

CHAPITRE 5

Les pièces buccales et l'alimentation des insectes

Paul-André Calatayud et Bruno Le Ru

INTRODUCTION

En observant différentes espèces d'insectes en train de s'alimenter, il est facile de constater qu'il existe plusieurs types de pièces buccales dont les formes et les agencements varient beaucoup d'une espèce à l'autre et parfois même à l'intérieur d'une même espèce. Ainsi, les papillons au stade chenille possèdent un appareil buccal de type « broyeur ». En devenant adultes, ils se métamorphosent en papillons qui, dotés d'une sorte de trompe, appartiennent désormais au groupe des « suceurs-lécheurs ». Chez d'autres espèces, les adultes ne se nourrissent plus, et leurs pièces buccales sont complètement atrophiées. C'est le cas des Ephéméroptères ainsi que de certaines espèces de Plécoptères, Trichoptères, Mégaloptères, Lépidoptères, Strepsiptères, Coléoptères, Diptères et Sternorrhynques (comme les mâles de la cochenille farineuse, *Phenacoccus herreni* [Pseudococcidae]).

Si les insectes ont pu coloniser la plupart des biotopes au cours de leur évolution, c'est entre autres parce qu'ils ont été capables d'exploiter toutes les ressources alimentaires de ces milieux, feuilles, fruits, bois, nectar des fleurs, sève, sang de mammifères, autres insectes. Cette spécialisation a entraîné une adaptation des pièces buccales au régime alimentaire afin d'être le plus efficace possible dans la prise de nourriture.

LES ENTOGNATHES ET LES ECTOGNATHES : DÉFINITION

Les insectes possèdent tous les appendices nécessaires pour couper, broyer, percer, aspirer, « sentir » et « goûter » les aliments. Ces appendices constituent les pièces buccales qui délimitent un espace préoral. Leurs formes et leurs agencements diffèrent d'un groupe d'insectes à l'autre. En fonction de la visibilité de ces appendices par rapport à la tête, on peut classer les insectes en deux grands groupes : les entognathes et les ectognathes. Ces appellations sont relatives à des considérations anatomiques, on ne leur attribue pas aujourd'hui de valeur cladistique, la convergence évolutive des groupes qui constituent ces ensembles étant loin d'être établie.

Les entognathes sont caractérisés par la présence de pièces buccales si bien logées dans la tête qu'elles ne sont pas visibles de l'extérieur. C'est le cas des collemboles, des protozoaires et des diploures. Ces insectes sont considérés comme primitifs comparativement aux ectognathes.

Les ectognathes possèdent, au contraire, des pièces buccales bien visibles de l'extérieur. C'est le cas de la majorité des insectes tels que les Lépidoptères, les Coléoptères... Dans ce type considéré comme le plus évolué, l'orientation de l'espace préoral permet de distinguer trois types de têtes : la tête orthognathe (l'axe de l'espace préoral est

perpendiculaire à l'axe du corps), la tête prognathe (l'ouverture de l'espace préoral s'est déplacée vers l'avant), et la tête opisthognathe (l'ouverture de l'espace préoral s'est déplacée vers l'arrière).

LES DIFFÉRENTS TYPES D'APPAREILS BUCCAUX : « SE NOURRIR À SA FAÇON »

L'appareil buccal des insectes est un ensemble d'appendices, généralement articulés, qui servent à la préhension de la nourriture et à son ingestion. On distingue, d'avant en arrière, le labre, les mandibules, les maxilles et le labium (fig. 5-1). Au sein de ces principales structures, on trouve :

- les palpes (labiaux ou maxillaires) qui sont de petits appendices du labium et des maxilles, comprenant un nombre d'articles variables d'un ordre à l'autre, portant souvent les organes sensoriels du toucher, du goût et de l'odorat, grâce à la présence de poils sensoriels ou sensilles;
- le clypéus qui porte le labre;
- la galea qui est un appendice des maxilles, plus ou moins allongé et qui porte les palpes maxillaires.

Il est souvent possible de deviner ce que mange un insecte en examinant ses pièces buccales. D'après la forme et le fonctionnement de ces

pièces, on peut distinguer les insectes « broyeurs » des insectes « suceurs ».

Les insectes « broyeurs »

Le type primitif, à régime phytophage ou carnivore, se caractérise par des mandibules développées, puissantes et tranchantes, capables de couper et de mâcher des aliments solides, comme des feuilles, des graines ou d'autres insectes. C'est le cas des Coléoptères, des Hyménoptères (fourmis et guêpes), des Blattoptères (blattes) des Raphidioptères, des Plécoptères, des Embioptères, des Dermaptères (les forficules ou perce-oreilles), des Dictyoptères, des Zoraptères, des Chéleutoptères, des Isoptères, des Orthoptères (sauterelles, criquets) et des larves de Lépidoptères.



Insecte broyeur, *Morinus asper* (Coleoptera, Cerambycidae), montrant clairement ses mandibules en forme de pinces (© H. Mouret).

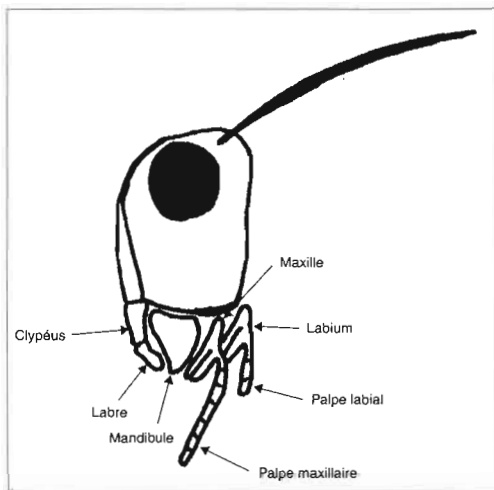


Figure 5-1 - Représentation schématique de l'agencement des pièces buccales chez un insecte « broyeur » constituant l'agencement de base à partir duquel les autres types ont dérivé.

Leurs pièces buccales se caractérisent par la présence :

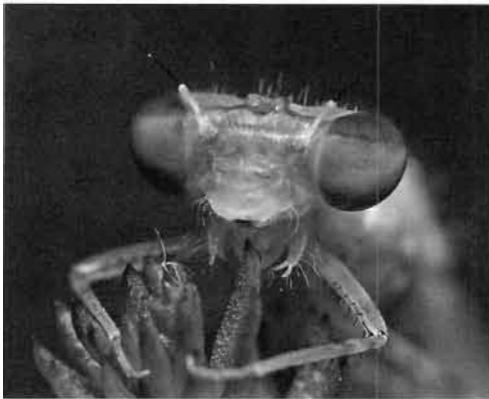
- d'un labre (labrum) qui correspond à la lèvre supérieure (première pièce buccale); il couvre la base des mandibules et forme la voûte de la cavité buccale des insectes;
- d'une première paire de grosses mâchoires très dures, en forme de pyramide triangulaire un peu aplatie, appelées mandibules, utilisées pour couper et broyer la nourriture;
- d'une deuxième paire de mâchoires, les maxilles, utilisée pour mastiquer les aliments;
- d'un labium (correspondant à la lèvre inférieure), qui est une structure simple appartenant

à la langue; il a évolué à partir d'une paire d'appendices, comme le labre, mais porte toujours des palpes, à la différence de ce dernier;

– d'un hypopharynx ou « langue », qui correspond au fond, ou plancher, de la bouche.

Chez les insectes carnivores, les mandibules sont bien développées; leur partie distale incisive prend un grand développement (les Cicindèles par exemple) alors que chez les insectes phytophages, elles sont plus courtes avec une partie proximale molaire (mola) beaucoup plus développée formant une surface triturante (les hannetons par exemple).

Bien que cela n'apparaisse pas au premier abord, on peut retrouver chez tous les insectes les différentes structures observées dans l'appareil buccal de type broyeur, raison pour laquelle il est considéré comme primitif.



Tête de libellule (Odonata, Zygoptera) montrant au premier plan les mandibules en forme de pinces et à l'arrière les palpes labiaux et maxillaires (© Th. Colin).

Les « broyeurs-suceurs »

Certains insectes « broyeurs » se nourrissent exclusivement d'aliments liquides ou liquéfiés, même si parmi eux certains possèdent des mandibules bien développées. C'est le cas des Thysanoptères, de certains Diptères, des larves de dytique et de nombreux Névroptères. La larve de dytique, par exemple, est un prédateur si vorace qu'elle s'attaque même aux têtards de grenouilles et aux poissons de petite taille.

Chacune de ses mandibules en forme de crocs est percée d'un étroit canal au travers duquel la larve injecte de la salive dans le corps de sa proie pour la liquéfier. Elle aspire ensuite l'intérieur de sa proie, devenu liquide, réalisant ainsi une digestion extra-orale.

Les « broyeurs-lécheurs »

Certains de ces insectes « lèchent » leur nourriture avec une « langue » formée par la fusion du labium et des maxilles. C'est le cas des Hyménoptères (les abeilles ouvrières et les bourdons par exemple), dont l'abeille domestique est un parfait exemple : leurs mandibules ne sont utilisées que pour pétrir la cire pour en faire des alvéoles, et non pas pour couper des aliments. Les Trichoptères font également partie des « broyeurs-lécheurs ».



Abeille (*Apis mellifera*, Hymenoptera, Apidae) léchant une gouttelette de nectar (© Th. Colin).

Les insectes « suceurs »

Chez de nombreux insectes, incapables de couper et de broyer des aliments solides, la nourriture est exclusivement liquide. Chez ces insectes appelés « suceurs », les mandibules, les maxilles et certaines autres pièces buccales sont modifiées en stylets. Ces pièces buccales généralement allongées forment un long tube par lequel les aliments liquides sont aspirés. La bouche de ces insectes fonctionne généralement comme une pompe. Le nombre de stylets, leur agencement et leur fonctionnement permettent la distinction de différents groupes.

Les « suceurs-lécheurs » type « suceur-labial »

Chez certains insectes « suceurs-lécheurs », comme les Diptères supérieurs (les Muscides, Syrphidés et Tachinidés), le labium est très développé, formant une trompe molle appelée proboscis. Il est soutenu par des pièces chitineuses et peut se replier en Z sous la tête. Il ressemble à une éponge, terminée par deux lobes ou labelles, perforés de nombreuses pseudotrachées débouchant dans le pharynx et permet de pomper des aliments liquides. Ces insectes sont aussi capables de liquéfier des aliments solides avec leur salive.



Messembrina meridiana (Diptera, Muscidae) suçant la surface de fleurs de berce *Heracleum sphondylium* (Apiaceae) (© Arthropologia).

Les « suceurs-lécheurs » type « suceur-maxillaire »

Les Lépidoptères adultes, dont les pièces buccales comprennent des palpes labiaux et des maxilles allongées, sont également des « suceurs-lécheurs », de type « suceur-maxillaire ». Les maxilles sont soudées l'une à l'autre pour former une sorte de longue trompe spiralée. Au repos, cette trompe est enroulée sur elle-même, sous la tête. Elle se déplie pour aspirer le nectar des fleurs et le jus des fruits fermentés.

Notons quelques exceptions. Ainsi, les Microptérygidés ont gardé un appareil buccal primitif de type broyeur. Par ailleurs, les adultes de certaines

espèces de papillons, comme les Attacidés et certains Noctuidés foreurs de graminées (comme *Busseola fusca* [Lepidoptera, Noctuidae]), ont une « trompe » réduite qu'ils utilisent *a priori* rarement pour se nourrir. Ils vivraient donc de leurs réserves accumulées lorsqu'ils étaient au stade de chenille.

Les « piqueurs-suceurs »

Les insectes « piqueurs-suceurs » possèdent des pièces buccales appelées stylets leur permettant de percer la peau des animaux ou les tissus de végétaux afin d'aspirer les liquides internes.

Certains d'entre eux, comme les cigales et les pucerons, se nourrissent de la sève des plantes. Ainsi les pucerons enfoncent leurs stylets dans les tissus de la plante jusqu'aux vaisseaux phloémiens afin d'y aspirer la sève élaborée. Afin de prévenir la cicatrisation des vaisseaux lors de la prise de nourriture, ils injectent de la salive.



Rostre de cigale (Hemiptera, Cicadidae) (© Th. Colin).

D'autres insectes, comme les punaises des lits, les glossines (ou mouches « Tsé-Tsé ») et les moustiques, se nourrissent de sang. Les moustiques enfoncent leurs stylets dans la peau jusqu'à ce qu'ils rencontrent un vaisseau sanguin afin d'y aspirer le sang. Comme tous les insectes hémato-phages, ils injectent de la salive afin de prévenir la coagulation de ce dernier.

Enfin, d'autres encore, comme les punaises Réduvidés et Belostomatidés, se nourrissent d'insectes. Après avoir piqué une proie, elles lui injectent de la salive pour liquéfier ses tissus et ensuite les absorber.

LES SENSILLES OU « POILS SENSORIELS » DES PIÈCES BUCCALES

La plupart des appendices des pièces buccales sont équipés de sensilles ou « poils sensoriels » de type mécanorécepteurs et chimiorécepteurs (de contact ou olfactifs), qui permettent à l'insecte de toucher, goûter et sentir ses aliments. Ces sensilles sont décrites dans le chapitre 8.

Les insectes « broyeurs » possèdent des chimiorécepteurs de contact sur toutes les pièces buccales à l'exception des mandibules. Ils possèdent également des chimiorécepteurs sur le labre, souvent appelés sensilles épipharyngiennes. Ainsi, les Orthoptères et les Blattoptères présentent un grand nombre de sensilles à l'extrémité des palpes labiaux et maxillaires, jusqu'à 3 000 sur chaque palpe maxillaire par exemple pour *Gryllus bimaculatus* (Orthoptera, Gryllidae). On estime également que les criquets adultes possèdent jusqu'à 16 000 neurones chimiosensoriels sur les pièces buccales. À l'inverse, les chenilles possèdent un très petit nombre de sensilles, de l'ordre d'une dizaine au total.

Les insectes « piqueurs-suceurs » phloémophages, comme les pucerons et les cochenilles, possèdent des chimiorécepteurs à l'extrémité du labium recouvrant les stylets. Il n'y a en revanche aucune sensille sur les stylets. Chez les « piqueurs-suceurs » hématophages, qui utilisent l'extrémité du labium pour râper les tissus avant leur prise de nourriture (comme les insectes du genre *Glossina* [Diptera, Glossinidae] et *Stomoxys* [Diptera, Muscidae]), les sensilles du labium rentrent directement en contact avec le sang. C'est également le cas des insectes en contact avec le nectar comme les Lépidoptères, les Apidés et beaucoup de Diptères.

LES GLANDES ASSOCIÉES AUX PIÈCES BUCCALES

Une paire de glandes, bien que non systématiquement présente chez les insectes, peuvent être associées aux mandibules, maxille et labium.

Les glandes mandibulaires, hypopharyngiennes et maxillaires

Les glandes mandibulaires se rencontrent chez les Aptérygotes, Blattoptères, Mantidés, Isoptères, Coléoptères et Hyménoptères et se présentent fréquemment comme des structures, en forme de sac ouvert, situées à la base des mandibules. Elles sont, par exemple, importantes chez les chenilles de Lépidoptères où elles jouent le rôle de glandes salivaires, mais sont absentes chez les adultes.

Chez les Hyménoptères sociaux, elles assurent la fonction de glandes phéromonales. Chez les abeilles, les glandes mandibulaires des ouvrières sécrètent de nombreuses substances phéromonales mais aussi une partie des composés formant la gelée royale, l'autre partie étant produite par les glandes hypopharyngiennes, tandis que les glandes mandibulaires de la reine inhibent la production des cellules royales.

Les glandes maxillaires sont rencontrées chez les Protozoaires, les Collembolés, les Héteroptères et quelques larves de Névroptères et d'Hyménoptères. Elles sont en général de petite taille, situées à la base des maxilles, et impliquées dans la lubrification des mandibules.

Les glandes labiales

La plupart des glandes labiales ont une structure acineuse mais chez les Lépidoptères, les Diptères et les Siphonaptères (les puces), elles sont situées à l'extrémité d'un tube allongé. Chez les blattes, il existe un réservoir salivaire, alors que chez les Héteroptères, la glande consiste en un ensemble de lobes séparés.

Ces glandes sécrètent le plus souvent des enzymes salivaires facilitant la digestion comme les amylases (hydrolyse de l'amidon), les invertases (hydrolyse du saccharose en glucose et fructose), mais également la progression des stylets des pucerons et cochenilles comme les pectinestérases et galacturonidases. Dans d'autres cas, elles participent aux digestions extra-orales des tissus de plantes par la sécrétion d'amylases et de protéases.

Chez de nombreuses espèces de guêpes et de fourmis, ces glandes participent également aux

échanges de fluides (nutriments et enzymes) avec les larves (la trophallaxie). Cette trophallaxie est le plus souvent orale, mais peut être anale, comme chez les termites. Elle a un rôle très important dans l'évolution du comportement social chez ces insectes.

Enfin, chez les larves de Lépidoptères et de Trichoptères, les glandes labiales produisent de la soie. Ce fil de soie peut servir au déplacement de plante en plante pour les jeunes larves de Lépidoptères (phénomène appelé *ballooning* en anglais), de piste au sol pour les processionnaires du pin, *Thaumetopoea pityocampa* (Lepidoptera, Notodontidae), mais sert dans le cas le plus célèbre à la fabrication du cocon protecteur de la chrysalide (cas du ver à soie, *Bombyx mori* [Lepidoptera, Bombycidae]) et de la nymphe de certains Hyménoptères (cas des guêpes parasites grégaires, *Cotesia sesamiae* et *Cotesia flavipes* [Hymenoptera, Braconidae]).

MÉCANISME ET CONTRÔLE DE LA PRISE DE NOURRITURE

Avant la prise de nourriture, l'insecte effectue une série de séquences comportementales lui permettant d'accepter ou au contraire de rejeter la nourriture (voir partie 4 pour plus de détails). Un criquet, par exemple, prospecte d'abord la surface de la plante avec l'extrémité de ses palpes riche en sensilles ; elles lui permettent de détecter les composés de surface et/ou les volatils, et de savoir ainsi si la plante est toxique ou acceptable comme source de nourriture. Le même type de comportement de « prospection » est observé chez la plupart des insectes phytophages tels que les chenilles de Lépidoptères et les Coléoptères. Il est généralement admis que la décision de prise de nourriture par un insecte dépend d'un équilibre entre la phagostimulation et la déterrence.

Les principaux composés phagostimulants, induisant la prise de nourriture chez les insectes phytophages, sont les sucres hexoses comme le saccharose ainsi que certains composés constitutifs des cires de la cuticule des plantes. Les insectes mono- ou oligophages ayant un spectre de plantes hôtes restreint se nourrissent unique-

ment s'ils reconnaissent les composés caractéristiques de leurs plantes hôtes. C'est ainsi que les chenilles de Lépidoptères et les Coléoptères, se nourrissant de plantes de la famille des Brassicacées (le chou par exemple), sont stimulés par la présence de glucosinolates, des glucosides spécifiques de cette famille végétale. Chez les insectes se nourrissant de nectar, les sucres sont des phagostimulants puissants. Cependant, avant de se nourrir, ils effectuent une série de séquences comportementales comparables aux insectes « broyeurs » de feuilles. Si les tarsi ne détectent pas une certaine concentration en sucres à la surface de la plante, le proboscis n'entrera pas en activité pour la prise du nectar. Chez les « piqueurs-suceurs » hématophages, il y a deux catégories de stimulations : les solutions salines isotoniques qui agissent par contact et la présence de nucléotides (principalement l'ATP) dans le sang.

Les insectes « broyeurs » ont des muscles puissants associés aux mandibules, probablement actionnés par la sérotonine. Le proboscis des insectes se nourrissant de nectar dépend également de l'activité des muscles qui y sont rattachés. Chez les Lépidoptères, le proboscis, en forme de trompe, se déroule par une augmentation de la pression de l'hémolymphe de l'insecte.

Les stylets des insectes « piqueurs-suceurs » phloémophages de petite taille (comme les pucerons, les cochenilles et les aleurodes) pénètrent les tissus de la plante *via* la sécrétion d'enzymes salivaires ; leur progression, principalement intercellulaire avant d'atteindre le phloème, est facilitée par la sécrétion d'une salive visqueuse qui se solidifie pour former une sorte de tunnel (la gaine sétale ou salivaire). La signification de cette gaine n'est pas clairement établie, mais elle doit permettre aux stylets de retrouver facilement leurs trajets vers les vaisseaux phloémiens et de limiter les phénomènes de cicatrisation des tissus de la plante. Chez les phloémophages de grande taille, comme les cigales, le processus est similaire, mais, dans la plupart des cas, les stylets atteignent le phloème en traversant les cellules sans suivre un trajet intercellulaire. Lorsque les stylets atteignent la sève phloémienne,

la différence de pression entre les tubes criblés du phloème et l'atmosphère est telle (de 0,2 à 1 MPa) que la sève jaillit directement dans le canal alimentaire des stylets dont le diamètre est de l'ordre de 1 μm . Chez les insectes xylémophages comme les Cicadellidés et les Cercopidés, une pompe cibariale, bien qu'également active chez les phloémophages, doit agir en permanence pendant la prise de nourriture du fait d'une pression négative du xylème (-2 MPa).

Chez les insectes « piqueurs-suceurs » hémato-phages, la sécrétion salivaire est nécessaire pour inhiber la coagulation sanguine, l'agrégation plaquettaire et la vasoconstriction facilitant ainsi la prise alimentaire. La pression positive du sang de l'ordre de 3 kPa permet aux insectes hémato-phages une prise directe du sang au travers de leurs stylets.

Chez les insectes se nourrissant de nectar, la prise de nourriture se fait par capillarité à l'extrémité du proboscis, puis le nectar est acheminé vers le système digestif de l'insecte à l'aide d'une pompe.

RÉGULATION DE LA PRISE DE NOURRITURE

La plupart des insectes se nourrissent souvent par petites quantités, à intervalles plus ou moins longs (par exemple des intervalles de 15-30 minutes pour les chenilles et de 1-2 heures pour les criquets). Un repas représente en général près de 10% du poids de l'insecte, cependant, dans certains cas, comme les punaises du genre *Rhodnius* (Hemiptera, Reduviidae), la quantité

de sang ingérée dépasse très largement le poids de l'insecte. Les insectes se nourrissant de nectar, sorte de carburant pour le vol, ne prélèvent à chaque fois qu'une très faible quantité comparative-ment à leur poids. Cependant ils en prélèvent souvent, butinant de fleur en fleur. Quant aux Hemiptères, phloémophages comme les xylémophages, ils passent l'essentiel de leur vie à prélever de la nourriture.

La prise de nourriture est influencée par des facteurs internes et externes et gouvernée par le système nerveux central. Elle est favorisée par l'odeur de la nourriture. Elle est plus importante, selon les espèces, soit le jour, soit la nuit. Le système nerveux central, quant à lui, est non seulement « guidé » par le tube digestif (plein ou non, type de nutriments ingérés, riches ou pas en protéines...) mais également par la sensibilité des sensilles des pièces buccales de l'insecte (stimulées par des composés phagostimulants ou au contraire inhibées par des composés répulsifs).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- La plupart des informations de ce chapitre sont issues de Chapman (1998) et de Daly, Doyen et Purcell (1998); ce texte est également inspiré en partie du site web de l'insectarium de la ville de Montréal : <http://www2.ville.montreal.qc.ca/insectarium/toile/nouveau/preview.php?page=3§ion=entos>
- Chapman R.F. - 1998, *The Insects: Structure and Function*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Daly H.V., Doyen J.T. et Purcell III A.H. - 1998, *Introduction to Insect Biology and Diversity*. Oxford University Press, New York.

Calatayud Paul-André, Le Ru Bruno.

Les pièces buccales et l'alimentation des insectes.

In : Sauvion N. (ed.), Calatayud Paul-André (ed.), Thiéry D. (ed.), Marion-Pol F. (ed.). Interactions insectes-plantes.

Marseille (FRA), Versailles : IRD, Quae, 2013, p. 107-113.

ISBN 978-2-7099-1746-9, 978-2-7592-2018-2