

Werk

Titel: CHAPITRE I

Jahr: 1876

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?129323659_0041 | log16

Kontakt/Contact

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

✉ info@digizeitschriften.de

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 zootomicae*, 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 épaissements 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 baryum 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'ammoniac 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 Dyt-

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 *Zum 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 œnea*.
- 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 grasseuse, 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.