amidon et du sucre encore renfermés dans les matières digérées ¹.

Puisque le tube digestif des insectes paraît ne jamais sécréter, à l'état normal, de liquides acides, cherchons à concilier ce fait avec les données physiologiques acquises à la science dans l'embranchement des vertébrés. En d'autres termes, est-il impossible de concevoir une digestion complète de matières animales ou végétales sans le concours d'un suc gastrique acide?

Supposons une alimentation mixte, supprimons par la pensée, chez un mammifère omnivore, la partie du tube digestif qu'on appelle estomac, en admettant ainsi, par hypothèse, que l'intestin grêle fasse immédiatement suite à l'œsophage.

Dans la bouche, durant la mastication, les aliments seront soumis à l'influence des salives parotidienne *alcaline*, sublinguale et sous-maxillaire un peu moins *alcalines* ², qui, avec le mucus buccal forment la salive mixte. Le résultat sera la transformation d'une partie au moins des éléments féculents en glucose ³. Dans l'intestin grêle, les matières avalées subiront l'action : 1° de la bile *alcaline* ⁴ ou *neutre* ⁵, un des principaux agents de la digestion

¹ WUNDT, *Nouveaux éléments de physiologie humaine*. Trad. Bouchard, p. 184. Paris, 1872.

² COLIN, *Traité de physiologie comparée*, 2^e édition, t. I, pp. 618 et 619. Paris, 1871. — CLAUDE BERNARD, *Cours du Museum d'histoire naturelle de Paris* (REVUE SCIENTIFIQUE, III^e année, 2^e série, p. 448; 1875).

³ WUNDT, *Nouveaux éléments de physiologie, etc.*, op. cit., p. 161.

⁴ COLIN, *Traité de physiologie comparée*, op. cit., p. 787.

⁵ WUNDT, op. cit., p. 180. — HARDY, *Principes de chimie biologique*, p. 99. Paris, 1871.

des graisses ¹, 2° du suc pancréatique *alcalin* ² contenant trois principes actifs, l'un qui transforme l'amidon en sucre et parachève le résultat ébauché par la salive, le second qui dédouble les graisses en acide gras et glycérine et amène leur absorption presque complète, le troisième qui transforme les albuminoïdes en peptones solubles, 3° du suc intestinal sécrété par les glandes tubuleuses ou de Lieberkühn, *alcalin* ³ mélangé au produit des glandes du duodenum ou de Brunner, *légèrement alcalin* ⁴. Ce suc intestinal renferme un ferment azoté qui agit sur la fibrine à la façon de la pepsine et qui continue donc les effets du suc pancréatique dans toute la longueur considérable de l'intestin grêle, cependant il se distingue de la pepsine parce qu'il ne digère la fibrine que dans les solutions *alcalines* ⁵. Enfin, dans le gros intestin, les aliments à peu près entièrement digérés seront encore imbibés par le suc des glandes tubuleuses de cette région, suc visqueux, *alcalin* ⁶, dont le rôle principal est de favoriser la progression du contenu intestinal, mais qui jouit cependant, en outre, de la propriété de transformer l'amidon en sucre.

Ainsi, il nous a suffi de grouper une série de faits bien connus des physiologistes pour montrer que la digestion stomacale par un suc gastrique acide est loin d'être indispensable. Une digestion complète des matières féculentes, grasses et albuminoïdes peut s'opérer par l'action de liquides parfois neutres, le plus souvent alcalins. Dès ce moment, tous les phénomènes digestifs des insectes herbivores trouveront leur explication. Quant aux insectes carnassiers, je ferai remarquer que, pour que les sucs pancréatique et intestinal suppléent entièrement un suc gastrique absent, il ne faut que leur accorder un temps beaucoup plus long; ce qui donne la raison de la grande lenteur de la digestion chez les Dytiques et les Carabes.

¹ WUNDT, *op. cit.*, p. 182.

² COLIN, *op. cit.*, p. 804. — HARDY, *op. cit.*, p. 149.

³ WUNDT, *op. cit.*, p. 174. — COLIN, *op. cit.*, p. 818.

⁴ COLIN, *op. cit.*, p. 819.

⁵ WUNDT, *op. cit.*, p. 175. — HARDY, *op. cit.*, p. 164.

⁶ WUNDT, *op. cit.*, p. 184.

§ 14.

Du gésier.

L'état des matières alimentaires après leur passage au travers du gésier des coléoptères carnassiers et des *Locusta*, m'a conduit, on se le rappelle, à cette conclusion toute différente de celle généralement admise que *le gésier des insectes n'est pas un organe triturateur auxiliaire des pièces buccales.*

Les naturalistes qui examineront, avec soin, comme je l'ai fait, le degré de division des aliments en avant du gésier, dans celui-ci et au delà, arriveront au même résultat.

Deux ordres d'idées ont enraciné profondément ce qui n'est pour moi qu'une erreur manifeste. C'est d'abord la tendance regrettable de vouloir retrouver dans le tube digestif des insectes toutes les parties de celui des vertébrés, de là une comparaison vague et très-inexacte, du reste, avec le gésier des oiseaux. C'est, ensuite, l'observation d'un fait général, je le reconnais, mais qui offre de très-nombreuses exceptions; on le formule ainsi : le gésier existe chez les insectes qui se nourrissent d'aliments solides et manque chez ceux dont la nourriture est liquide.

On aurait acquis, cependant, et depuis longtemps, la conviction que le gésier n'a pas de fonctions triturantes, si l'on avait réfléchi aux faits bien simples qui suivent :

1° Un nombre énorme d'insectes qui se nourrissent de matières solides *n'ont pas de gésier.*

Tels sont d'abord, d'après Ramdohr, Léon Dufour, etc., ou mes propres observations, les coléoptères à l'état parfait des genres suivants auxquels il faut probablement en ajouter beaucoup d'autres, puisque les genres voisins ont des structures anatomiques semblables :

<i>Hydrophilus.</i>	<i>Clerus.</i>	<i>Hylotrupes.</i>
<i>Hydrous.</i>	<i>Meloë.</i>	<i>Crioceris.</i>
<i>Oryctes.</i>	<i>Lixus.</i>	<i>Lina.</i>
<i>Cetonia.</i>	<i>Prionus.</i>	<i>Chrysomela.</i>
<i>Trichius.</i>	<i>Cerambyx.</i>	<i>Cryptocephalus.</i>
<i>Melolontha.</i>	<i>Lamia.</i>	<i>Galeruca.</i>
<i>Anomala.</i>	<i>Astynomus.</i>	<i>Cassida.</i>
<i>Telephorus.</i>	<i>Rhagium.</i>	<i>Coccinella</i> ¹ .

Puis viennent chez les Orthoptères odonates, essentiellement carnassiers, les genres :

<i>Libellula.</i>	<i>Æschna.</i>	<i>Agrion, etc.</i>
-------------------	----------------	---------------------

Chez les Névroptères proprement dits le genre carnassier :

Panorpa ².

Enfin une légion innombrable comprenant *toutes les chenilles de lépidoptères*, puis *la plupart des larves de coléoptères*, parmi lesquelles il y en a tant qui rongent le bois, les peaux, les poils, dévorent d'autres insectes, en un mot, vivent de matières diverses résistantes.

Nous n'exagérons donc rien en disant que c'est par milliers que l'on compte les insectes maxillés à alimentation solide et chez lesquels le gésier fait défaut;

2° Un grand nombre d'insectes dont les mandibules ne servent que d'organes de travail ne vivent à l'état parfait que de *liquides végétaux* ou animaux qu'ils sucent ou qu'ils lèchent. Pour satisfaire à l'ancienne hypothèse, ils ne devraient point avoir de gésier et, cependant, d'après les longues recherches de Léon Dufour, ils possèdent tous un gésier, souvent fort peu

¹ Afin de rester dans les strictes limites de la vérité, je n'ai pas inscrit ici les *lampyris* et les *lycus* qui mangent à peine à l'état adulte, les *élatérides* et les *lucanes* qui se bornent souvent à lécher les liquides végétaux, les *buprestes* qui mangent du pollen, les *hister* et les *geotrupes* dont la nourriture est molle.

² Qui n'a pas non plus de gésier triturateur; on n'observe au lieu et place du gésier qu'une portion rétrécie du tube digestif tapissée de soies fines.

développé, il est vrai, mais enfin un gésier dont l'existence est incontestable. Ce sont les hyménoptères des genres :

Vespa.
Formica.

Apis.
Ichneumon.

et tous les genres voisins dont ceux-ci ne sont que les types.

Je sais bien que se basant sur la théorie de l'évolution on pourrait m'objecter que le gésier rudimentaire des hyménoptères n'existe que comme trace de leur origine; les formes antérieures dont ils sont peut-être descendus étant munies de cet organe. Mais la physiologie ne doit pas se préoccuper de ce qui a été, elle n'a à s'inquiéter que de ce qui est actuellement; un organe existe, quelle est sa fonction exacte, voilà le seul genre de problème que nous ayons à résoudre ici.

Le gésier des insectes, je l'ai déjà dit, serait, selon moi, un organe destiné à ne permettre que le passage graduel et régulier des matières alimentaires du jabot dans l'intestin moyen, tout en s'opposant par sa forme ou son armure intérieure à la rétrogradation des substances en digestion vers le jabot, soit pendant le passage, soit après, lorsque logées dans l'intestin moyen elles sont soumises aux pressions de la tunique musculaire de ce dernier. Dans beaucoup de cas, une simple valvule membraneuse ou un rétrécissement du tube digestif pourra en tenir lieu et c'est ce qu'on observe chez la plupart des insectes qui n'ont pas de gésier véritable.

§ 15.

Des tubes de Malpighi.

Des historiques très-bien faits de la question des tubes malpighiens ont été donnés dans plusieurs ouvrages, tels que *l'Introduction à l'entomologie* de Lacordaire, les *Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée* de M. Milne Edwards; il serait donc parfaitement inutile de les répéter. Mais si, comme

je l'ai fait, on remonte autant que possible aux sources de façon à posséder l'opinion exacte de chaque auteur, on arrive à pouvoir établir un classement renfermant des enseignements utiles.

Laissant de côté le très-petit nombre de naturalistes qui ne se prononcent pas et ceux qui, ainsi que Malpighi, Lyonet, Gaede, etc., formulent des hypothèses insoutenables aujourd'hui, on se trouve en face de trois théories.

La première, qui ne voit dans les tubes de Malpighi que des organes purement urinaires, compte *vingt et un* défenseurs suffisamment explicites ¹.

La seconde, dans laquelle les tubes de Malpighi sont biliaires, est soutenue par *quinze* noms.

Enfin la troisième dans laquelle ces tubes ont une fonction mixte, soit que, chez un même insecte, ils soient regardés les uns comme biliaires, les autres comme urinaires, soit qu'on attribue à chaque tube les deux sécrétions simultanées, est défendue par *neuf* auteurs. (Voyez note 1, p. 111.)

La fonction purement urinaire est donc la plus sérieusement soutenue quant au nombre des adhérents; mais ne nous dissimulons pas que plusieurs d'entre eux n'ont probablement pas fait de recherches personnelles et parlent par oui-dire. Nous ne pouvons donc nous contenter de cette statistique et il nous faut interroger plus à fond les annales scientifiques.

Deux moyens d'investigation ont été à la disposition des chercheurs sérieux, l'étude histologique, l'analyse chimique du produit.

L'étude histologique a été faite et refaite sans apporter grande lumière; on peut même dire que ceux qui l'ont poussée le plus loin n'ont point réussi à faire prévaloir leur opinion ².

Reste l'analyse chimique; comme il nous est impossible de contrôler, excepté pour quelques cas particuliers, les méthodes qui ont été employées, nous admettrons tous les résultats que nous réunirons dans le tableau suivant ³ :

¹ Je ne compte que ceux qui avancent nettement leur manière de voir; de là un désaccord apparent entre ce nombre d'auteurs et celui des naturalistes cités dans le tableau qui suit.

² Voyez, § 8, les objections sérieuses de M. Kölliker à la théorie de M. Leydig.

³ Quelques auteurs, comme Robiquet, ont effectué l'analyse de l'ensemble du corps des insectes, la prudence ne me permet pas de faire figurer leurs résultats dans le tableau.

Dates.	INSECTES.	AUTEURS.	COMPOSITION du liquide sécrété par les tubes de Malpighi, des sédiments, des calculs, etc.	Observations.
1783	Sericaria mori (papillon).	Chaussier.	Acide bombycin (<i>sic</i>), (probablement l'acide urique).	Cœcum.
1815	Sericaria mori (chenille).	Brugnatelli.	Acide urique, urate d'ammonium.	
1818	Sericaria mori (papillon).	Wurzer.	Urate d'ammonium, phosphate de calcium, carbonate de calcium.	
1828	Melolontha vulgaris . . .	Chevreul.	Acide urique, urate d'ammonium, urate de potassium.	
1835	Lucanus capreolus . . .	Audouin.	Acide urique.	Calcul.
1835	Polistes gallica.	Id.	Acide urique.	Poche rectale.
1844	Sericaria mori (papillon).	Lavini.	Acide urique, urate d'ammonium, phosphate d'ammonium (acide acétique, acétate de potassium??), matière organique indéterminée.	Cœcum.
1844	Lépidoptères (en général).	Heller.	Acide urique, urate d'ammonium	
1844	Chenilles.	Lehmann.	Acide urique.	Excréments.
1846	Locusta, Musca	Davy.	Acide urique.	Excréments.
1846	Bombus	Id.	Acide urique, phosphate de calcium.	
1846	Sphinx convolvuli (chenille).	H. Meckel.	Oxalate de calcium.	D'après la forme cristalline.
1851	Sericaria mori (chenille).	Pelilot.	Acide urique.	Poche rectale.
1855	Bombyx rubi (chenille) .	Leydig.	Oxalate de calcium.	D'après la forme cristalline.
1857	Harpyia Milhauseri . . . (chenille).	Schlossberger.	Oxalate de calcium.	
1857	Melolontha vulgaris . . .	Kölliker.	Urate de sodium, leucine.	
1857	Vanessa urticae (chenille)			
1857	Bombyx lanestrus (id.).	Id.	Urate de sodium, urate d'ammonium, oxalate de calcium, leucine.	
1857	Bombyx quercus (id.).			
1857	Yponomeuta evonymella (chenille).			
1857	Meloe violaceus	Id.	Urate d'ammonium, leucine.	
1857	Lamia textor	Id.	Urates, leucine.	
1857	Hydrophilus picus	Id.	Urates, leucine.	
1857	Chenilles (en général) .	Davy.	Acide urique, acide hippurique.	

Dates.	INSECTES.	AUTEURS.	COMPOSITION du liquide sécrété par les tubes de Malpighi, des sédiments, des calculs, etc.	Observations.
1858	Periplaneta orientalis .	Brücke.	Acide urique.	
1858	Periplaneta orientalis .	Basch.	Acide urique.	
1859	Sericaria mori (papillon).	Seguin.	Acide urique.	Cœcum.
1859	Oryctes nasicornis . .	Sirodot.	Acide urique, urate neutre de sodium.	
1859	Melolontha, Cetonia . .	Id.	Acide urique, urate neutre de sodium.	
1859	Dytiscus	Id.	Acide urique, urate de calcium, acide hippurique (avec doute), oxalate de calcium.	
1859	Cossus ligniperda (chenille).	Id.	Acide urique, urate de sodium (avec doute).	
1859	Yponomeuta padella . . (chenille).			
1859	Chenille (indéterminée).	Id.	Acide urique, oxalate de calcium.	
1859	Carabus auratus . . .	Id.	Acide urique.	
1859	Gryllus campestris . .			
1859	Locusta viridissima . .	Id.	Oxalate de calcium.	
1859	Hydrophilus piceus . .	Id.	Urée (avec doute).	
1860	Sericaria mori (papillon).	Seguin.	Acide indéterminé, phosphates terreux, phosphates alcalins, urate d'ammonium (avec doute).	Cœcum.
1873	Dytiscus, Carabus . .	Plateau.	Acide urique, urate de sodium, urate de calcium.	
1873	Dytiscus dimidiatus . .	Id.	Oxalate de calcium, carbonate de calcium, phosphate de calcium, chlorure de sodium (en petite quantité), urates (traces).	Calcul.
1873	Carabus auratus . . .	Id.	Urate indéterminé abondant, phosphate indéterminé.	Calcul.
1873	Dytiscus (larve) . . .	Id.	Oxalate de calcium.	
1873	Hydrophilus piceus . .	Id.	Urate de sodium.	
1873	Melolontha, Oryctes . .	Id.	Acide urique, urate neutre de sodium, oxalate de calcium.	
1873	Cossus ligniperda (chen.)	Id.	Acide urique.	

Si, ensuite, employant les données qui précèdent, nous établissons le parallèle entre les substances rencontrées dans le produit des tubes de Mal-

pighi et celles que l'on trouve soit dans l'urine normale, soit dans l'urine anormale, soit dans les dépôts urinaires de l'homme, des oiseaux, des reptiles et des poissons, nous obtenons le tableau ci-après :

	HOMME.		OISEAUX.			REPTILES.				POISSONS. Corvina ocellata. (Jones.)	INSECTES.	Observations.
	Urine normale.	Urine anormale; dépôts, calculs.	Amblyc. (Yacquet.)	Oiseaux herbivores. (Cottart.)	Oiseaux carnivores. (Cottart.)	Boa (Poult.)	Python. (Dousseaume.)	Tortue laponnaise. (Mancus.)	Test. polyphemus. (Jones.)			
Eau	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Urée	+	+	+	+	..	+?
Créatine. créatinine	+	
Xanthine	+	
Acide urique	+	+	+	+	+	+	+	+	..	+	+	
Urate de sodium	+	+	..	+	
Urate de potassium	+	..	+	
Urate de calcium	+	+	
Urate d'ammonium	+	+	..	+	
Acide hippurique	+	+?
Acides phénique, taurylique	+	
Acides damalurique, damolique	+	
Chlorure de sodium.	+	?	..	+	+	
Chlorure de potassium	+	
Chlorure d'ammonium.	+	
Sulfates.	+	..	+	..	+	+	
Phosphate de sodium	+	+	+	..	* Phosphates alcalins en général.
Phosphate de potassium	+	..	+	
Phosphate de calcium	+	..	+	+	..	+	+	
Phosphate de magnésium	+	+	+	..	* Phosphates terreux indiqués en termes généraux.
Phosph. ammoniaco-magnésien.	+	
Phosphate d'ammonium	+	
Carbonate de calcium	+	+	
Carb. de calcium et de magnésium.	+	+	
Oxalate de calcium	+	+	+	
Fer	+	
Potasse	+	
Ammoniaque	+?	+	..	+	..	+	+	

	HOMME.		OISEAUX.			REPTILES.				POISSONS. Corymba ocellaria. (Jones.)	INSECTES.	Observations.
	Urine normale.	Urine anormale; dépôts, calculs.	Autruche. (VAGBELIK.)	Oiseaux herbivores. (COURT.)	Oiseaux carnassiers. (COURT.)	Bou. (PACOT.)	Python. (BOUSSICAULT.)	Testudo tabulata. (MARCHAND.)	Test. polyphemus. (JONES.)			
Acide silicique	+	
Azotates.	+	
Acide lactique	+	
Acide acétique	+	+?
Acide butyrique	+	
Acide benzoïque.	+	
Acide sulfhydrique	+	
Sucre.	+	
Matières grasses.	+	+	
Albumine	+	+	
Allantoïne	+	
Leucine.	+	+
Tyrosine.	+	
Cystine	+	
Matières colorantes.	+	+	+	+	

Il en ressort d'une manière incontestable que les produits sécrétés par les tubes de Malpighi des insectes ont la plus grande similitude avec ceux qui sont sécrétés par les reins des vertébrés.

Comme, d'un autre côté, ainsi qu'on l'a vu dans le cours de ce Mémoire, aucune tentative ni de la part de M. Sirodot ni de la mienne, pour déceler dans le liquide des tubes malpighiens les réactions caractéristiques de la bile, n'a donné de résultat, j'en conclus que les tubes de Malpighi ne sont ni des organes biliaires, ni des organes urino-biliaires, mais des *organes éliminateurs exclusivement urinaires* ¹.

¹ L'impression de ce mémoire avait été ordonnée, depuis longtemps, par l'Académie, lorsque parut, dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris* *, une notice intéressante

* Tome LXXIX, n° 8, 24 août 1874, pp. 512 et suivantes.

Des organes dépurateurs fonctionnant à la manière des reins étaient indispensables aux insectes et se retrouvent, avec des formes diverses, dans tous les groupes assez bien connus du règne animal. L'existence d'un appareil spécial sécréteur de la bile avait moins d'importance puisque la bile n'agissant, en somme, que comme liquide digestif, il suffisait que les sucs des

de M. E. Heckel intitulée : *De quelques phénomènes de localisation de substances minérales chez les articulés; conséquences physiologiques de ces faits*. L'auteur, après avoir administré pendant quarante jours à divers insectes (*Mantis religiosa*, *Blatta occidentalis*, *Cerambyx heros*.) un mélange de farine et d'arsenic métallique, cherche, par l'appareil de Marsh, l'arsenic dans le tube digestif et ses dépendances. Les tubes malpighiens seuls lui ont présenté ce corps d'une manière très-manifeste.

Admettant, d'une part, que la propriété d'accumuler l'arsenic est « presque caractéristique du tissu hépatique, partout et sous quelque forme qu'il se trouve » * acceptant, d'autre part, la présence d'une partie des éléments constitutifs de l'urine dans les tubes de Malpighi, M. Heckel conclut au cumul physiologique; en d'autres termes, regarde les tubes de Malpighi comme à la fois hépatiques et urinaires.

A notre avis, ces recherches, quoique très-curieuses, ne démontrent point du tout de fonction hépatique dans les tubes de Malpighi: il y a deux espèces de cas d'empoisonnement par l'arsenic, les cas aigus où le poison a été administré à haute dose, les cas chroniques où l'action du poison est lente et prolongée; les expériences de M. Heckel rentrent évidemment dans cette catégorie. Or, les toxicologistes qui ont fait des observations d'empoisonnement chronique chez les vertébrés ont retrouvé l'arsenic dans les urines et même dans le lait des femelles par l'intermédiaire duquel il passait chez les jeunes où il se localisait dans les os **.

Orfila, dans ses études sur l'élimination des poisons, a constaté, dans l'urine, la présence de préparations d'or, d'argent, d'arsenic, d'antimoine, de bismuth, de zinc, de plomb. M. Becquerel a signalé le fer dans l'urine des chlorotiques soumis à l'usage des préparations martiales.

M. Heckel a vu, à la suite de l'administration lente du poison, les tubes de Malpighi contenir une notable quantité de graisse; mais la dégénérescence graisseuse, sous l'influence de l'arsenic, a non-seulement été observée dans le foie, mais encore dans les muscles, le cœur, la rate, les reins (Grohe et Mosler) ***.

L'arsenic diminue la formation de la matière glycogénique dans le foie, mais il diminue aussi la sécrétion de l'urée (Schmidt) ****.

On le voit, les expériences de M. Heckel ne prouvent pas plus en faveur des fonctions hépatiques que des fonctions urinaires. Si, comme la chose me semble évidente, après toutes mes recherches personnelles, les tubes Malpighi ne sont que des organes éliminateurs, on *devait*, après l'empoisonnement, trouver l'arsenic dans les produits de leur sécrétion. Nous savons gré à M. Heckel de nous avoir montré qu'il en est ainsi, en effet.

* Tome LXXIX, n° 8, p. 514.

** L. HERMANN, *Lehrbuch der experimentelle Toxicologie*, p. 229. Berlin, 1874.

*** *Ibid.*, p. 226.

**** *Ibid.*, p. 228.

parois du canal alimentaire eussent, ainsi que je me suis efforcé de le montrer, les propriétés nécessaires pour amener une digestion complète des aliments ¹.

§ 16.

Des noms à donner aux différentes parties du tube digestif.

Les noms donnés, jusqu'à présent, aux différentes parties du tube digestif des insectes étaient tous empruntés à l'anatomie des vertébrés, surtout des oiseaux; mes recherches et celles de quelques-uns de mes prédécesseurs ayant montré que le parallèle établi entre le canal alimentaire des oiseaux et celui des insectes est faux en grande partie, il convient de rejeter définitivement ce que la nomenclature a de vicieux.

Comme je ne veux point jouer le rôle de novateur et que j'ai rencontré ailleurs des dénominations qui m'ont paru convenables, je proposerai ces dernières dont je me suis déjà servi dans mon travail. Le paragraphe actuel a pour but de les justifier.

1. *Glandes salivaires*. — Dénomination à conserver puisque nous avons vu que les glandes en question sécrètent, chez les insectes, un liquide jouissant des propriétés principales de la salive.

2. *OEsophage*. — Dénomination exacte à conserver.

3. *Jabot, proventriculus, ingluvies, estomac, premier estomac*. — Toutes les dénominations rappelant l'estomac des vertébrés doivent être abandonnées, cet organe, dans l'embranchement supérieur du règne animal étant caractérisée par la sécrétion d'un suc gastrique acide qui fait défaut chez les insectes.

¹ J'emprunterai un dernier argument à M. Cornalia *, argument que M. Kölliker a signalé à son tour et qui ne permet pas de considérer les tubes malpighiens comme biliaires : les nymphes immobiles et les lépidoptères à l'état parfait qui, comme le *Sericaria mori* et beaucoup d'autres, ne prennent aucune nourriture, offrent cependant dans leurs tubes de Malpighi une sécrétion des plus actives; quel pourrait bien être ici le rôle d'une sécrétion hépatique?

* *Monografia del Bombice del Gelso*, p. 144.

Bien que chez les insectes carnassiers les aliments subissent déjà une modification profonde dans cette portion du canal, le terme de *jabot* me paraît pouvoir être maintenu parce qu'elle sert effectivement à l'accumulation des matières avalées avant leur passage dans le reste du tube digestif.

4. *Gésier, cardia, proventriculus, deuxième estomac.* — Les mots de proventricule et de deuxième estomac n'ont aucune raison d'être, cardia est mauvais parce qu'il fait supposer l'existence d'un véritable estomac situé au delà. *Gésier* est faux, car il n'y a aucune analogie entre cet appareil et le gésier des oiseaux; non-seulement je me suis efforcé de prouver que le prétendu gésier des insectes n'est pas triturateur, mais M. Jobert¹ vient de découvrir dans le gésier d'un certain nombre d'oiseaux une autre propriété qui manque à celui des insectes, une sécrétion acide ayant quelques-unes des propriétés du suc gastrique.

En conséquence, et me basant sur ce que j'ai exposé §§ 9 et 14, je propose le mot d'*appareil valvulaire*.

5. *Bourses ventriculaires, cæcums gastriques, poches biliaires, vaisseaux hépathiques supérieurs.* — Les mots de *poches biliaires*, vaisseaux hépatiques, ne peuvent être acceptés dès à présent, parce que rien ne prouve que le liquide sécrété par ces organes soit analogue à la bile. Les termes simples de bourses, de cæcums, sont inexacts parce qu'ils partent de l'idée que les appendices en question ne sont point sécrétoires.

Le nom de *cæcums glandulaires* me semble convenable.

6. *Ventriculus, estomac, estomac membraneux, estomac chylique, troisième estomac, ventricule chylique, intestin chylopoiétique, duodenum.* — De même que pour le jabot, toutes les dénominations qui assimileraient la partie du tube digestif comprise entre l'appareil valvulaire (*gésier*) et l'insertion des tubes de Malpighi, à un estomac doivent absolument être rejetées.

Quant à celles qui rappellent la formation du chyle, le duodenum des vertébrés, etc., elles sont certainement plus voisines de la vérité; mais, comme, malgré toutes mes expériences, je ne me crois pas le droit d'affirmer

¹ *Recherches pour servir à l'histoire de la digestion chez les oiseaux* (COMPTES RENDUS DE L'ACAD. DES SC. DE PARIS, t. LXXVII, p. 155; 1875).

l'identité entre cette portion du canal et l'intestin grêle des mammifères, j'ai adopté et je propose le nom d'*intestin moyen* que j'ai rencontré dans le *Manuel d'anatomie comparée* de M. C. Gegenbaur¹ et qui n'entraîne avec lui que l'idée anatomique de la position.

7. *Intestin grêle, duodenum, iléon.* — Le même genre de considérations me fait préférer le terme d'*intestin terminal* employé par M. Gegenbaur² pour toute la section comprise entre l'insertion des tubes malpighiens et l'anus : mais comme, ainsi que le dit l'auteur cité, « elle montre fréquemment une séparation en deux portions dont la seconde est élargie, » je propose ici la dénomination d'*intestin terminal portion grêle*. Tandis que pour :

8. *Gros intestin, réservoir stercoral, côlon, rectum,* j'ai adopté le terme d'*intestin terminal portion large*.

9. *Cæcum, poche cæcale, cæcum rectal,* termes que l'on peut conserver.

10. *Tubes de Malpighi, tubes biliaires, tubes urino-biliaires, tubes urinaires.* — Je n'ai plus à exposer ici pourquoi les termes qui rappelleraient des fonctions hépatiques ou hépatico-rénales doivent être regardés comme impropres. L'expression de *Tubes urinaires* serait des plus exactes; mais je ne vois aucun inconvénient à conserver le nom de *tubes de Malpighi* en souvenir d'un des fondateurs de l'anatomie des insectes.

§ 17.

Résumé.

Les paragraphes sur l'alcalinité du tube digestif, sur le gésier et sur les tubes de Malpighi résument assez bien les trois principaux résultats de mes recherches; mais, à côté de ceux-ci, il est une foule de petits faits secondaires ayant une importance relative réelle et que je ne veux point laisser dans l'ombre. En faire une simple énumération sèche me paraît peu utile; il

¹ Trad. française de M. C. Vogt, p. 582; 4875.

² *Ibid.*, p. 585.

vaudra mieux, ce me semble, grouper le tout sous la forme d'un *résumé général des phénomènes de la digestion chez les insectes*, tel, par exemple, qu'il puisse prendre place dans un précis de physiologie comparée.

Le lecteur voudra bien se souvenir que cet exposé ne comporte rien de fantaisiste; presque tout ce qui pouvait être vu a été observé ou vérifié par nous.

Les insectes sont maxillés ou suceurs; les insectes maxillés sont purement carnassiers, phyllophages ou coprophages ¹. Les carnassiers ou bien happent des proies vivantes au vol, comme le font les odonates et, dans ce cas, utilisent la disposition spéciale de leur lèvre inférieure et de leurs palpes labiaux, ou bien, dévorent par parties, comme les coléoptères, soit des cadavres de vertébrés, soit d'autres insectes terrestres et aquatiques; dans cette opération, les palpes des coléoptères carnassiers n'ont point de fonction appréciable et traînent passivement. Leurs mandibules coupent les bouchées et leurs mâchoires les poussent dans la cavité buccale; on constate, en outre, une alternance très-régulière entre les mouvements de ces deux espèces de pièces. Si la nourriture se compose de chair molle, elle est avalée gloutonnement par bouchées assez volumineuses; si elle comprend des éléments durs, tels que le dermatosquelette d'insectes, elle est généralement soumise à une mastication amenant une grande division.

Les insectes phyllophages coupent le tissu des feuilles en petits fragments affectant une forme carrée ou rectangulaire pour les chenilles de lépidoptères; l'aspect de fines lanières pour les orthoptères. Les coprophages se nourrissent de matières molles déjà divisées par elles-mêmes.

Chez tous les insectes maxillés, la progression des aliments au travers de l'œsophage s'opère sous l'influence de la tunique musculaire de cette partie du canal digestif.

Les insectes suceurs ont généralement les pièces buccales modifiées sous forme de trompe, comme chez les hémiptères et les lépidoptères, par exemple; mais il en est d'autres, comme les larves de Dytiscides, chez lesquels la bouche proprement dite est imperforée et dont les mandibules creuses et

¹ Il est évident que je ne puis entrer ici dans le détail d'une foule de petites exceptions qui me feraient sortir des limites d'un résumé.

présentant un orifice à l'extrémité, communiquent, par leur base, avec la cavité œsophagienne. Le jabot ou ce qu'on nomme la poche de succion manquant chez nombre de ces animaux, entre autres, les Nêpes, les Ranatres, les larves de Dytiscides, on ne peut attribuer l'aspiration des aliments liquides qu'à des contractions suivies de dilatations de l'intestin moyen.

Des insectes appartenant à divers groupes, les libellules, les orthoptères proprement dits, les lépidoptères, avalent de l'air en même temps que les aliments.

A l'origine du tube digestif d'un grand nombre d'espèces existent de véritables glandes salivaires. Lorsque celles-ci ne sont point détournées de leur rôle primitif pour devenir des glandes séricigènes, des glandes à venin, etc., elles sécrètent un liquide neutre ou alcalin possédant, au moins pour l'une des paires de glandes, la propriété caractéristique de la salive des vertébrés de transformer rapidement les aliments féculents en glucose soluble et assimilable.

Chez les espèces où les glandes salivaires font défaut, elles sont presque toujours remplacées par un revêtement épithélial de l'œsophage ou de l'œsophage et du jabot sécrétant un liquide qui peut avoir des propriétés salivaires. (Hydrophiliens.)

Dans un grand nombre de cas (insectes carnassiers, orthoptères), l'œsophage se dilate en un jabot terminé par un appareil valvulaire étroit. Les aliments plus ou moins divisés par les pièces buccales s'accumulent dans ce jabot qui est très-dilatable, y sont imprégnés par des liquides particuliers neutres ou alcalins et y subissent une action digestive évidente ayant pour résultat, chez les insectes carnassiers, la transformation des matières albuminoïdes en substances solubles et assimilables analogues aux peptones, et chez les insectes qui se nourrissent de matières végétales, une production abondante de sucre aux dépens de la fécule. Cette digestion dans le jabot est très-lente et tant qu'elle n'est pas terminée la suite du tube digestif reste vide.

La cuticule du jabot est hérissée de replis squamiformes et de dents chitineuses ne permettant la progression des matières digérées que dans un seul sens.

Lorsque la digestion dans le jabot a pris fin, les matières soumises à une pression énergique de la part des parois de cet organe qui exécutent des

contractions péristaltiques, glissent ou filtrent petit à petit au travers de l'appareil valvulaire (gésier des auteurs) dirigées par les sillons et les saillies chitineuses de celui-ci.

L'appareil valvulaire n'est point un organe triturateur auxiliaire des pièces buccales, car chez les coléoptères carnassiers et les locustiens où il affecte une forme classique, les matières animales ou végétales qui l'ont traversé se retrouvent, après le passage, en parcelles de même forme et de même grandeur qu'avant l'opération.

Chez les insectes qui n'ont ni jabot ni appareil valvulaire, les aliments passent d'une manière continue dans l'intestin moyen.

Les orthoptères possèdent, à l'origine de l'intestin moyen, des poches latérales plus ou moins nombreuses; véritables glandes à large surface, elles sont munies d'un revêtement épithélial sécrétoire produisant un liquide légèrement alcalin jouant probablement un rôle dans l'acte digestif.

Dans l'intestin moyen, les matières alimentaires qui ont résisté à l'action du jabot, ou qui ont pénétré directement dans cet intestin chez les insectes où le jabot et l'appareil valvulaire manquent, sont soumises à l'action d'un liquide alcalin ou neutre, jamais acide, sécrété soit par des glandes locales spéciales, comme chez les orthoptères, soit par une multitude de petits cœcums glandulaires, comme chez beaucoup de coléoptères, soit par une simple couche épithéliale. Il n'a aucune analogie avec le suc gastrique des vertébrés; sa fonction est différente suivant le groupe auquel l'insecte appartient: chez les coléoptères carnassiers il émulsionne activement les graisses; chez les coléoptères hydrophiliens il continue la transformation de la fécule en glucose commencée dans l'œsophage; chez les scarabéiens il produit aussi le glucose, mais cette action est locale, elle se passe dans l'intestin moyen et pas ailleurs; chez les chenilles de lépidoptères il détermine une production de glucose et de plus émulsionne les graisses; enfin, chez les orthoptères herbivores il ne semble plus y avoir formation de sucre dans l'intestin moyen, ce corps serait produit et absorbé en totalité dès le jabot.

L'intestin moyen se vide en général lentement et d'une manière continue dans l'intestin terminal dont la première portion, ordinairement grêle et longue, est très-probablement le siège d'une absorption active. Le revête-

ment épithélial chez certaines espèces semble cependant indiquer qu'il peut s'y passer aussi des phénomènes digestifs secondaires. La réaction du contenu est neutre ou alcaline.

La seconde portion plus large de l'intestin terminal ne joue que le rôle de réservoir stercoral; elle est accompagnée, par exemple chez les coléoptères Dytiscides, les Nèpes, les Ranatres, d'un cœcum volumineux. Ce dernier n'est point une vessie natatoire, ainsi qu'on l'a dit plusieurs fois. Vide ou plein de liquides, il ne renferme jamais de gaz. Le produit liquide sécrété par les tubes de Malpighi vient s'y accumuler et, dans certaines circonstances, y déposer des calculs qui peuvent être très-volumineux. Ces calculs sont oxaliques, uratiques ou phosphatiques.

Quelques substances résistent au travail digestif et sont rendues avec les excréments; telles sont la chitine des téguments des insectes, la cellulose végétale et la chlorophylle que le micro-spectroscope permet de retrouver à toutes les hauteurs dans le tube digestif des insectes herbivores.

Les insectes n'ont rien qui ressemble aux chylifères; les produits de la digestion, sels dissous, peptones, sucre en solution, graisses 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 le long des lignes ventrales et latérales du corps.

Au tube digestif des insectes sont annexées des glandes tubuleuses en forme de longs cœcums, les tubes de Malpighi; ce sont des organes exclusivement dépurateurs et urinaires débarrassant le corps des produits d'usure des éléments organiques. Le liquide qu'ils sécrètent renferme de l'urée (douteux), de l'acide urique et des urates abondants, de l'acide hippurique (douteux), du chlorure de sodium, des phosphates, du carbonate de calcium, de l'oxalate de calcium en quantité, de la leucine, des matières colorantes.

Enfin, près de l'orifice terminal du canal digestif, on observe fréquemment des glandes dites anales. Leur produit est très-variable suivant les groupes, mais il n'a aucun rôle à jouer dans la digestion et n'est pas non plus urinaire.



EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE I.

- FIG. 1. Jabot d'un *Dytiscus dimidiatus*, 6 $\frac{1}{2}$ h. après un repas; il est vide et les aliments sont passés dans l'intestin moyen.
- 2. Jabot d'un *Dytiscus* qui vient de manger.
 - 5. Plis saillants et longitudinaux de la cuticule de l'œsophage d'un *Dytiscus dimidiatus*.
 - 4. Cuticule du jabot d'un *Dytiscus dimidiatus*.
 - 5. Cuticule du jabot d'un *Acilius sulcatus*.
 - 6. Appareil valvulaire (gésier) du *Dytiscus dimidiatus*.
 - 7. Soies qui garnissent le bord d'une des saillies chitineuses de l'appareil valvulaire (gr. 400).
 - 8. Globules graisseux flottant dans le liquide blanc remplissant l'intestin moyen d'un *Carabus auratus*.
 - 9. Cristallisation rayonnée provenant du contenu de l'intestin moyen du *Carabus auratus*.
 - 10. Sulfate de sodium obtenu par l'addition d'eau aiguisée de $\frac{1}{10}$ d'acide sulfurique au liquide provenant de l'intestin moyen du *Carabus auratus*.
 - 11. Sulfate de sodium pur provenant d'une solution acide faible, comme comparaison.
 - 12. Sulfate de sodium provenant d'une solution un peu concentrée.
 - 15. Coupe transversale de l'intestin moyen de l'*Acilius sulcatus* montrant la disposition des cœcums.
 - 14. *a* et *b*, revêtement épithélial de la portion grêle de l'intestin terminal de l'*Acilius sulcatus*.
 - 15. *a*, portion de la partie grêle de l'intestin terminal du *Necrophorus vespillo*.
b, disposition générale des glandes autour de l'intestin.
 - 16. Contenu frais des tubes de Malpighi du *Carabus auratus*.
 - 17. Cristaux d'acide urique obtenus par l'action de l'acide acétique sur le contenu des tubes de Malpighi de l'*Hydaticus transversalis*.
 - 18. Id., id., du *Carabus auratus*.
 - 19. Id., id., du *Dytiscus dimidiatus*.
 - 20. Id., obtenus par l'acide sulfurique au dixième, *Dytiscus marginalis*.
 - 21. Id., id., *Carabus auratus*.

- FIG. 22. Cristaux de chlorure de sodium provenant de l'action de l'acide chlorhydrique sur le contenu des tubes de Malpighi du *Carabus auratus*.
 — 25. Extrémité du cœcum rectal vide de l'*Acilius sulcatus*.

PLANCHE II.

- FIG. 24. *a*, calcul remplissant le cœcum rectal d'un *Dytiscus dimidiatus*.
b, le même, grandeur naturelle.
 — 25. Octaèdres d'oxalate de calcium des calculs d'un *Dytiscus dimidiatus*.
 — 26. Cristaux en groupement rayonnant formés par le liquide des glandes anales d'un *Dytiscus dimidiatus*.
 — 27. Cristaux abandonnés sur une plaque de verre par la solution du produit des glandes anales dans le chloroforme.
 — 28. Tube digestif de la larve du *Dytiscus marginalis*; le cœcum est vide.
 — 29. Le même; le cœcum est distendu par un liquide.
 — 50 et 50^{bis}. Octaèdres d'oxalate de calcium et calculs du cœcum rectal de la larve du *Dytiscus marginalis*.
 — 51. Tube digestif de la *Libellula conspurcata*, *a*, œsophage, *b*, jabot.
 — 52. Montrant la disposition qu'occupaient trois petits calculs uratiques dans l'intestin moyen d'une nymphe de libellule.
 — 53. Glande salivaire en grappe de *Nepa cinerea*.
 — 54. Glande salivaire en tube du même insecte; *a* réservoir, *b* et *c* cellules sécrétoires de ce réservoir.
 — 55. *a*, portion de l'intestin moyen de la *Nepa cinerea*, vu à la lumière directe et à un faible grossissement.
b, éclairé par transmission et à un fort grossissement.
 — 56. Couche épithéliale de l'œsophage de l'*Hydrophilus piceus*.
 — 57. Cuticule de l'œsophage du même.
 — 58. *a*, portion de l'intestin moyen de l'*Hydrophilus piceus*, à un faible grossissement.
b, portion de la surface du même à un plus fort grossissement, montrant la disposition des cœcums glandulaires.
 — 59. Replis de la cuticule de l'intestin terminal de l'*Hydrophilus piceus*; les sillons qui les séparent sont remplis d'une matière pulvérulente noire (faible grossissement).
 — 40. La matière pulvérulente noire a été enlevée en grande partie; sous la cuticule on voit une couche épithéliale de petites cellules hexagonales (fort grossissement).
 — 41. Couche épithéliale située sous la cuticule de l'intestin terminal, portion large (rectum) de l'*Hydrophilus piceus*.
 — 42. Tronçon de tube malpighien d'*Hydrophilus piceus*; de petits calculs cristallins s'y observent.
 — 43. Sédiment des tubes de Malpighi de l'*Hydrous caraboides* traité par l'acide acétique (gr. 400).

PLANCHE III.

- FIG. 44. Cristaux provenant de la cristallisation spontanée à l'air du liquide des tubes malpighiens de l'*Hydrophilus piceus*.
- 45. Cristaux de chlorure de sodium provenant de l'action de l'acide chlorhydrique sur les précédents.
 - 46. Cristaux de sulfate de sodium provenant de l'action de l'acide sulfurique au dixième sur le contenu des tubes de Malpighi de l'*Hydrophilus piceus*.
 - 47. Cristallisation arborescente (matière grasse?) provenant du liquide obtenu en faisant bouillir les tubes de Malpighi de l'*Hydrophilus piceus* avec de l'alcool absolu.
 - 48. Cristaux et calculs des tubes de Malpighi de l'*Oryctes nasicornis*.
 - 49. Cristaux d'acide urique résultant de l'action de l'acide acétique sur le contenu des tubes de Malpighi de l'*Oryctes nasicornis*.
 - 50. Cristaux déposés à chaud d'une solution du sédiment des tubes malpighiens du hanneton dans l'acide chlorhydrique très-étendu (urate de sodium?).
 - 51. Cristaux d'oxalate de calcium? provenant des tubes malpighiens du hanneton après l'action de l'ammoniaque.
 - 52. *a*, cuticule à replis squamiformes du jabot de la *Locusta viridissima*.
b, la même cuticule qui a été d'abord desséchée, puis ramollie à l'eau.
 - 53. Passage du jabot à l'appareil valvulaire (gésier) de la *Locusta viridissima*. L'appareil valvulaire est retourné, la surface interne en dehors. Dans le fond des sillons de gauche il y a des lanières végétales dans la position où on les rencontre en ouvrant l'organe pendant le passage des aliments.
 - 54. Revêtement épithélial du jabot du *Stetheophyma grossum*. La figure additionnelle de droite montre l'aspect que présente ce revêtement à un faible grossissement et vu au travers de la cuticule.
 - 55. Lanières végétales contenues dans le jabot du *Stetheophyma grossum* (grandeur naturelle).
 - 56. Gésier (appareil valvulaire) ouvert du *Stetheophyma* accompagné des glandes.
 - 57. Appareil valvulaire (gésier) du même, distendu par une botte cylindrique de lanières végétales.
 - 58. *a*, revêtement épithélial des glandes de l'origine de l'intestin moyen du *Stetheophyma grossum*.
b, idem, on voit à côté de grosses gouttelettes huileuses qui caractérisent le liquide sécrété.
 - 59. Fragment d'une des glandes à un faible grossissement; on remarque, dans l'axe, la trainée de liquide sécrété.
 - 60. Revêtement épithélial des poches ou glandes latérales de la *Locusta viridissima*.
 - 61. Revêtement épithélial de l'intestin moyen du *Stetheophyma*.
 - 62. Cristaux abandonnés sur une plaque de verre par le liquide dégorgé par une chenille de *Cossus*.

TABLE DES MATIÈRES.

§ 1. — AVANT-PROPOS	Pages. 5
-------------------------------	-------------

CHAPITRE I.

Insectes carnassiers maxillés.

COLÉOPTÈRES.

§ 2. — Dytiscides et carabiques (à l'état parfait)	6
A. — Divisions du tube digestif	7
B. — OEsophage, phénomènes digestifs dans le jabot	<i>ib.</i>
C. — Du gésier	18
D. — Digestion dans l'intestin moyen	20
E. — Intestin terminal	26
F. — Portion grêle de l'intestin terminal	<i>ib.</i>
G. — Tubes de Malpighi, intestin terminal portion large (rectum), cœcum latéral.	27
H. — Glandes anales.	56
§ 5. — Larves de Dytiscides	58

ORTHOPTÈRES ODONATES.

§ 4. — <i>Libellula conspurcata</i> , <i>Æschna grandis</i> (à l'état parfait)	42
§ 5. — Nymphes de libellules	44

CHAPITRE II.

Insectes carnassiers suceurs.

HÉMIPTÈRES.

§ 6. — <i>Nepa cinerea</i> , <i>Ranatra linearis</i>	46
--	----

TABLE DES MATIÈRES.

CHAPITRE III.

Insectes se nourrissant de matières végétales.

Maxillés.

COLÉOPTÈRES.

	Pages.
§ 7. — Hydrophiliens	49
§ 8. — Scarabéiens	59

ORTHOPTÈRES.

§ 9. — Locustiens, Acridiens	65
--	----

LÉPIDOPTÈRES (chenilles).

§ 10. — <i>Cossus ligniperda</i>	80
§ 11. — Chenilles de <i>Liparis dispar</i>	84

CHAPITRE IV.

Insectes se nourrissant de matières végétales.

Suceurs.

LÉPIDOPTÈRES DIURNES A L'ÉTAT PARFAIT

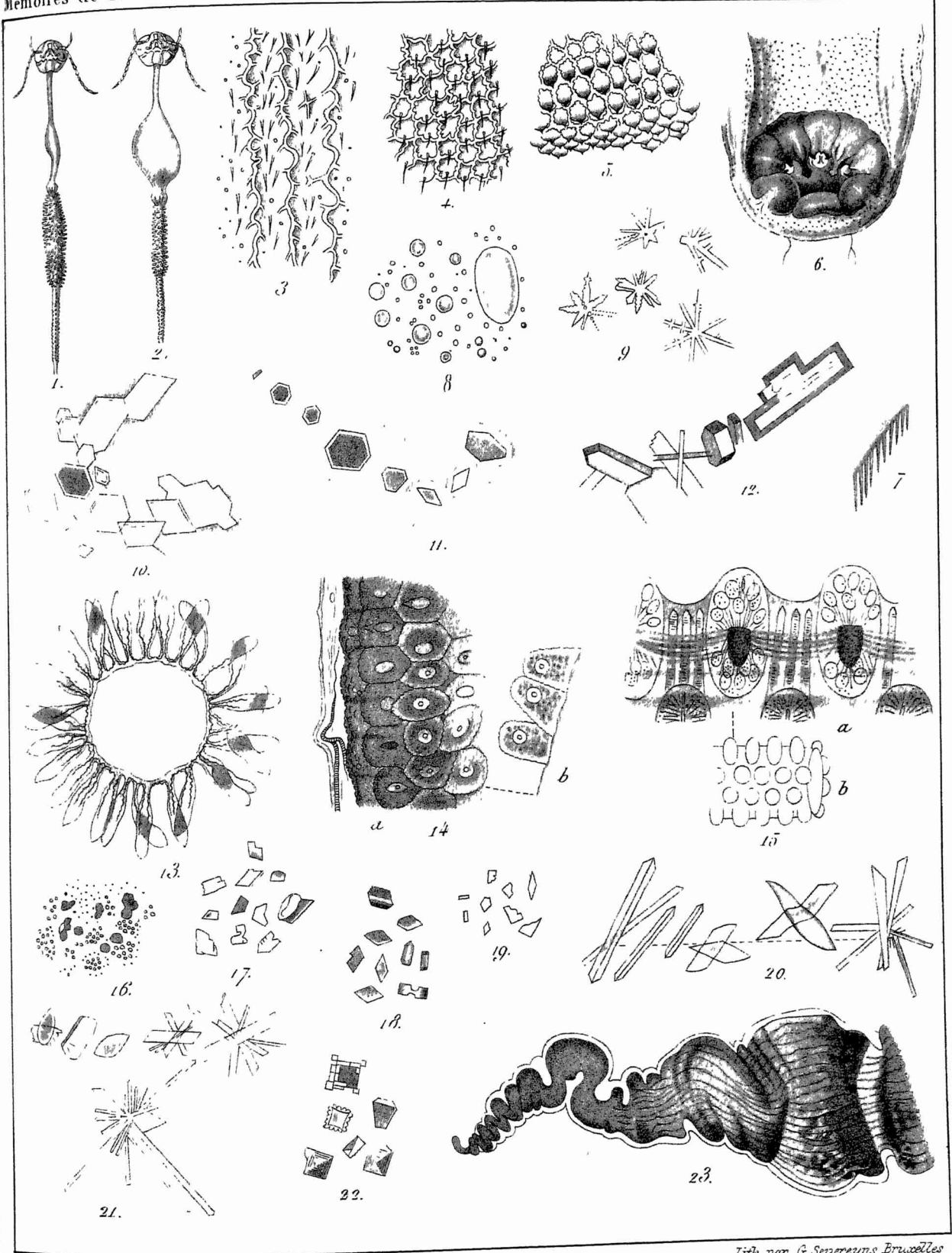
§ 12. — <i>Papilio Machaon</i> , <i>Vanessa io</i> , <i>V. polychloros</i> , <i>V. urticae</i>	92
--	----

CHAPITRE V.

Considérations générales et conclusions.

§ 15. — De l'alcalinité du tube digestif	97
§ 14. — Du gésier.	104
§ 15. — Des tubes de Malpighi.	106
§ 16. — Des noms à donner aux différentes parties du tube digestif	115
§ 17. — Résumé	115
EXPLICATION DES PLANCHES	120





E. Plateau ad. nat. del.

Lith par G. Severeyns Bruxelles

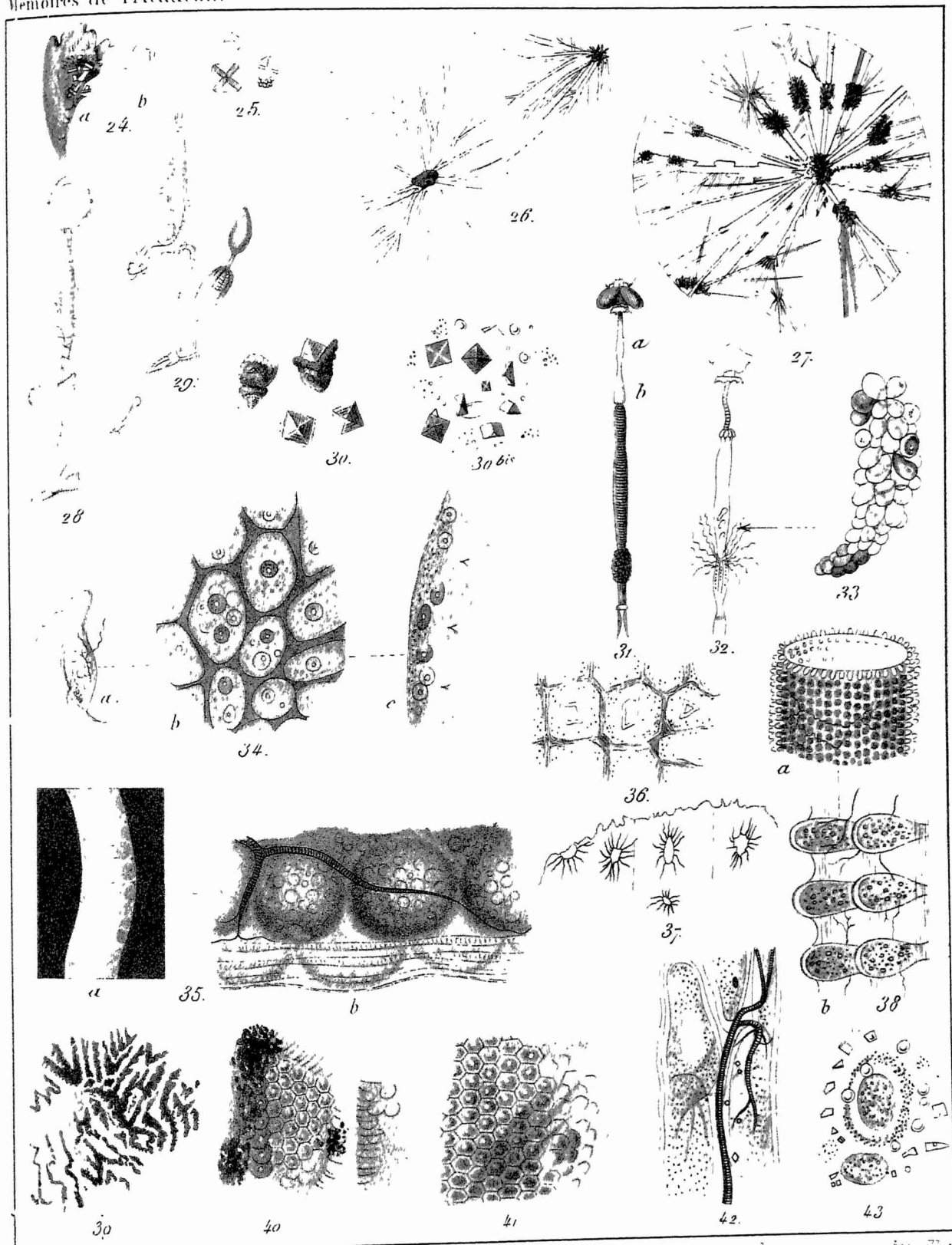
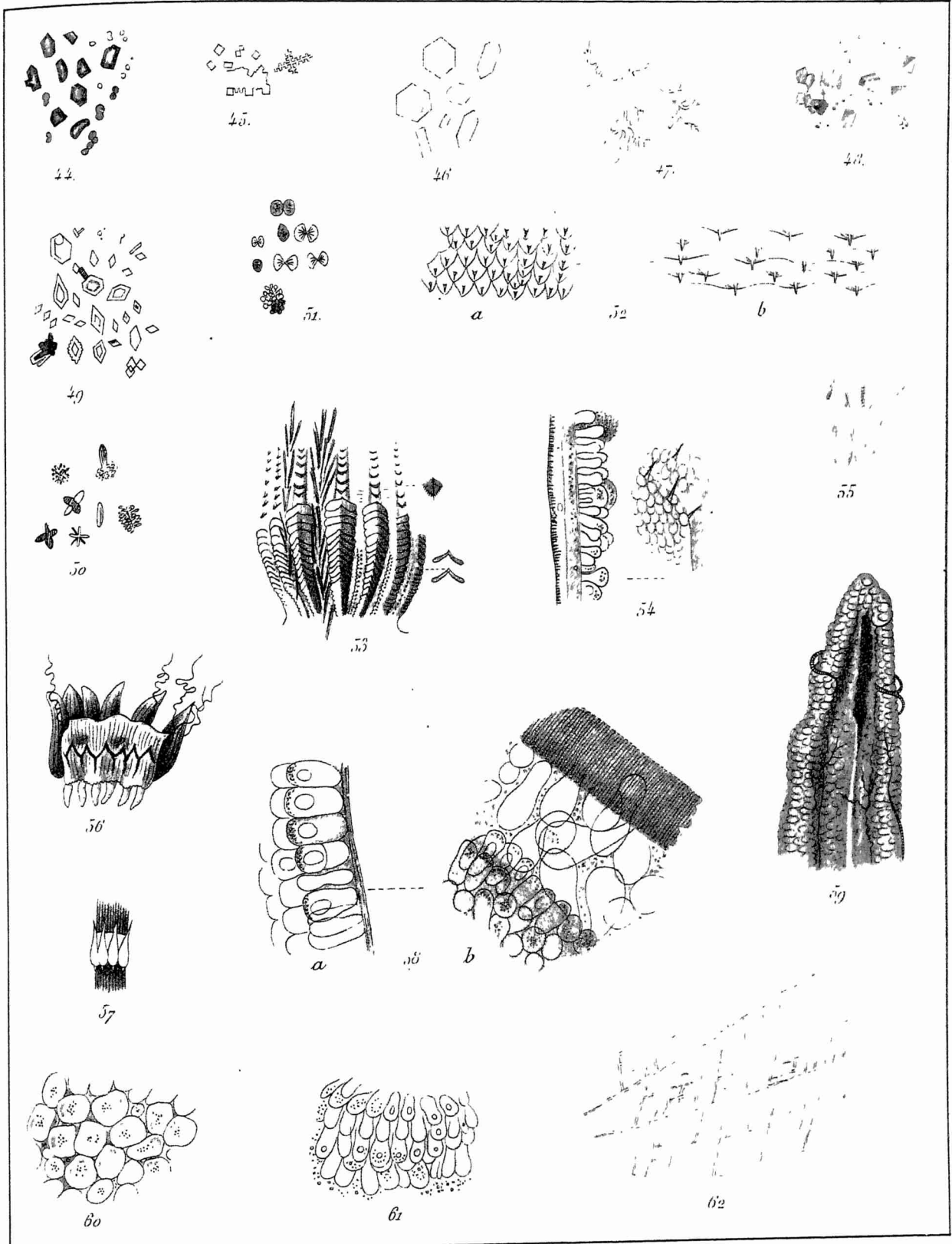


Tableau de la nature.

Tableau de la nature.



J. Plateau ad nat. del.

Letto per. a. l. 1794. 2. 11. 1794