

Morphologie externe de l'abeille mellifère (généralités)

Dans le corps des abeilles comme dans le corps de tous les insectes, on peut distinguer trois parties principales ou *tagmes* : la tête, le thorax et l'abdomen.

Nous reviendrons en détail dans les prochaines fiches sur chacun de ces tagmes. Nous verrons également la morphologie interne de l'abeille séparément.



L'exosquelette

Comme chez tous les insectes, le corps de l'abeille est entouré d'un **exosquelette** protecteur (un squelette externe) qui est composé d'une cuticule, une couche externe en trois parties :

- l'**épicuticule** composée de lipoprotéines et de cire qui imperméabilise la carapace;
- l'**exocuticule** composée de protéines durcies et de mélanine qui apporte la coloration de l'enveloppe;
- l'**endocuticule** composée de protéines et de chitine, une substance souple et perméable.

La tête ou prosome

Ce segment a une fonction sensorielle et alimentaire. Il comprend les antennes, les yeux et l'appareil buccal.

Le thorax ou mésosome

Le thorax est généralement d'une coloration pouvant aller du brun au jaune. Il est velu. Ce segment a une fonction locomotrice principale mais sert également à la récolte de pollen.

Il est composé de trois segments principaux qui portent des sclérites, c'est-à-dire des plaques protectrices appartenant à l'exosquelette :

- le **prothorax** avec le **pronotum** (sclérite sur la face dorsale), le **proternum** (sclérite sur la face ventrale) et les **propleures** (sclérites latérales). Ce segment porte la première paire de pattes (pattes antérieures).
- le **mésothorax**. Ce segment porte la seconde paire de pattes (pattes médianes) et la première paire d'ailes (ailes antérieures).
- le **métathorax**. Ce segment porte la troisième paire de pattes (pattes postérieures) et la seconde paire d'ailes (ailes postérieures).

S'ajoutent à ces trois segments un demi-segment dorsal appelé **propodéum** qui peut être considéré comme le premier segment de l'abdomen rattaché au thorax.

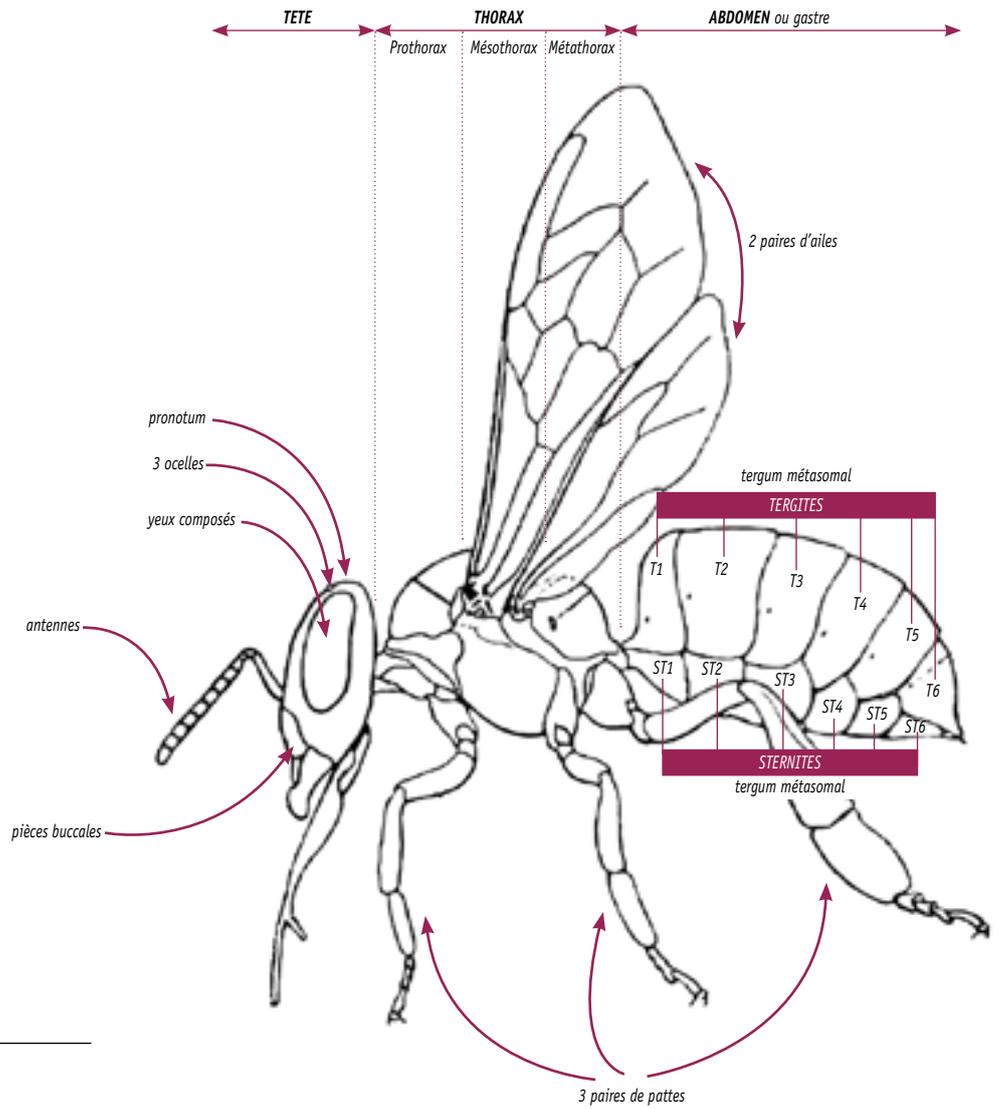
L'abdomen ou métasome ou gastre (abdomen séparé du thorax par une « taille de guêpe »)

L'abdomen est velu, d'une couleur pouvant aller du brun au jaune comme le thorax. L'abdomen est cependant doté de bandes plus claires à la base de chaque segment. L'abdomen assure une fonction reproductive et contient les organes vitaux principaux comme les organes reproducteurs, les organes du système respiratoire, les organes digestifs ainsi que l'appareil vulnérant (dard, etc.). Il est divisé en 6 segments chez l'ouvrière et 7 chez le faux bourdon :

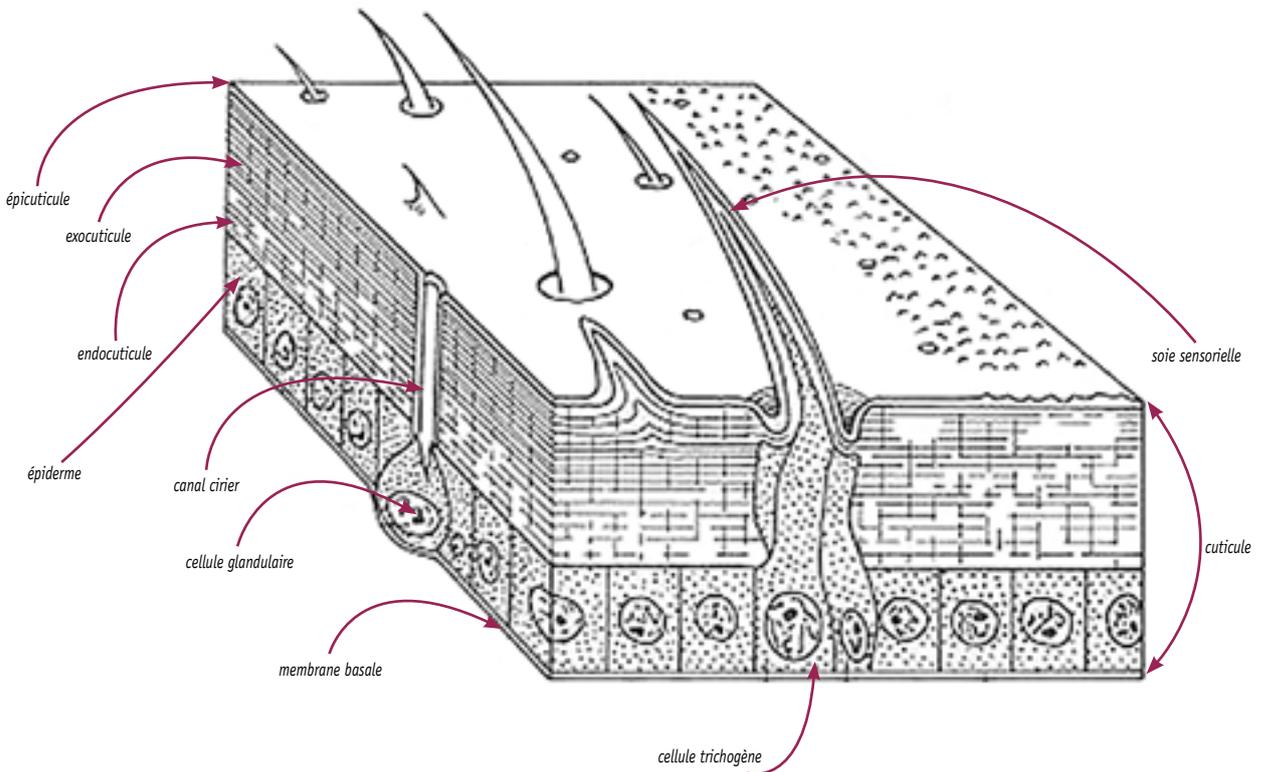
- 6/7 demi-anneaux ventraux, les sternites, qui forment le **sternum**;
- 6/7 demi-anneaux dorsaux, les tergites, qui forment le **tergum**.

A l'extrémité de l'abdomen se trouve la **plaque pygidiale** triangulaire (ou telson), partie terminale du tergum, et l'**appareil vulnérant**.

EXOSQUELETTE



EXOSQUELETTE
coupe de cuticule



Morphologie externe de l'abeille mellifère²

Les yeux

Les yeux des abeilles mellifères, comme ceux de tous les insectes, sont composés de nombreuses facettes appelées ommatidies. Chaque œil à facettes produit une image que le cerveau de l'abeille recompose. Nous sommes loin de la vision unique et lisse des mammifères. Les abeilles voient bien différemment de l'homme. Elles ont une vision adaptée à leur condition de butineur.

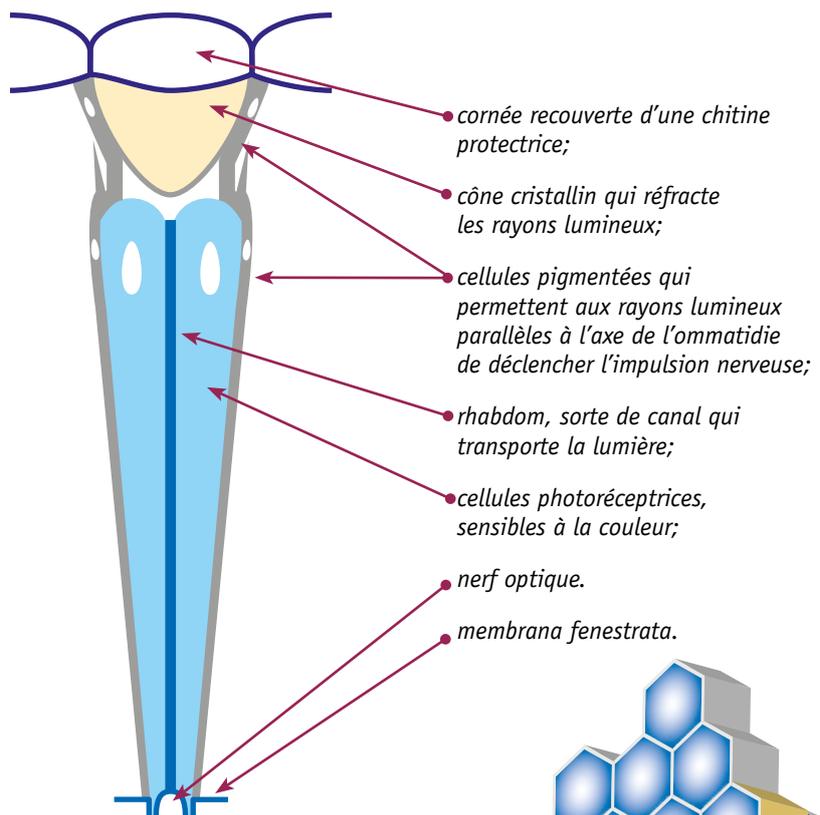
Des yeux à facettes

Pour capter la lumière, les abeilles, comme la plupart des insectes, ont deux types d'yeux. Les ocelles, situés au-dessus de la tête, sont considérés comme des yeux simples qui servent à détecter l'intensité lumineuse. Ils sont au nombre de trois. Pour compléter, les abeilles disposent de deux yeux à facettes placés latéralement sur la tête. L'image renvoyée au cerveau à travers le nerf optique par un œil composé est créée à partir des éléments indépendants produits par chaque ommatidie. L'image recomposée est pixellisée et propose une reconstitution du milieu environnant sur 360°. Les yeux à facettes sont en outre capables de percevoir la lumière polarisée.

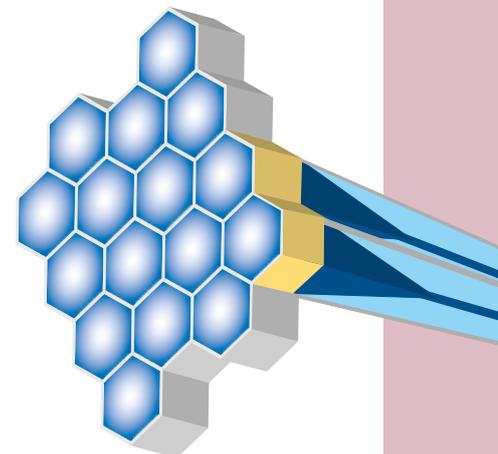
Les ommatidies

Les ommatidies sont des sortes de lentilles. Chaque ommatidie est composée des éléments suivants :

Les ommatidies fonctionnent comme des capteurs visuels qui impriment ce qui se trouve juste en face d'eux. Pour obtenir une image complète, le cerveau de l'insecte doit associer les informations reçues de toutes les ommatidies. Plus le nombre d'ommatidies est élevé, plus l'image reconstituée est précise. Ainsi, chez les mâles qui ont un grand besoin de leur organe visuel pour entrer dans la compétition de la reproduction, elles sont environ



7500 tandis que chez la reine, elles sont seulement environ 3500. L'ouvrière quant à elle dispose de 4500 ommatidies environ. A titre de comparaison, certaines libellules ont jusqu'à 30 000 ommatidies.





Vision de l'homme



Vision de l'abeille

La perception des couleurs

En vol à pleine vitesse (environ 30 km/heure), les abeilles perçoivent le paysage en noir et blanc et focalisent ainsi leur attention sur ce qui leur est utile, c'est-à-dire la perception générale : orientation, obstacles, itinéraire. Lorsqu'elles ralentissent et approchent des sources de nectar, la vision colorée revient. Elle est alors nécessaire pour distinguer les fleurs. Les abeilles perçoivent surtout les ondes courtes,

de 300 à 650 nanomètres. Elles distinguent donc les couleurs du jaune-orange à l'ultraviolet. Par contre, elles ne perçoivent pas les rouges. Il s'avère cependant que certaines fleurs, y compris des fleurs rouges, présentent des détails et motifs ultraviolets imperceptibles à l'œil humain. Cela suffit à les rendre attractives pour les abeilles.

La décomposition des mouvements

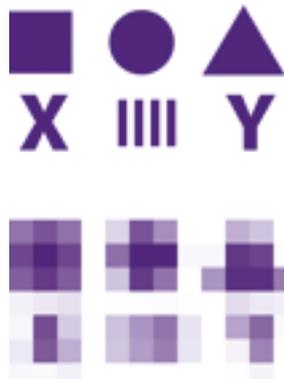
L'œil composé est particulièrement bien adapté à la décomposition des mouvements, jusqu'à 300 images par seconde. Pour obtenir un point de comparaison, l'œil humain se contente de percevoir 30 images par seconde. Les séquences composant les images sont donc très facilement analysées par les abeilles. Elles perçoivent parfaitement les très faibles modifications du mouvement. C'est de la première importance pour des insectes qui doivent percevoir les dangers et les changements dans le champ visuel, prédateurs ou obstacles par exemple.

La perception des formes

Depuis Karl von Frisch, on sait que les abeilles distinguent les formes découpées des formes pleines. Par contre, elles distinguent difficilement des formes découpées entre elles et des formes pleines entre elles. Ceci est dû à l'immobilité des yeux.



Les abeilles peuvent distinguer des formes simples et des formes complexes. Plus la forme a un nombre élevé de côtés pour une même surface, plus elle est attractive pour l'abeille. Une abeille choisira une forme à pétales plutôt qu'une forme ronde.



Le dessin ci-dessus représente des formes simples et plus complexes ainsi que la netteté avec laquelle les abeilles les perçoivent.



➔ **MOTS CLÉS :**

morphologie, biologie, oeil

Morphologie externe de l'abeille mellifère³

Les antennes

L'abeille dispose de deux antennes situées au sommet de la tête. Il s'agit d'organes multifonctionnels, extrêmement sensibles qui fournissent à l'insecte une énorme quantité d'informations qui la relie fondamentalement au monde extérieur : odeur, goût, humidité, température, récepteurs mécano-sensoriels. Privée de ses antennes, une abeille ne peut pas vivre.

Les antennes sont composées de trois parties principales :

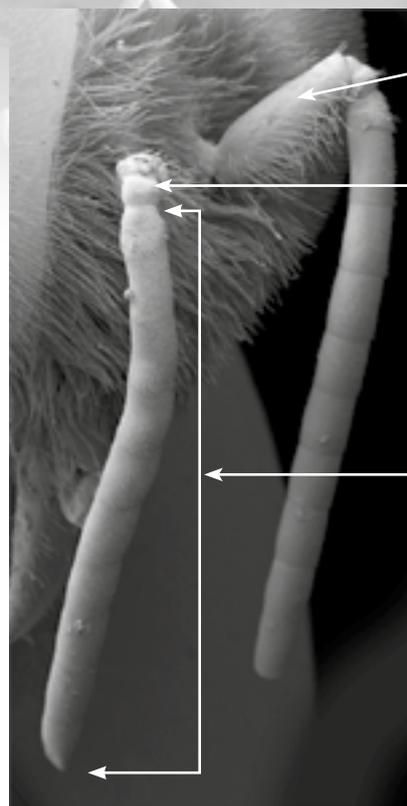
- le scape
- le pédicelle
- le flagelle

Le scape

Le scape est la partie de base des antennes. Dans le scape, les organes campaniformes sont sensibles aux variations de la pression sur la cuticule.

Le pédicelle

Il s'agit plus précisément de la première partie du flagelle à l'articulation avec le scape. Il contient l'organe de Johnston, une collection de cellules sensorielles. L'organe de Johnston détecte le moindre mouvement dans flagellum. Il est particulièrement utile pour capter les informations transmises par les danses des butineuses. Il permet aussi aux abeilles d'évaluer la vitesse en vol via la courbure de l'antenne.



Le flagelle

Le flagelle, ou fouet, est divisé en 11 segments chez l'ouvrière et 12 chez le faux-bourdon. C'est une partie mobile de l'antenne. L'abeille s'en sert pour obtenir des informations, recevoir des messages sensoriels. C'est à la fois un organe du toucher et de l'odorat.

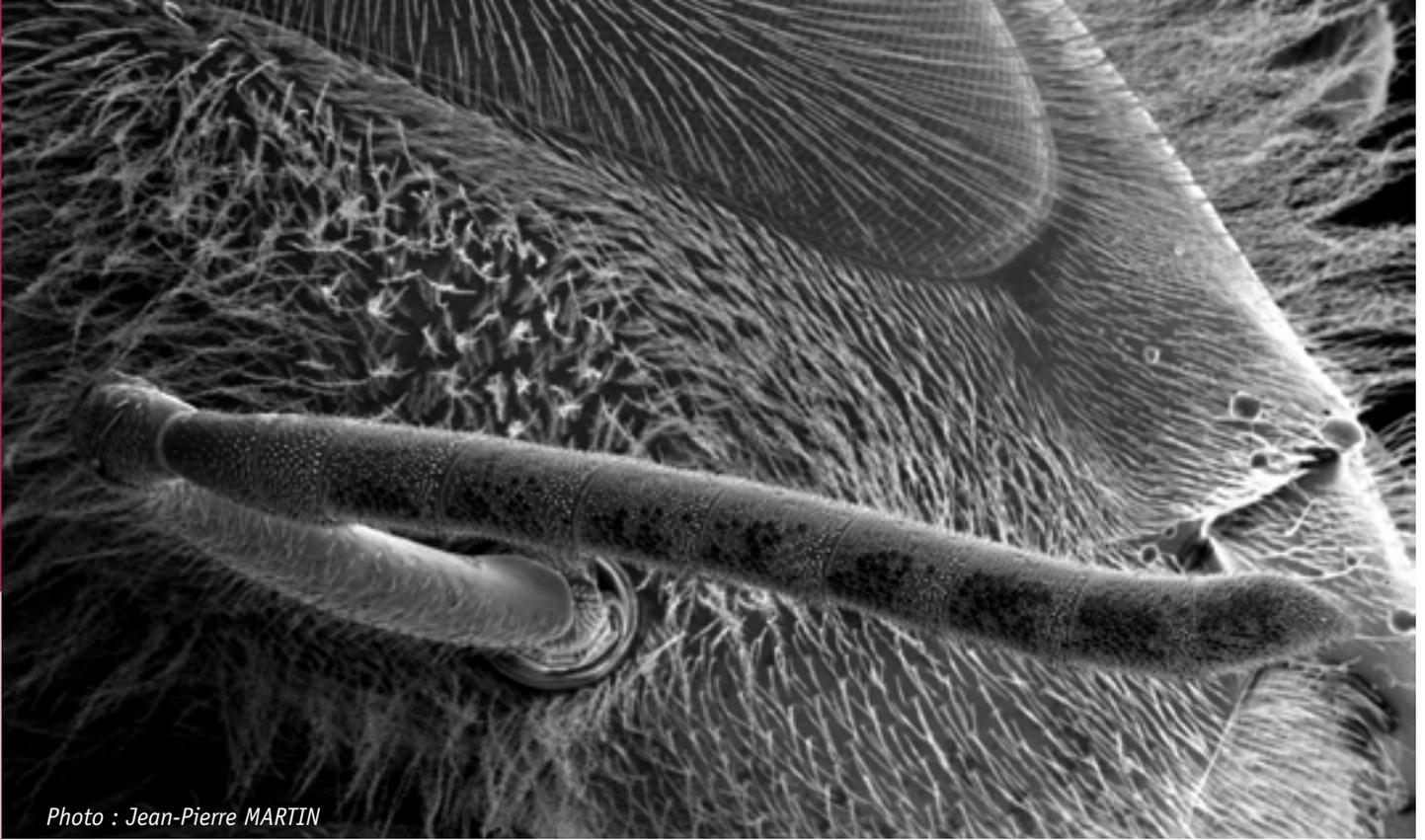


Photo : Jean-Pierre MARTIN

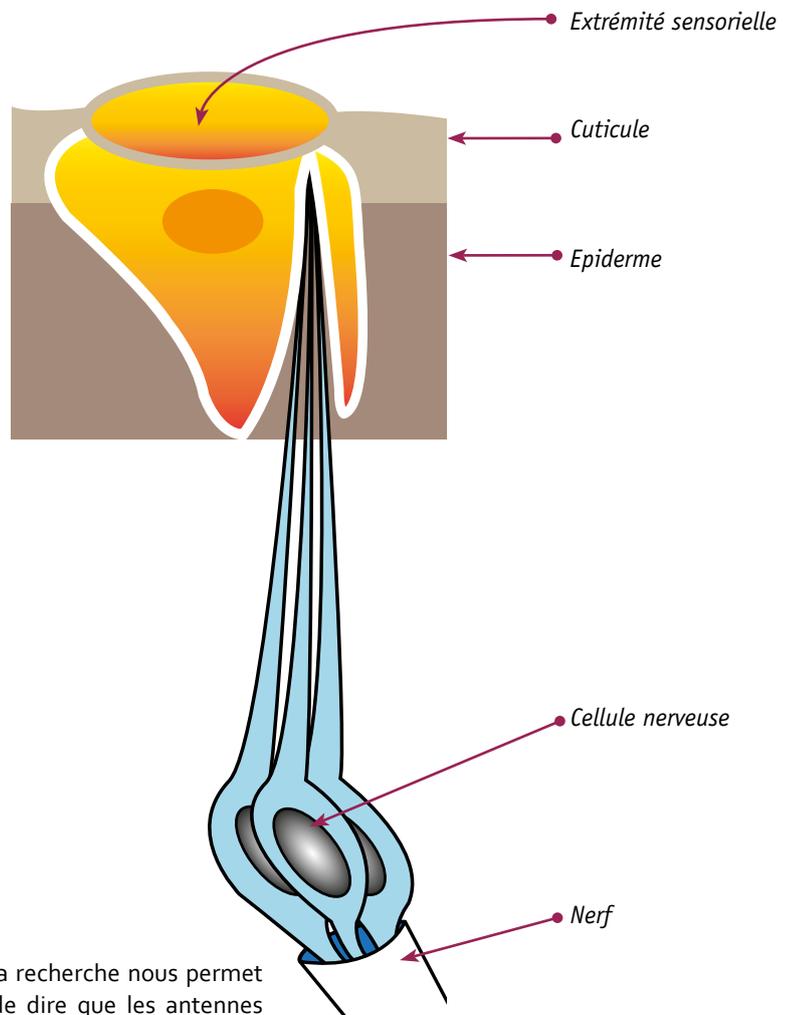
Chaque segment est doté d'organes sensoriels appelés « sensilles ». On peut distinguer 7 types de sensilles sur le flagelle. De formes différentes, elles permettent aux abeilles d'obtenir des informations différentes :

- *sensillum trichodeum* = petits poils à paroi épaisse (a) ► vibrations et phéromones
- *sensillum trideum* = ergots à paroi épaisse (b)
- *sensillum trichodeum olfactorum* = cônes à paroi épaisse (c) ► odeurs
- *sensillum baciconum* = grands cônes à paroi mince (d) ► odeurs (150 par antennes (3^e et 10^e segments))
- *sensillum placodeum* = plaques poreuses (e) ► odeurs (3600 à 6000 sur une antenne d'ouvrière / 3000 sur une antenne de reine / 30000 sur une antenne de mâle (8 derniers segments))
- *sensillum celoconicum* = organes creux (f) ► humidité de l'air
- *sensillum ampullaceum* = organes creux (g) ► humidité de l'air, CO₂

Outre leur fonction première d'organes des sens, les antennes donnent des indications sur l'état des abeilles, par exemple l'état de relaxation qui se caractérise par trois types de comportements antennaires : des antennes immobiles, des antennes se contractant toutes les minutes ou encore des antennes produisant de grands mouvements de balancier.

Par ailleurs, la recherche nous permet maintenant de dire que les antennes des mâles, mieux dotées en sensilles, libèrent des phéromones sexuelles, particulièrement utiles pendant la période de reproduction et la parade nuptiale.

Voir aussi : Abeilles & Cie 151



MOTS CLÉS :

morphologie, biologie, oeil

Morphologie externe de l'abeille mellifère⁴

Les ailes des abeilles

Les abeilles mellifères disposent de deux paires d'ailes fixées au segment postérieur du thorax. Elles sont articulées de manière complexe avec le thorax de manière à permettre un grand nombre de mouvements. Les ailes sont parcourues de petits canaux qui font circuler les nerfs et l'hémolymphe dans toute la structure des ailes. La paire antérieure est plus grande que la paire postérieure. Les deux paires sont reliées par de petits crochets, les hamuli. En vol, les deux paires d'ailes sont ainsi synchronisées pour réduire les turbulences aériennes. Au repos, les deux paires d'ailes sont détachées et se replient vers l'arrière.

Nervures alaires

Les ailes sont dotées de nervures alaires qui permettent d'identifier certains caractères morphométriques de l'abeille. Parmi les indices biométriques, l'indice cubital permet de définir une race et son taux d'hybridation. Il y a cependant d'autres calculs à associer à cet indice pour déterminer les caractères morphométriques (écart discoïdal, longueur de la langue, pilosité, mesure du tomentum par exemple). L'indice est déterminé par le rapport entre la longueur de deux segments (A et B) de la troisième cellule cubitale de l'aile antérieure. Il est nécessaire de faire ce calcul sur une bonne centaine d'ailes d'abeilles d'une colonie pour obtenir des indications fiables.

Le CNRS met à disposition la plateforme de morphométrie Apiclass qui est à la fois un système de mesure morphométrique des ailes et une base de référence (<http://apiclass.mnhn.fr/>).

Muscles alaires

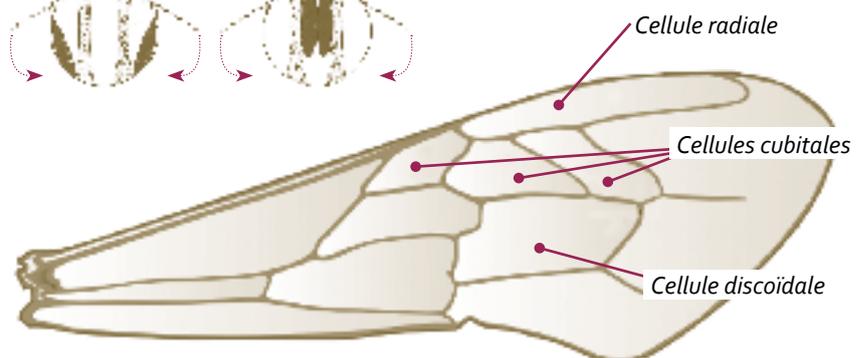
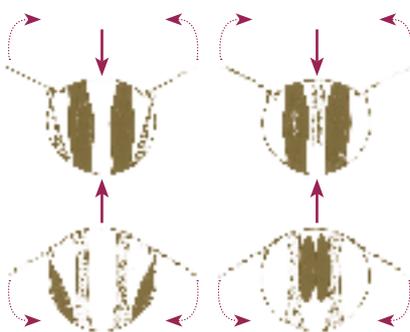
Les ailes d'une ouvrière en vol battent en moyenne 200 fois par seconde. Elles sont mues par les muscles alaires, longitudinaux et verticaux, situés dans le thorax. Ces muscles agissent sur les ailes antérieures qui entraînent à leur tour les ailes postérieures accrochées par les hamuli. Notons au passage que les muscles alaires servent également à produire des vibrations pour informer

la colonie au sein de la ruche et qu'elles sont utilisées pour produire de la chaleur et réguler la température de la colonie en hiver.

Vitesse de vol

L'organe de Johnston situé dans le pédicelle (voir Abeilles&Cie 165) permet aux abeilles d'évaluer la vitesse de vol via l'impact des flux d'air sur la position des antennes. Les soies sur les yeux ajoutent aussi des informations de cet ordre comme la vitesse du vent. L'abeille ouvrière en vol peut se déplacer à la vitesse de croisière de 24 km/h avec des pointes à 32 km/h. La vitesse est liée à la quantité de charge transportée, pollen et nectar. Selon Yves Le Conte (INRA), « une ouvrière vole à 6,5 m/s tandis qu'une ouvrière sans charge vole à 7,5 m/s ». En toute logique, plus elle est chargée, moins elle se déplace rapidement. Une butineuse fait entre 10 et 15 voyages en moyenne par jour pour récolter la nourriture.

Diagramme muscles alaires



Carburant et autonomie

Avant de s'envoler, une butineuse fait le plein de miel dont elle gorge son jabot (environ 30 mg). C'est le carburant nécessaire au vol qu'elle va effectuer. D'un point de vue « économique », il est nécessaire que la récolte soit plus intéressante que la consommation d'énergie en terme de nourriture. C'est la raison pour laquelle les butineuses dépassent rarement un rayon de 2 kilomètres autour de la ruche même si elles ont les capacités d'aller au-delà puisque le miel ingurgité leur donne a priori une autonomie de 60 km. De même, elles vont préférer des zones de butinage offrant de nombreuses fleurs attractives (champs et arbres par exemple).

Régulation thermique durant le vol

Les abeilles en vol doivent réguler leur température. La température du thorax de l'abeille doit dépasser 28° pour lui permettre de voler. Cela permet aux enzymes de contrôler le processus chimique nécessaire aux muscles alaires. Cette température doit par ailleurs être maintenue constante pour l'efficacité musculaire. En vol, le travail musculaire génère beaucoup de chaleur et l'organisme de l'insecte met en place une thermorégulation qui vise plutôt à refroidir qu'à réchauffer le thorax. Cependant, il arrive que les vols se passent dans un contexte plutôt froid, tôt le matin par exemple. L'abeille doit alors parfois atterrir pour se réchauffer en faisant vibrer ses ailes comme elle le fait lorsqu'il s'agit de réchauffer la colonie en hiver par exemple. Elle contracte et relâche ses muscles alaires rapidement pour produire de la chaleur. À l'inverse, par temps chaud, la température du thorax peut vite s'élever. Or, une température de 46-48° est fatale à l'abeille. L'insecte doit absolument réguler le trop-plein de chaleur. Il s'agit alors de transférer la chaleur du thorax vers des parties plus froides du corps. Le transfert s'effectue via l'hémolymphes grâce au système circulatoire. L'abdomen agit comme un radiateur pour évacuer la chaleur du thorax. L'abeille laisse également pendre ses pattes plutôt que de les replier sous son corps pen-

dant le vol, ce qui expose davantage à l'air extérieur la surface ventrale du corps. Cela peut réduire de 1° la température corporelle. En cas de températures extérieures élevées, la chaleur est également éliminée par la tête via la régurgitation de gouttelettes d'eau contenues dans le miel stocké dans le jabot. Cette opération s'observe sur les abeilles alors qu'elles sont posées. Cela peut réduire la température du thorax de 3 à 4°.

Pourquoi voler ?

Pour s'orienter : le vol d'orientation

Pour les butineuses, un vol d'orientation commence par un vol à proximité de l'entrée de la ruche. Puis elles volent plus loin et plus vite à mesure que s'affine l'appréciation qu'elles ont de la position de la ruche dans l'environnement.

Pour s'alimenter : le butinage

En pleine activité de butinage, il n'y a plus d'hésitations et les ouvrières empruntent le chemin le plus direct vers la source de nourriture et pour retourner à la ruche.

Pour que la reine se reproduise : le vol de fécondation

Pendant la période de reproduction, lorsqu'ils sont matures, les mâles s'envolent de la ruche pour rejoindre des lieux appelés « congrégations de mâles » dans lesquels les mâles volent et vrombissent ensemble. Ce sont des lieux de rassemblement qui peuvent se trouver à plus de 2 ou 3 kilomètres des colonies d'origine. C'est de là que les reines vierges s'envoleront pour leur vol de fécondation. L'événement se produit généralement en milieu de journée, par temps calme et clair avec une température d'au moins 20°. Le vol de fécondation royal est précédé d'un vol d'orientation similaire à celui effectué par les butineuses.

Pour que la colonie se reproduise : l'envol de l'essaim

L'essaim (c'est-à-dire entre 10 000 et 20 000 abeilles rassemblées en une sorte de nuage) se rassemble pour s'éloigner d'environ 500 mètres de la

ruche d'origine. Cinq pour cent des abeilles de ce groupe, les plus âgées qui connaissent le mieux les environs, recherchent individuellement un nouveau site de nidification. Lorsque le site est trouvé, le groupe en est averti par un système d'informations spécifiques (sonore, phéromonal et gestuel). Quelques éclaireuses précèdent l'essaim pour rejoindre le nouveau site et accueillent les autres en utilisant les glandes de Nasanov. Dans un premier temps, l'essaim se rassemble en une sphère qui vole très lentement pour s'assurer de la présence de la reine. Puis, dans un second temps, une accélération s'opère en même temps que l'essaim vole plus haut. Les abeilles forment alors un essaim plus clairsemé de forme oblongue.

Références

Yves Le Conte, « Le vol chez l'abeille *Apis mellifera* », *Abeilles & fleurs* n° 648, mars 2004.

Lesley Goodman, *Form and function in the honey bee*, IBRA, 2003.

Jürgen Tautz, *L'étonnante abeille*, De Boeck, 2009.

Mark L. Winston, *The Biology of the Honey Bee*, Harvard University Press, 1987.

Jean Louis, *Etude sur les ailes des hyménoptères II. L'aile de l'abeille domestique (*A. mellifica* L.)*, *Apidologie*, Springer Verlag (Germany), 1970, 1 (3), p. 309-328. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00890292/document>

http://www.cari.be/medias/abcie_articles/112_abeillesnoires_3.pdf

MOTS CLÉS :

morphologie, biologie, ailes, vol



Morphologie externe de l'abeille mellifère⁵

Les pattes des abeilles

Les abeilles mellifères disposent de trois paires de pattes qui servent à se déplacer sur des surfaces lisses ou rugueuses. Elles permettent en outre aux ouvrières d'une part de récolter et transporter le pollen et la propolis et d'autre part de construire les rayons et de travailler la cire.

On peut noter une différence morphologique entre les pattes des ouvrières et celles des mâles et de la reine.

Structure générale des pattes

Chaque paire de pattes est reliée à un segment thoracique différent.

Les pattes sont composées de cinq parties :

- le coxa ou hanche,
- le trochanter,
- le fémur,
- le tibia,
- le tarse composé de 5 articles.

Le coxa ou hanche est le segment qui relie la patte au thorax. Il permet les mouvements avant et arrière.

Le trochanter connecte le coxa avec les segments plus longs de la patte : fémur, tibia et tarse.

Le tarse est le segment final composé de 5 articles :

- 1- basitarse,
- 2- dactyle ou métatarse,
- 3- 3^e tarse (pas de nom particulier),
- 4- allux,
- 5- distitarse.

Le distitarse, le dernier article du tarse, est relié à ce que l'on peut considérer comme une 6^e partie appelée « pré-tarse » qui porte les griffes et un organe adhésif mobile. Ce dispositif permet à l'abeille de marcher sur des surfaces horizontales mais aussi verticales et lisses. Cela permet aussi aux abeilles de s'agripper les unes aux autres. Cet

élément est également précieux pour travailler la cire. En outre, les abeilles peuvent déposer en marchant une substance huileuse incolore que l'on peut assimiler à une empreinte phéromonale

Les pattes des ouvrières

Les pattes des ouvrières disposent de la structure la plus raffinée. Elles sont adaptées aux travaux nécessaires à la colonie d'abeilles, comme la récolte de pollen et de propolis par exemple.

Les pattes avant (première paire) sont petites et proches de la tête. Elles sont dotées de brosses velues dont l'abeille se sert pour nettoyer la poussière, le pollen et les autres corps étrangers susceptibles d'encombrer sa tête. A la jonction du tibia et du premier article du tarse, les pattes avant disposent

Patte antérieure

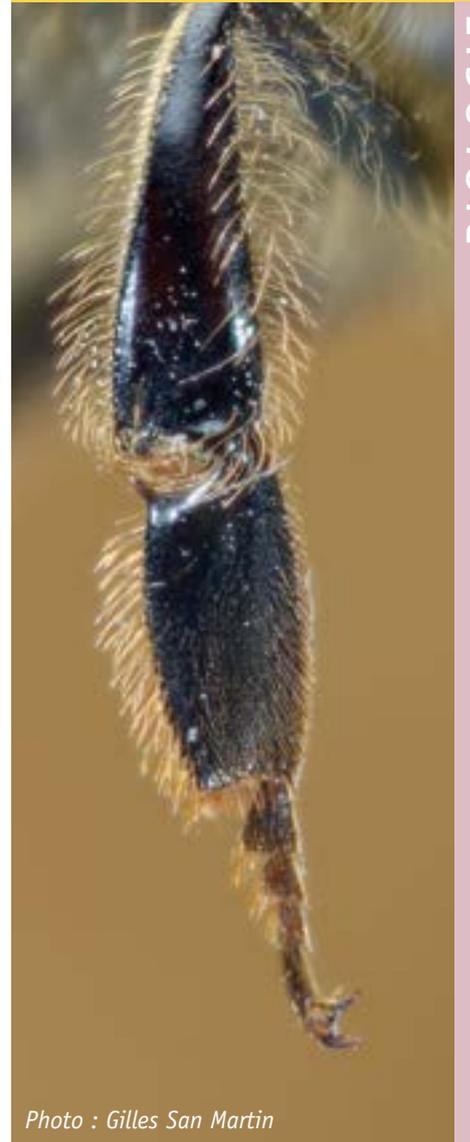
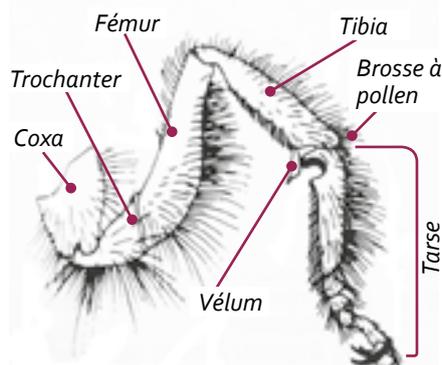


Photo : Gilles San Martin

d'une encoche circulaire adaptée au nettoyage des antennes. Cette brosse permet de conserver des antennes propres pour que les facultés sensorielles ne soient pas altérées. A proximité, sur le tibia, se trouve un éperon articulé appelé vélum qui sert à fermer l'encoche de nettoyage de l'antenne une fois qu'elle est à l'intérieur. Le mouvement de l'antenne dans la brosse circulaire suffit à la nettoyer.

Les pattes médianes (deuxième paire) sont également poilues. Elles ne sont pas équipées d'outils particuliers. Certains auteurs disent qu'elles servent à nettoyer le thorax et à transférer le matériel récolté de l'avant vers les pattes postérieures grâce à une brosse à pollen.

Patte médiane

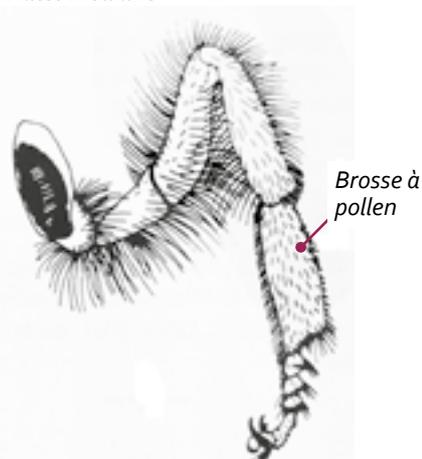


Photo : Gilles San Martin

Les pattes des mâles

Les pattes des mâles, comme les pattes de la reine, sont beaucoup plus simples que celles des ouvrières dans la mesure où elles ne sont pas équipées pour les travaux.

Patte postérieure



Les pattes de la reine



La récolte du pollen

En butinant, l'abeille ramasse de nombreux grains de pollen qui s'attachent à ses poils. Les dispositifs de nettoyage de la toison dont sont équipées ses pattes lui permettent de regrouper les grains de pollen en des pelotes qu'elle rapporte à la ruche.

Avec les pattes avant, l'ouvrière nettoie la partie antérieure de son corps (sa tête). Avec les pattes médianes, elle récolte le pollen déposé sur son thorax et son ventre et récupère le pollen nettoyé par les pattes avant. Tout le pollen est rassemblé sur les brosses à pollen des pattes médianes. Les pelotes de pollen sont ensuite transférées dans les corbeilles à pollen des pattes arrière. Le pollen des pattes médianes est littéralement peigné par les pattes arrière et accumulé en de petites masses faciles à distinguer sur la face extérieure des tibias.

La récolte de la propolis

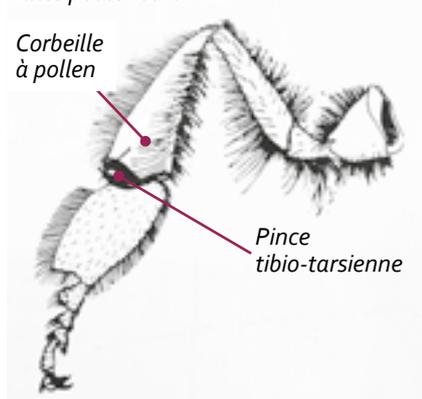
La propolis est récoltée avec les mandibules sur les bourgeons qui la produisent. De petits morceaux sont ensuite prélevés avec les pattes avant. Les pattes arrière ont un mouvement vers l'avant tandis que les pattes médianes pressent la propolis dans la corbeille à pollen. Au retour de l'abeille à la ruche, c'est une autre ouvrière qui décharge la pelote de propolis.

Le travail de la cire

Les écailles de cire sont sécrétées par les ouvrières sous l'abdomen. L'abeille frotte ses pattes arrière sur son abdomen pour prélever ces écailles et les maintenir sur les poils du premier segment de son tarse. Elle porte ensuite sa récolte à ses mandibules qui mastiqueront la cire avant de la déposer au bord d'une cellule à construire, à réparer ou à operculer.

Les pattes postérieures (troisième paire) sont quant à elles bien adaptées à la récolte de pollen et de propolis. La partie proéminente est le **corbicula** ou la **corbeille à pollen** située sur la face extérieure de chaque tibia. Cette même corbeille peut servir au transport de la propolis. Elle a le bord poilu et est munie d'un poil plus raide sur lequel pollen ou propolis peuvent être arrimés. A l'articulation entre le tibia et le tarse se trouve la **pince tibio-tarsienne** qui permet de comprimer le pollen avant de le placer dans la corbeille à pollen. La partie de cette pince située sur le tibia est munie de poils durs qui constituent la **brosse à pollen** tandis que la partie opposée, située sur le tarse, est appelée **poussoir à pollen**.

Patte postérieure



Références

Lesley Goodman, *Form and function in the honey bee*, IBRA, 2003.

Jürgen Tautz, *L'étonnante abeille*, De Boeck, 2009.

Mark L. Winston, *The Biology of the Honey Bee*, Harvard University Press, 1987.

H. A. Dade, *Anatomy and dissection of the honeybee*, International bee research service, 1994.

MOTS CLÉS :

morphologie, biologie, pattes, pollen, propolis, cire

Morphologie externe de l'abeille mellifère⁶

Le système de défense et l'appareil vulnérant

Le système de défense de la colonie d'abeilles s'organise à plusieurs niveaux.

Au niveau de l'individu

- l'abeille est équipée d'un exosquelette,
- elle pratique l'auto-nettoyage,
- son système immunitaire est performant (dans de bonnes conditions environnementales),
- les femelles (ouvrières et reines) sont dotées d'un appareil vulnérant.

Au niveau de la colonie

- un comportement de défense organisé pour protéger le nid :
 - les phéromones d'alarme 2-heptanone (produite par le système mandibulaire) et 4-11-eicosène-1-ol (produite par l'appareil vulnérant),
 - les phéromones d'attaque (acétate d'isoamyle) produites par l'appareil vulnérant,
- le comportement agressif d'une colonie dépend d'un certain nombre de facteurs (comportement de l'intrus, odeurs, vibrations, conditions climatiques, races d'abeilles, période de l'année).

Le comportement agressif d'une abeille commence généralement par un vol d'intimidation puis l'insecte cherche à piquer. Lorsqu'il le fait, une phéromone d'attaque est répandue qui attire d'autres gardiennes qui, à leur tour, peuvent piquer. Cette phéromone d'attaque, l'acétate d'isoamyle, est produite par des cellules bordant la poche à venin.



Le **dard ou aiguillon** présent sur les abeilles femelles se trouve non seulement chez *Apis mellifera* mais chez tous les hyménoptères aculéates parmi lesquels se trouvent guêpes, frelons, bourdons et abeilles sauvages. Chez ces animaux, l'appareil ovipositeur, servant à positionner les œufs pondus, a été remplacé au cours de l'évolution par un appareil vulnérant.

L'appareil vulnérant de l'ouvrière

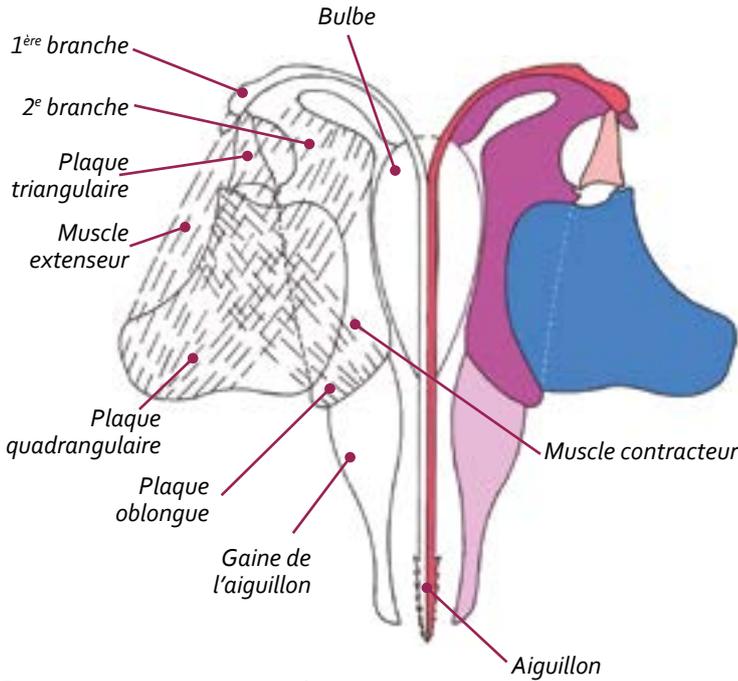
Trois paires de **valves** sont liées aux segments abdominaux 8 et 9 :

- 2 valves ventrales,
- 2 valves dorsales, plus souples, recouvrent les autres paires de valves et sont munies de poils sensoriels,
- 2 valves médianes soudées forment une gaine (un bulbe à la base et un tube creux à l'autre extrémité) avec deux encoches.

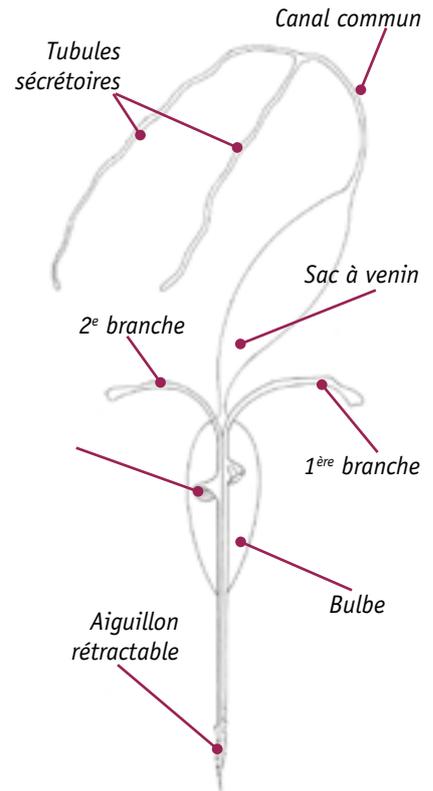
Des **valvifères** articulent les valves aux sternites.



**Appareil vulnérant - Eléments de base
vue face ventrale**



Glande à venin



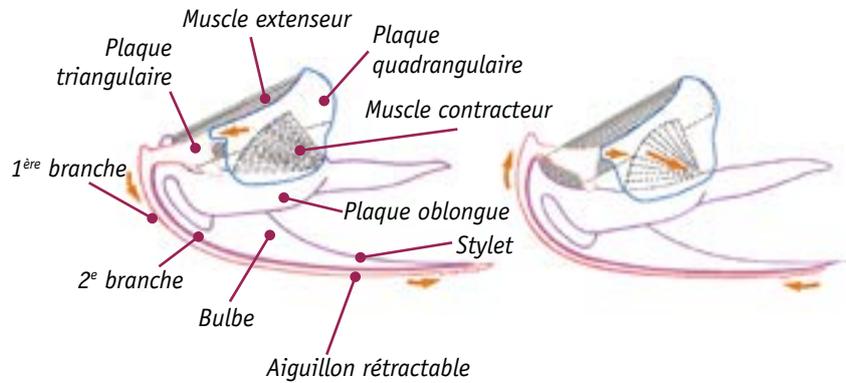
Deux glandes se trouvent à la base du sternite 9 : une glande acide ou venimeuse et une glande alcaline dite glande de Dufour qui se trouve à la base de l'appareil vulnérant.

Les deux glandes sont reliées au réservoir à venin. La glande de Dufour est impliquée dans la production des phéromones d'alarme mais aussi des phéromones de marquage (fleurs visitées). Elle sert aussi à lubrifier l'aiguillon.

Dans sa partie terminale, l'appareil vulnérant est composé d'un **gorgeret** ou éperon dans lequel couissent des soies barbelées ou lancettes qui constituent le dard ou aiguillon de l'abeille. La glande à venin se situe à la base du gorgeret, dans sa partie renflée. Les lancettes jouent le rôle d'un harpon lorsque le dard est planté dans la peau élastique d'un mammifère. L'abeille laisse son aiguillon et une partie de son abdomen mais aussi le sac à venin qui, en se contractant, continue à injecter son contenu pendant plusieurs secondes tandis que les phéromones d'attaque sont libérées. Une abeille pèse 85 mg environ et son sac à venin 4 mg. Lors d'une piqûre, entre 50 et 100 µg de venin sont injectés. La dose augmente si le sac à venin continue de pomper. Il est donc nécessaire de l'enlever rapidement de la peau.

Ce sont les **gardiennes** qui sont proposées aux piqûres pour la défense du

**Coupe de l'appareil vulnérant
vue latérale - illustration du mouvement**



nid. Ces gardiennes sont des abeilles qui s'apprêtent à finir leur vie en devenant butineuses (après le 15^e jour). Environ 20% de cette population passe un jour ou deux à garder la colonie. Les gardiennes se positionnent à l'entrée de la ruche, antennes en avant et mandibules prêtes à mordre. Elles sont chargées de contrôler les entrées dans le nid pour éviter les pillages et les intrusions.

**L'appareil vulnérant
de la reine**

Chez la reine, les soies barbelées sont très petites et moins nombreuses et le

dard est rétracté juste après la piqûre, ce qui a pour conséquence qu'elle ne déchire pas son abdomen comme les ouvrières et peut piquer plusieurs fois jusqu'à ce que son sac à venin soit vide.

Références :

http://oatao.univ-toulouse.fr/818/1/picco_818.pdf
 Thomas D. Seeley, *Honeybee Ecology*, Princeton University Press, 1985.
 Mark L. Winston, *The Biology of the Honey Bee*, First Harvard University Press, 1991.
 Lesley Goodman, *Form and Function in the Honey Bee*, IBRA, 2003.

MOTS CLÉS :

morphologie, biologie, dard

Morphologie externe de l'abeille mellifère⁷

L'appareil buccal (1/2)

L'appareil buccal de l'abeille mellifère est celui d'un insecte de type broyeur-lécheur, ce qui signifie qu'elle peut broyer et malaxer des éléments solides et sucer des aliments liquides.



Jean-Pierre Martin

L'appareil buccal de l'abeille mellifère est composé des éléments suivants :

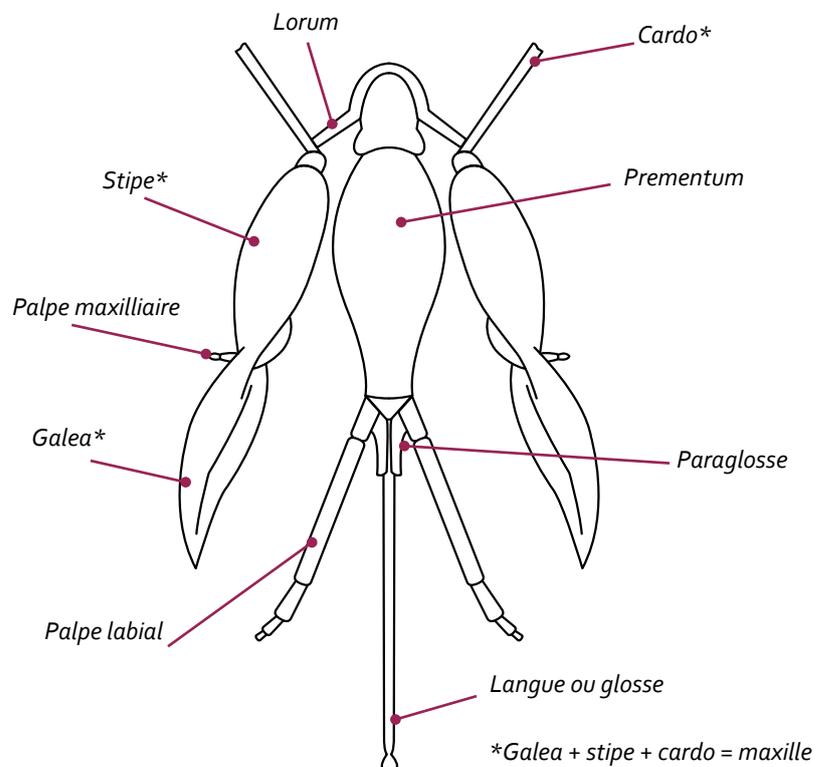
- les mandibules,
- les maxilles ou mâchoires (cardo + stipe + galea),
- les palpes labiaux ou labium, sorte de trompe velue allongée en forme de gouttière,
- la langue ou glosse,
- le flabellum ou proboscis.

L'abeille réalise plusieurs tâches avec son appareil buccal. Il lui sert à :

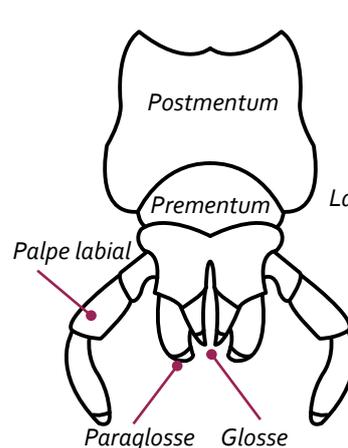
- extraire le nectar des fleurs,
- récolter de l'eau,
- transmettre le nectar aux autres abeilles (trophallaxie),
- faire mûrir le miel,
- nourrir les larves,
- nourrir la reine,
- ingérer les grains de pollen,
- malaxer la cire pour construire des cellules,
- nettoyer les cellules,
- sortir les débris de la ruche.

Le flabellum, la glosse, la galea et le labium constituent le canal nourricier à travers lequel les abeilles aspirent le liquide dans l'appareil buccal. La glosse est velue, en particulier à son extrémité où se trouve le flabellum. Elle peut être étendue pour atteindre une source de nectar qui remonte par capillarité dans les poils qui la recouvrent. La glosse est alors rétractée pour que le nectar soit conduit dans le tube nourricier. Les abeilles ne disposent pas d'un tube nourricier constamment ouvert. Elles manipulent avec leurs mandibules des substances comme la cire ou la

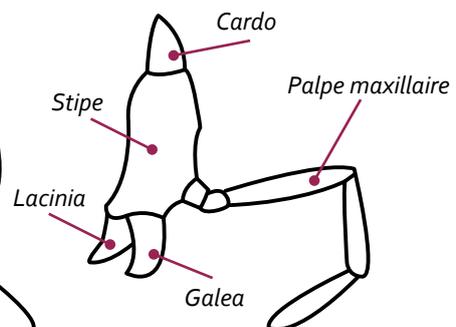
Maxillaire et labium (face postérieure)



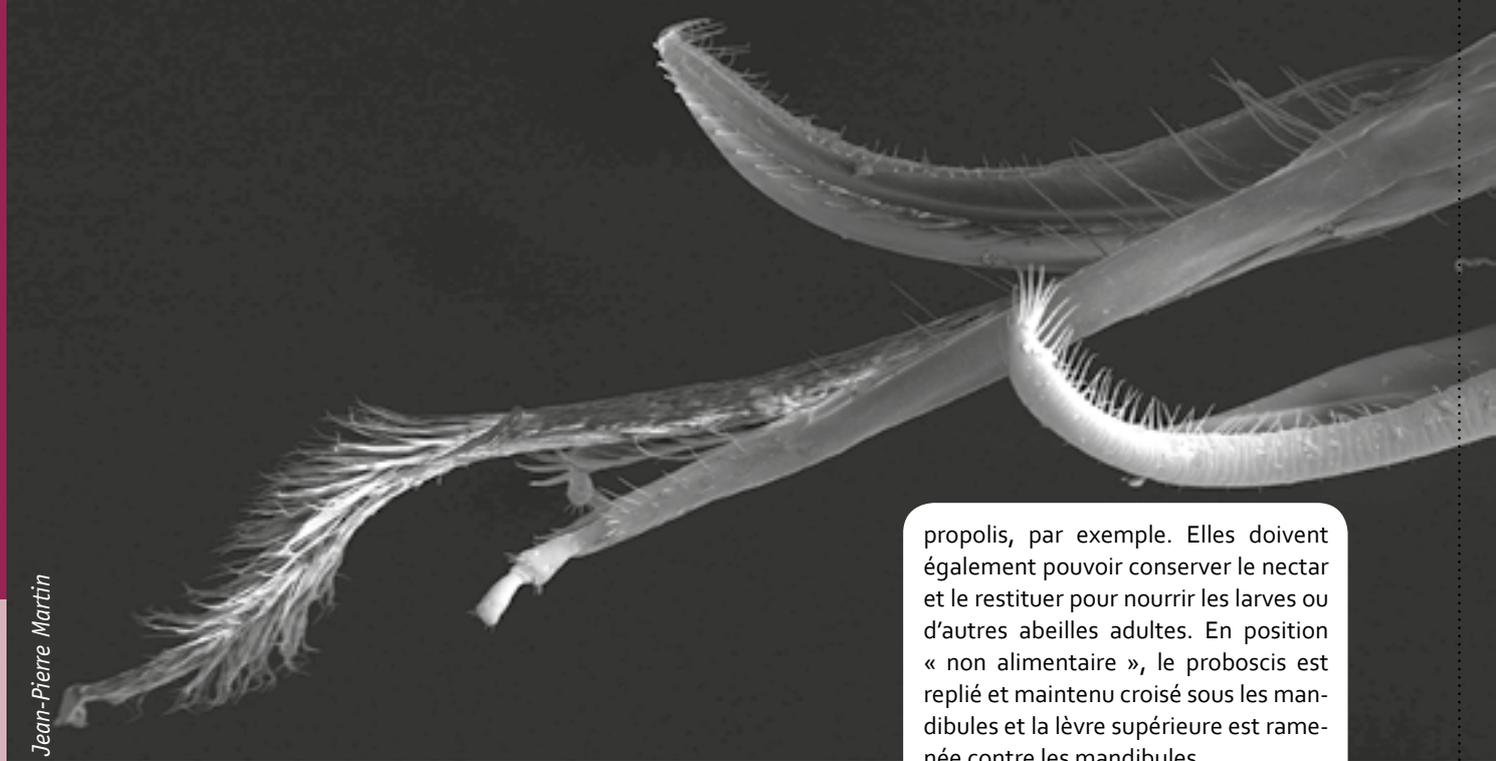
Labium



Maxillaire

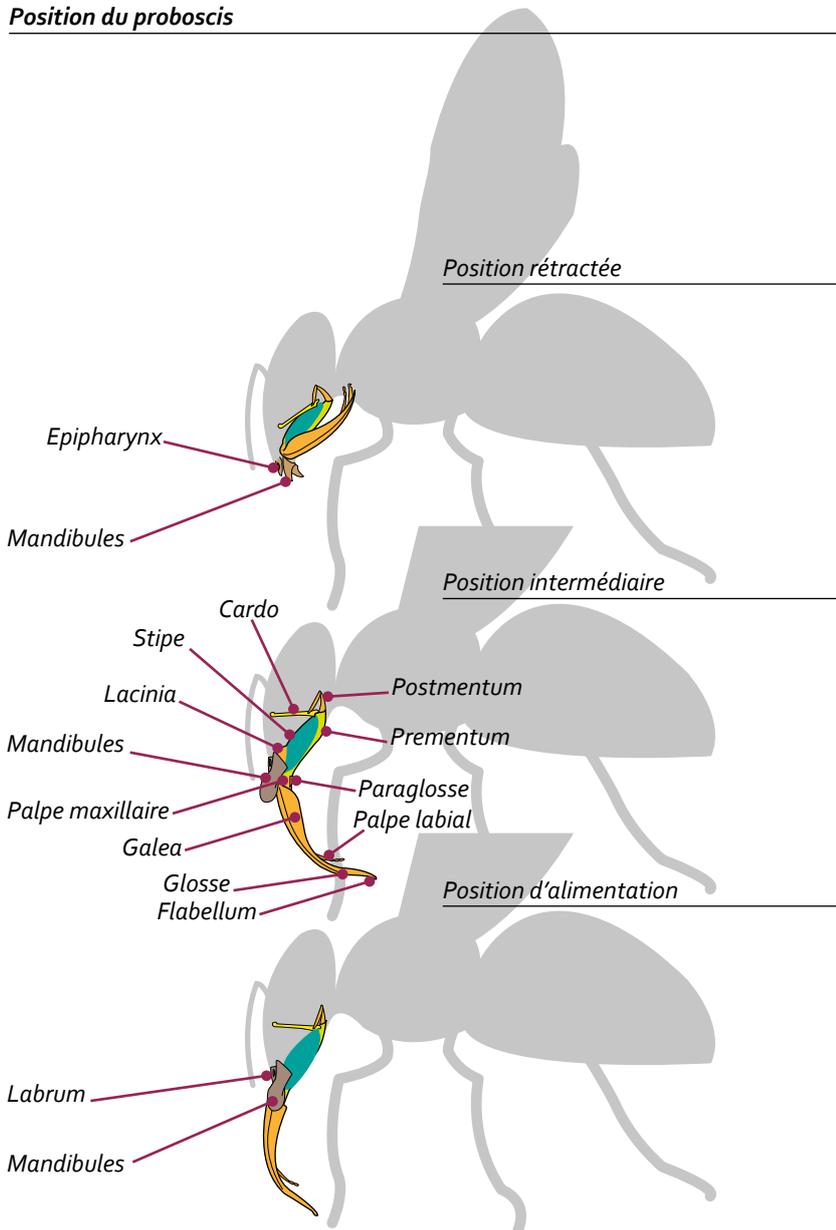


Jean-Pierre Martin



propolis, par exemple. Elles doivent également pouvoir conserver le nectar et le restituer pour nourrir les larves ou d'autres abeilles adultes. En position « non alimentaire », le proboscis est replié et maintenu croisé sous les mandibules et la lèvre supérieure est rannée contre les mandibules.

Position du proboscis



Les deux ou trois premiers jours après l'émergence, les ouvrières sont nourries par **trophallaxie**. L'abeille chargée de nectar commence en palpant les antennes de la jeune abeille avec ses propres antennes pendant qu'elle pousse la pointe de sa langue en direction de la bouche à nourrir. Le contact antennaire est maintenu pendant toute la durée de la trophallaxie. Elle ouvre bien grand ses mandibules en gardant le proboscis rétracté, elle pousse la base du proboscis doucement vers l'avant et régurgite une goutte de nourriture que la jeune abeille récupère avec son propre proboscis étiré vers l'avant. Elle obtient un mélange de miel, nectar et éventuellement pain d'abeilles. La trophallaxie est également pratiquée pour nourrir la reine et les mâles pendant les premiers jours de leur vie.

En dehors de ce phénomène de trophallaxie, les butineuses régurgitent le nectar dans les cellules. Les autres abeilles viennent y prélever leur nourriture. Le pollen est également prélevé à l'aide des mandibules dans les cellules de stockage prévues à cet effet.

Références :

Thomas D. Seeley, *Honeybee Ecology*, Princeton University Press, 1985.
Mark L. Winston, *The Biology of the Honey Bee*, First Harvard University Press, 1991.
Lesley Goodman, *Form and Function in the Honey Bee*, IBRA, 2003.

MOTS CLÉS :
morphologie, biologie, appareil buccal

Morphologie externe de l'abeille mellifère⁸

L'appareil buccal (2/2)

L'appareil buccal de l'abeille mellifère est complexe et parfaitement adapté à sa fonction : pollinisation, construction, nourriture, détection des sources de nourriture.

Les mandibules sont utiles à plus d'un titre. Elles servent à pétrir la cire pour la rendre propre à la construction des cellules. Elles permettent de collecter la propolis sur les bourgeons et à la travailler pour l'utiliser dans la ruche. Elles sont également utilisées pour prendre du pollen dans les réserves de la colonie pour s'en nourrir ou nourrir les larves. Enfin, elles sont des outils fondamentaux pour les travaux de nettoyage des cellules et de la colonie.

Le proboscis (que l'on pourrait appeler la trompe) atteint, lorsqu'il est complètement étendu, environ 6 mm chez l'ouvrière d'*Apis mellifera*. A titre de comparaison, voici la longueur du proboscis chez d'autres hyménoptères :

<i>Bombus terrestris</i>	7,6/8,8 mm
<i>Bombus lapidarius</i>	8,4/10,6 mm
<i>Bombus sylvarum</i>	9,2/12,3 mm
<i>Bombus hortorum</i>	12,8/16,1 mm
<i>Andrena nitida</i>	3,5 mm
<i>Osmia rufa</i>	7/9 mm
<i>Colletes daviesanus</i>	2,5/3 mm
<i>Anthophora plumipes</i>	13 mm

La longueur du proboscis détermine le type de fleurs visitées en lien avec la forme des nectaires. L'abeille doit être en mesure d'atteindre la base du tube floral pour accéder au nectar. Il est utilisé pour ingérer tous les liquides : nectar des fleurs, miel, eau. Il fait office de pompe. Le glosse opère un mouvement d'avant

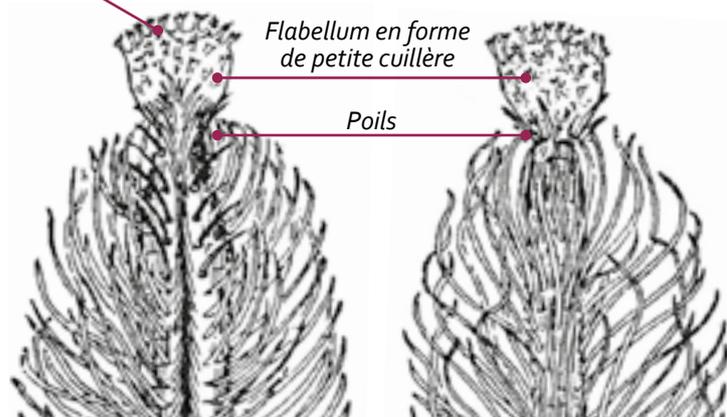
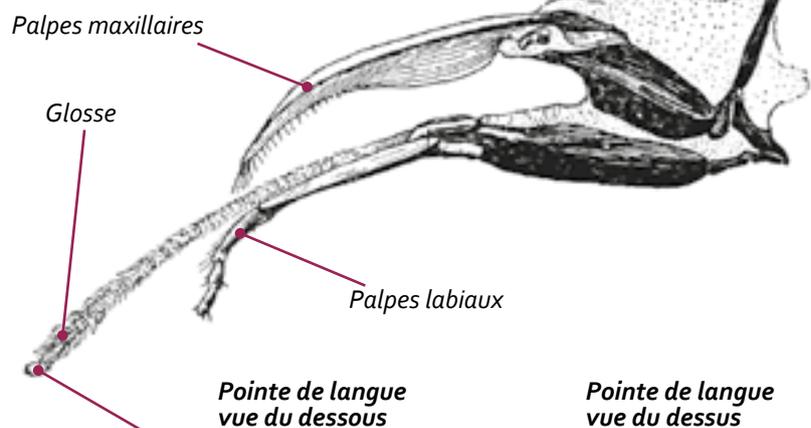


Jean-Pierre Martin

en arrière pour sucer le liquide. Les poils qui couvrent le glosse et son extrémité en forme de petite cuillère (*flabellum* ou *labellum*) permettent une absorption du liquide par capillarité. La viscosité du nectar influence l'absorption à chaque cycle de succion (plus ou moins 4/5 cycles à la

seconde). Dans le cas où l'accès au liquide est possible sans l'extension du glosse, c'est tout l'ensemble, et plus seulement l'extrémité, qui sert à l'ingestion du liquide. Il n'y a alors plus de phénomène de succion et l'ingestion est beaucoup plus efficace.

Vue latérale du proboscis



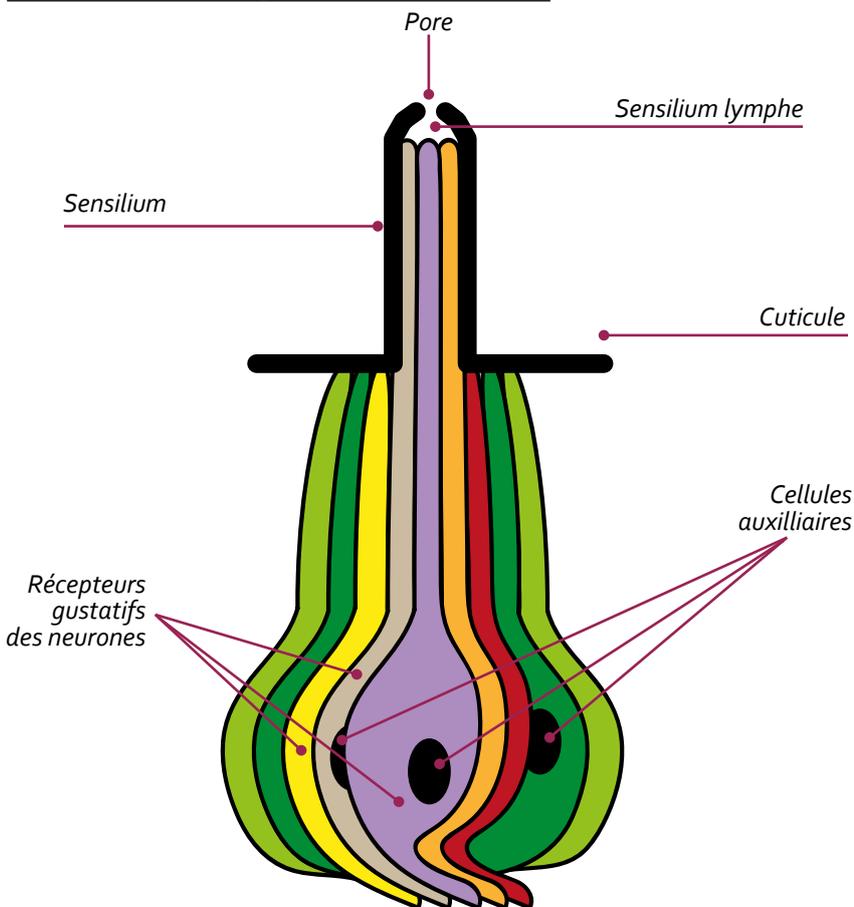
Le glosse sert aussi à la récolte de pollen. Les poils du glosse capturent les grains de pollen. L'abeille brosse ensuite son proboscis avec ses pattes antérieures pour le récupérer et en faire une pelote.

L'appareil buccal de l'abeille contient aussi des **chémorécepteurs de contact** c'est-à-dire des cellules nerveuses pour détecter des stimuli externes olfactifs. Ils se situent sur le galea du palpe maxillaire, sur les palpes labiaux, le proboscis et le glosse. On les appelle également des sensilles. Ce sont des sortes de poils et de petits pitons. Chaque sensille est innervée. Les pores se situant à la pointe de chaque sensille sont remplis d'un liquide visqueux. Au contact de la nourriture, les molécules se diffusent dans le liquide et sont envoyées jusqu'aux dendrites

neuronales. Les abeilles perçoivent le sucré, le salé, l'acide et l'amer. Elles disposent également de cellules détectant l'eau et les acides aminés. Le système est extrêmement élaboré. Les récepteurs de goût ne se situent pas exclusivement dans l'appareil buccal mais se trouvent également sur les antennes ou les pattes (tarses) de l'insecte.

Chaque cellule présente dans une sensille répond plus particulièrement à un type chimique défini. On trouvera donc la cellule du sel, la cellule du sucre, etc. Selon les individus, des cellules de détection induisant un comportement de répulsion par rapport à la nourriture sont également plus ou moins présentes et efficaces. Il peut s'agir de détecter des mécanismes biochimiques protecteurs en provenance des plantes par exemple.

Schéma d'une sensille gustative



Références :

André Pouvreau, Les insectes pollinisateurs, Opie et Delachaux et Niestlé, 2004.

Mark L. Winston, The Biology of the Honey Bee, First Harvard University Press, 1991.

Lesley Goodman, Form and Function in the Honey Bee, IBRA, 2003.

MOTS CLÉS :

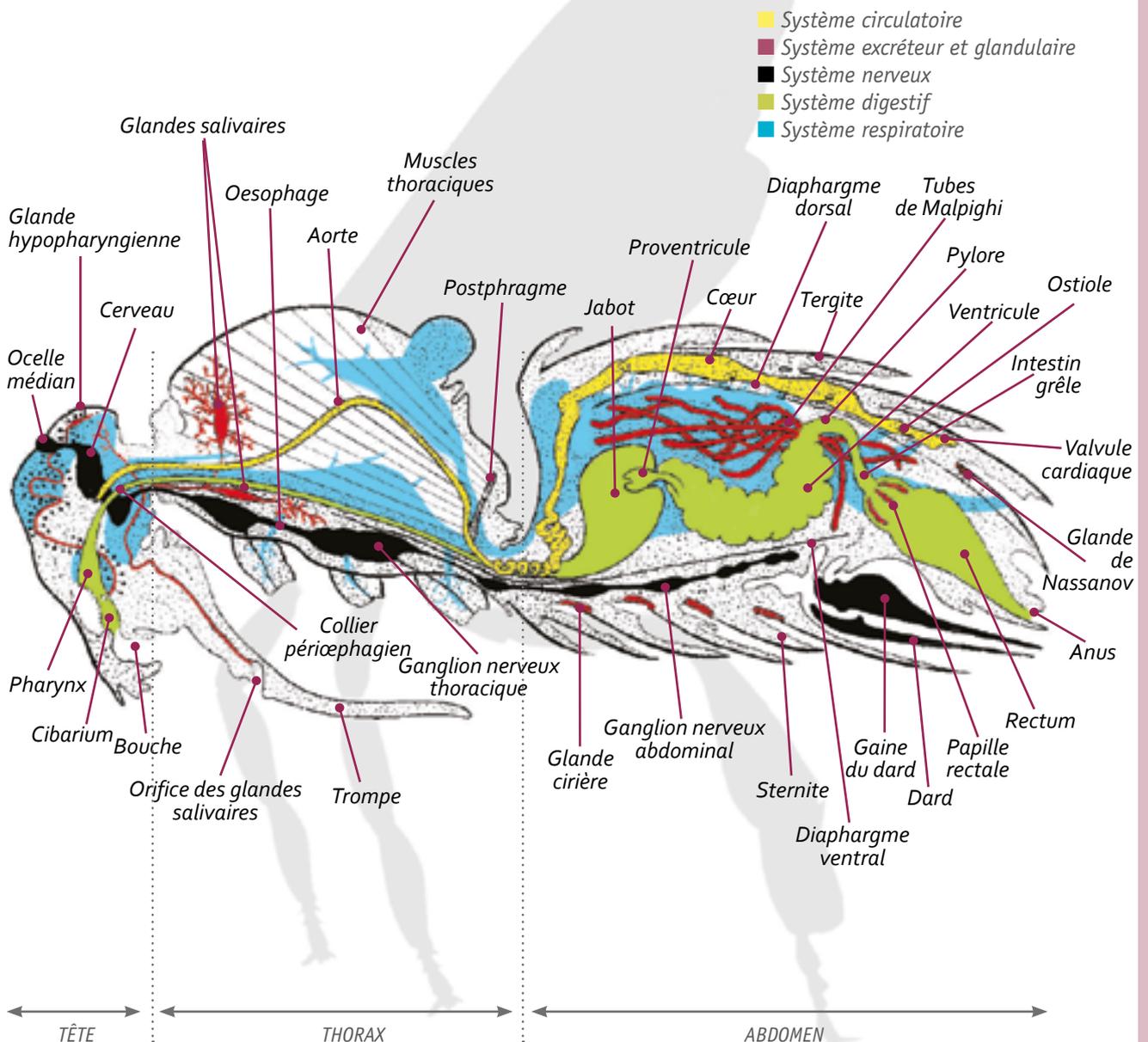
biologie, appareil buccal, anatomie

Anatomie interne¹

Généralités

Système glandulaire, systèmes circulatoire, respiratoire et nerveux, systèmes digestif et excréteur ou encore reproducteur, ils seront tour à tour développés dans les fiches qui suivront. Pour parler de l'anatomie interne de l'abeille mellifère, une planche anatomique vaut mieux que de grands discours.

Anatomie interne de l'ouvrière



La tête contient le cerveau, commande du système nerveux relié au lobe antennaire et au lobe optique. Avec ses pièces buccales et ses glandes salivaires et hypopharyngiennes, elle participe à la nutrition.

Le thorax, portant les trois paires de pattes, est fortement doté en structure musculaire. C'est la région locomotrice du corps de l'abeille. Elle inclut tous les muscles permettant le vol et la mobilité (par exemple : marche, récolte du pollen). Le système musculaire squelettique est relié à la chitine de l'exosquelette. Les muscles thoraciques sont généralement striés (sous contrôle du système nerveux volontaire) et groupés en faisceaux à l'exception des muscles directs du vol qui sont lisses (sous contrôle du système nerveux autonome).

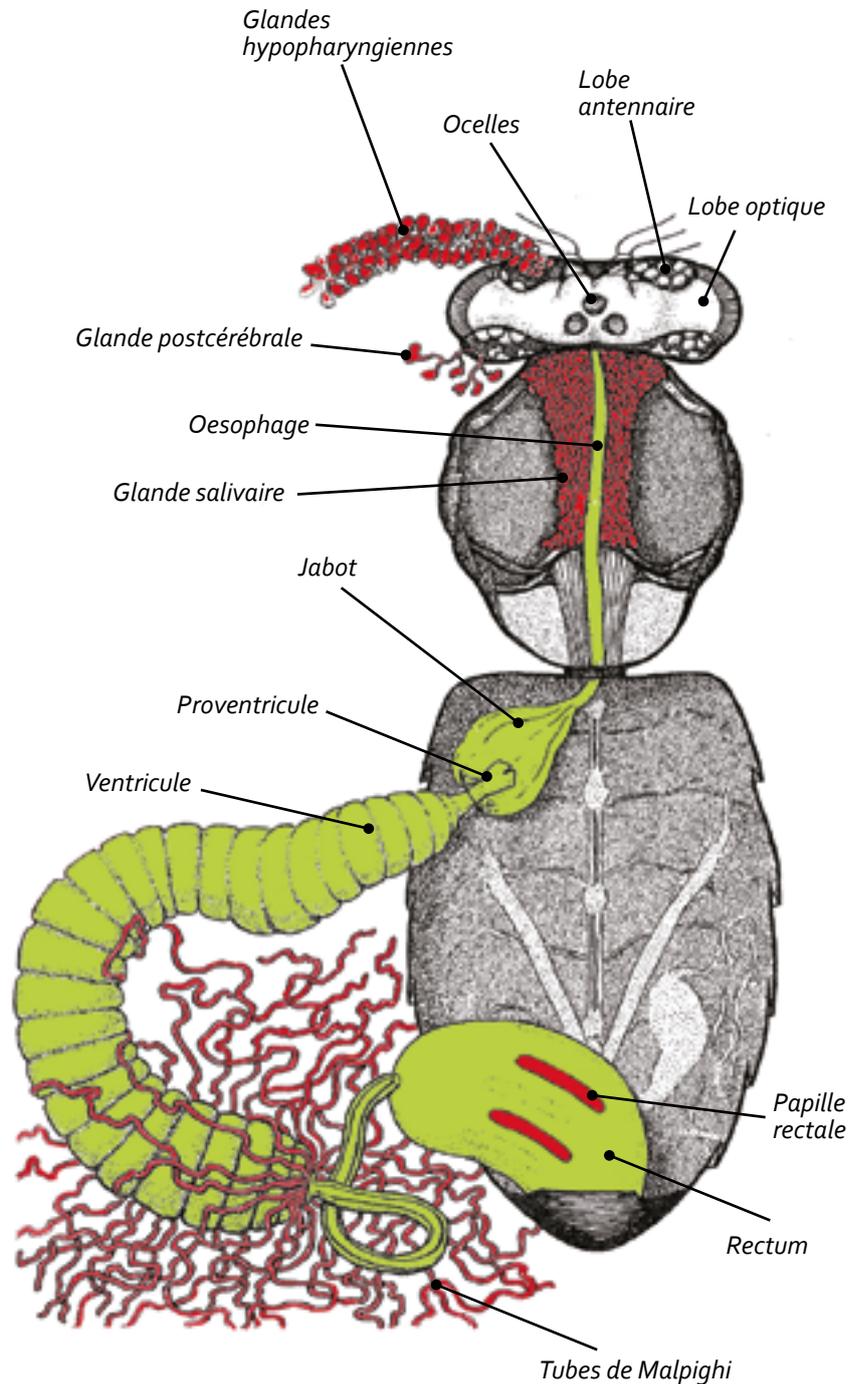
L'abdomen et ses sept segments contiennent l'essentiel des organes internes : le système digestif (jabot, intestins), le système excréteur (tubes de Malpighi), le système reproducteur (mâle ou femelle) et l'appareil vulnérant. L'abdomen contient également trois éléments importants du système glandulaire : la glande de Nasanov (communication), les glandes cirières, les glandes de défense (glande de Koschevnikov et glande de Dufour).

Le système circulatoire avec son système de cœur dorsal va de la tête à l'abdomen de l'abeille et conduit l'hémolymphe dans le corps de l'abeille. Quant au système respiratoire, il est constitué de simples tubes respiratoires reliés à l'extérieur par des trous dans la cuticule (les stigmates). L'échange gazeux oxygène/dioxyde de carbone se faisait sans l'intervention d'un quelconque poumon mais directement dans les cellules.

Le système nerveux parcourt lui aussi le corps de la tête à la gaine du dard.

Dissection d'une ouvrière Vue du dessus

■ Système excréteur et glandulaire
■ Système digestif



D'après H.A.Dade. *Anatomy and Dissection of the Honeybee*

MOTS CLÉS :

biologie, anatomie interne, fiche

Anatomie interne²

L'appareil digestif

Les organes de l'appareil digestif de l'abeille mellifère permettent l'assimilation des aliments. Certaines glandes sont associées à l'appareil digestif tout en assurant des fonctions périphériques comme la production de substances nutritives ou un appui à l'assimilation des aliments. Nous verrons ces glandes (hypophrygiennes, salivaires céphaliques et salivaires thoraciques) dans une prochaine fiche.

L'œsophage

L'œsophage est un tube qui s'étire depuis la bouche jusqu'au jabot.

Le jabot

Le jabot est une poche extensible d'une contenance de 40 à 70 µl qui se situe dans l'abdomen de l'abeille. C'est dans cette poche que les ouvrières stockent le miel dont elles ont besoin pour voler jusqu'aux sites de récolte. C'est également là que les butineuses stockent le nectar et l'eau pour le transport. Une fois plein, le jabot occupe quasi toute la cavité abdominale. Son contenu est régurgité une fois arrivé au nid par une action des muscles périphériques. Une contraction musculaire produit un télescopage des segments abdominaux qui pressent le jabot. Son contenu est alors restitué via l'œsophage et la bouche de l'abeille.

Le proventricule

Le proventricule évite que le contenu du jabot ne finisse dans les intestins de l'abeille. Il joue le rôle de sas.

L'intestin (ventricule et intestin grêle)

L'intestin a des parois épaisses, très perméables, avec de gros plis. Les sucs digestifs présents dans l'intestin permettront de digérer

sucres, protéines et matières grasses appropriés à l'alimentation des abeilles. Le pollen est digéré essentiellement dans l'intestin moyen (ventricule). Les enzymes contenus dans les grains de pollen (amidon, protéines, matières grasses) sont dissouts et circulent plus loin dans l'intestin. Dissouts et absorbés dans la moitié arrière de l'intestin moyen, les enveloppes des grains de pollen et d'autres substances restent tandis que l'eau dans laquelle est dissoute la nourriture est décomposée et absorbée par les cellules de l'intestin. L'intestin grêle commence à l'extrémité de l'intestin moyen. C'est là aussi que s'abouchent les tubes de Malpighi. Ce qui n'est pas absorbé par l'organisme (déchets azotés issus du métabolisme des cellules et qui formeront l'acide urique, sel, etc.) est envoyé dans l'intestin grêle puis évacué.

Les tubes de Malpighi

Les tubes de Malpighi se présentent sous la forme d'un ensemble de tubes filiformes qui prolongent le canal alimentaire. Ils ont été découverts en 1669 par celui dont ils portent le nom, Marcello Malpighi, médecin et naturaliste italien. Les tubes de Malpighi sont des régulateurs. Ils sont chargés de l'osmorégulation c'est-à-dire qu'ils maintiennent l'équilibre ionique de l'hémolymphe en

assurant la régulation de la quantité d'eau et d'ions présents dans le corps de l'insecte. Ils assurent aussi l'excrétion des déchets. Les déchets azotés se retrouvent sous la forme d'acide urique qui passe dans l'intestin avant de cristalliser dans le rectum.

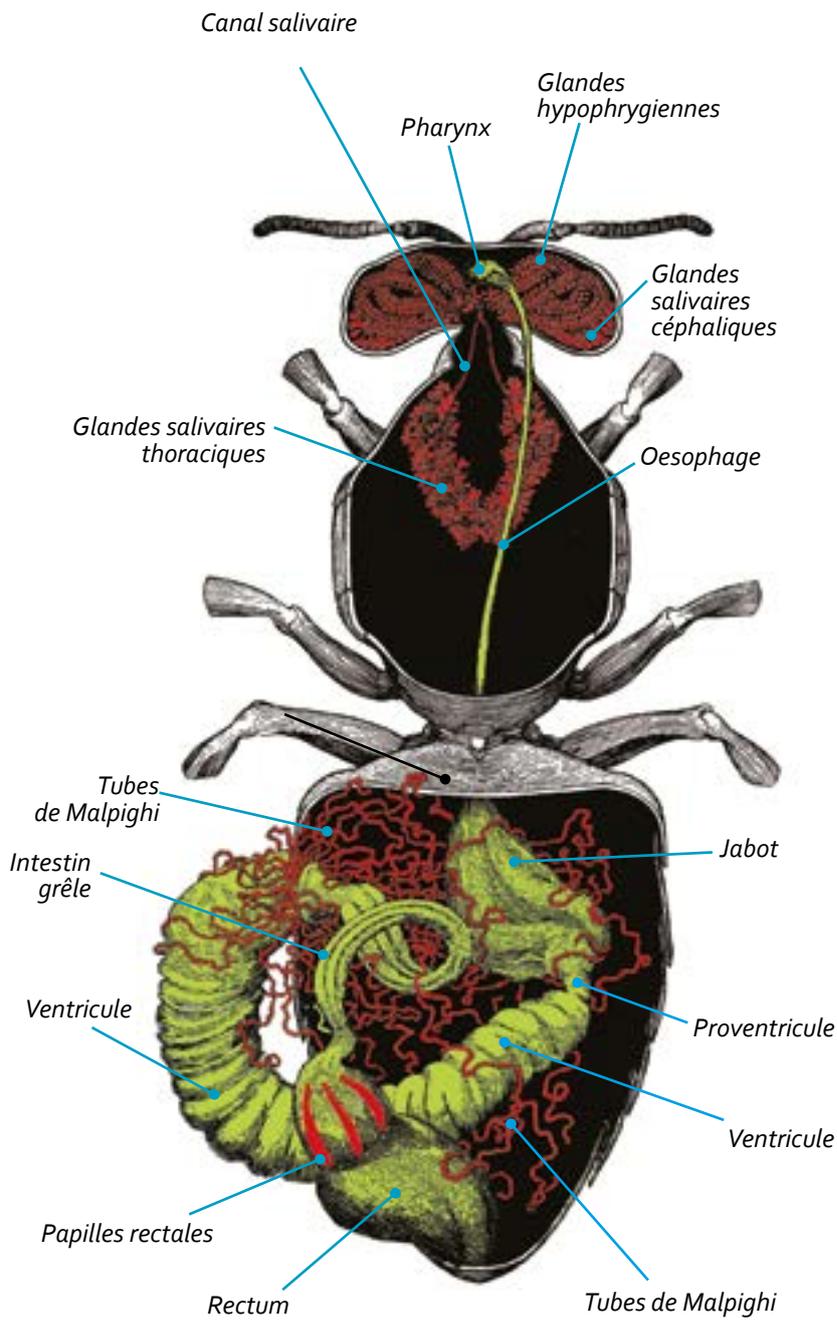
Le rectum

Le rectum est capable de se dilater de manière à pouvoir contenir les déchets de l'organisme pendant l'hiver avant que les abeilles puissent faire leur vol de propreté. L'abeille n'a aucun problème à stocker de la matière digeste pour son organisme. Par contre, les matières indigestes fermenteront dans le rectum durant les périodes de confinement avec le développement d'un cortège de substances nocives (bactéries, levures, champignons) qui produiront des diarrhées.

Les papilles rectales

Au nombre de six, les papilles rectales sont des sortes de tampons en partie chitinisés disposés autour du rectum. Ils servent à restituer de l'humidité aux cellules par un transport actif d'ions depuis le rectum. L'action est faite par pression osmotique.

Canal alimentaire et ses glandes



- Système excréteur et glandulaire
- Système digestif

Références :

Mark L.Winston, *The Biology of the Honey Bee*, First Harvard University Press, 1991.
 H.A.Dade, *Anatomy and physiology of the honeybee*, International Bee Research Association, 1977.
<http://www7.inra.fr/opie-insectes/pdf/i165maquart.pdf>

MOTS CLÉS :

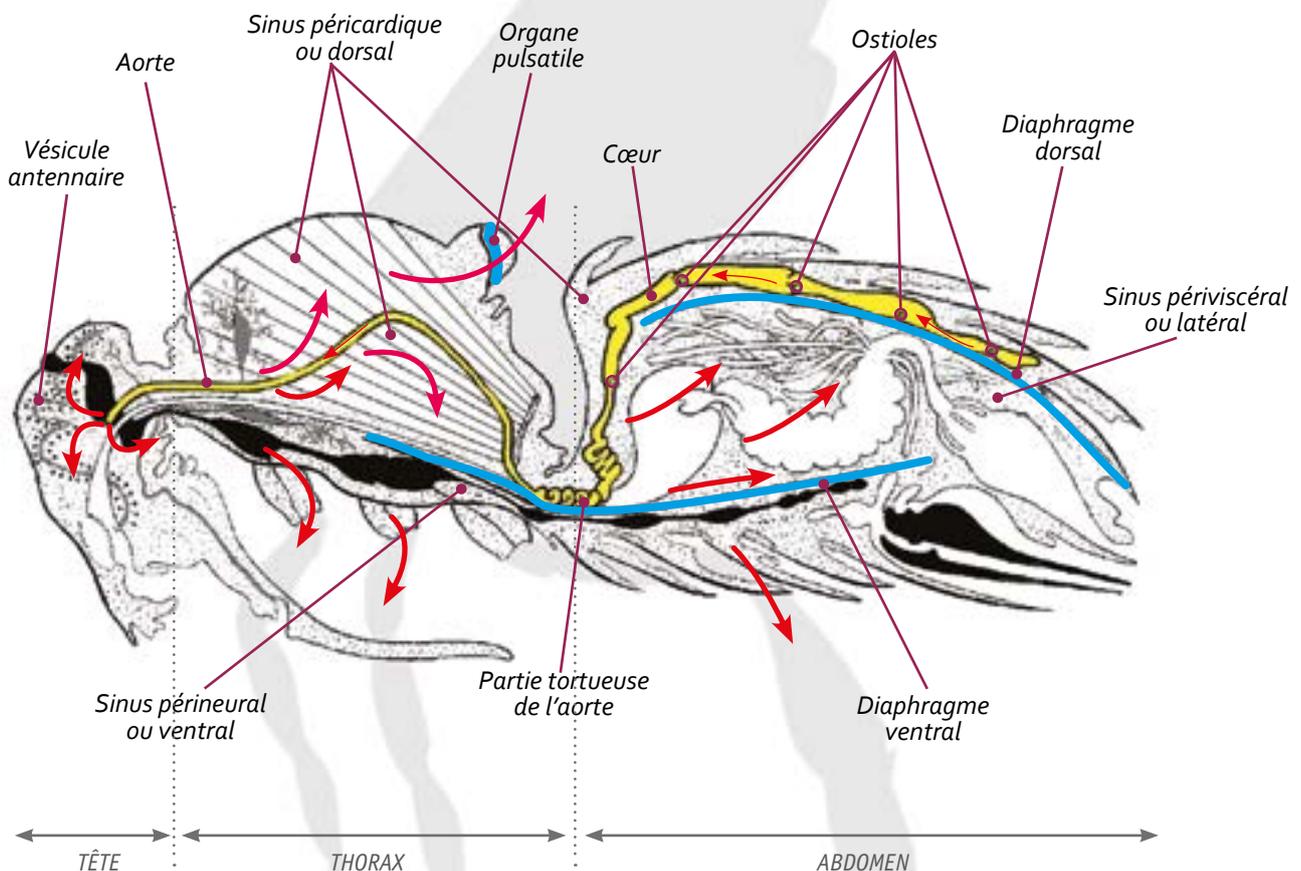
biologie, anatomie interne, fiche

Anatomie interne³

L'appareil circulatoire

Chez l'abeille comme chez tous les insectes, l'hémolymphe remplit toute la cavité interne protégée par la cuticule. Cette cavité est appelée hémocèle. Il n'existe pas de réseau de veines et d'artères : les organes baignent dans l'hémolymphe qui fournit à l'organisme les éléments nécessaires. On parle de fluide extracellulaire. Un long vaisseau tubulaire, le cœur, pompe l'hémolymphe et assure la circulation du fluide dans l'ensemble de l'organisme.

Système circulatoire



L'hémolymphe

Chez l'abeille comme chez tous les insectes, l'hémolymphe (liquide circulatoire des insectes et araignées) permet les échanges intercellulaires (hormones, déchets métaboliques, nutriments, échanges biochimiques, etc.). L'hémolymphe se modifie avec

l'état physiologique de l'abeille et son stade de développement (variation du spectre protéique, enzymes). Différentes cellules dites hémocytes circulent dans l'hémolymphe. Leur nombre augmente pendant la période de la métamorphose

(développement larvaire). Elles interviennent à différents niveaux notamment dans le fonctionnement du système immunitaire de l'abeille. L'hémocèle est divisée en 3 grandes parties appelées « sinus ». Ces sinus sont séparés par deux diaphragmes

longitudinaux : le diaphragme dorsal et le diaphragme ventral (des tissus musculaires). Les mouvements des diaphragmes perfusent l'hémolymphe dans l'ensemble du corps de l'abeille. L'hémolymphe circule dans tout l'organisme de l'abeille. Des **organes pulsatiles** régissent le flux de l'hémolymphe jusqu'aux extrémités du corps, en particulier dans les ailes et les pattes, ce qui est nécessaire pour maintenir actifs les nerfs et récepteurs sensoriels et pour assurer la thermorégulation.

Cœur

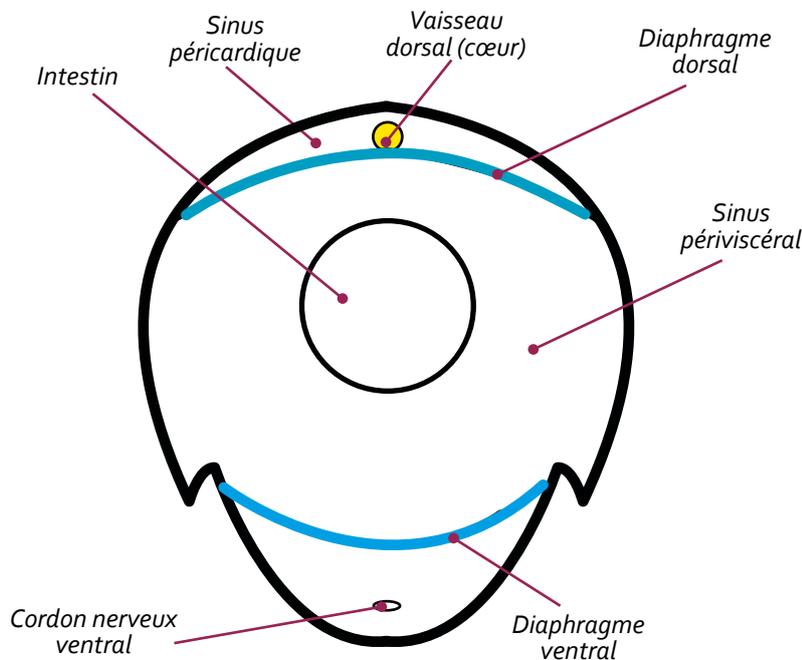
Un long vaisseau dorsal contractile est appelé « cœur ». Il récupère l'hémolymphe contenu dans le sinus péricardique et en assure le brassage et la circulation dans tout le corps de l'insecte. Il est fixé à la paroi de l'abdomen par des ligaments appelés « ailes du cœur ». Le segment postérieur du cœur se contracte et l'hémolymphe est pompée et envoyée vers la tête de l'abeille. Le cœur est doté d'ostioles qui sont

de petites ouvertures. Les ostioles ont de petites valvules qui agissent comme des soupapes qui s'ouvrent et se ferment sous la pression de l'hémolymphe.

Aorte

Le cœur se prolonge dans le thorax par un vaisseau tubulaire non contractile accolé au tube digestif. Cette prolongation porte le nom d'aorte. Elle commence par une **partie tortueuse** qui fait office d'échangeur thermique ce qui permet à l'abeille de réguler la température de l'hémolymphe pour qu'elle puisse voler à des températures allant de 10 à 46°. L'aorte déverse directement l'hémolymphe dans le cerveau de l'abeille par l'ouverture antérieure. Ce mouvement pendulaire assure la circulation de l'hémolymphe dans l'ensemble de l'organisme. Le flux de l'hémolymphe est rejeté dans la tête de l'abeille. La pression pousse l'hémolymphe vers le thorax puis vers l'abdomen et elle est ensuite repompée à l'intérieur du vaisseau tubulaire.

Coupe de l'abdomen



Références

Klowden, M. J. (2013). *Physiological systems in insects*. Academic Press

<http://www7.inra.fr/opie-insectes/pdf/i166fraval2.pdf>

Dade H.A. (1977) *Anatomy and dissection of the honeybee*. International Bee Research Association, London.

Gilliam, M. and H. Shimanuki. Blood cells of the worker honeybee. *Journal of Apicultural Research*. 10(2): 79-85, 1971.

Mark L. Winston, *The Biology of the Honey Bee*, First Harvard University Press, 1991.

MOTS CLÉS :

biologie, anatomie interne, fiche

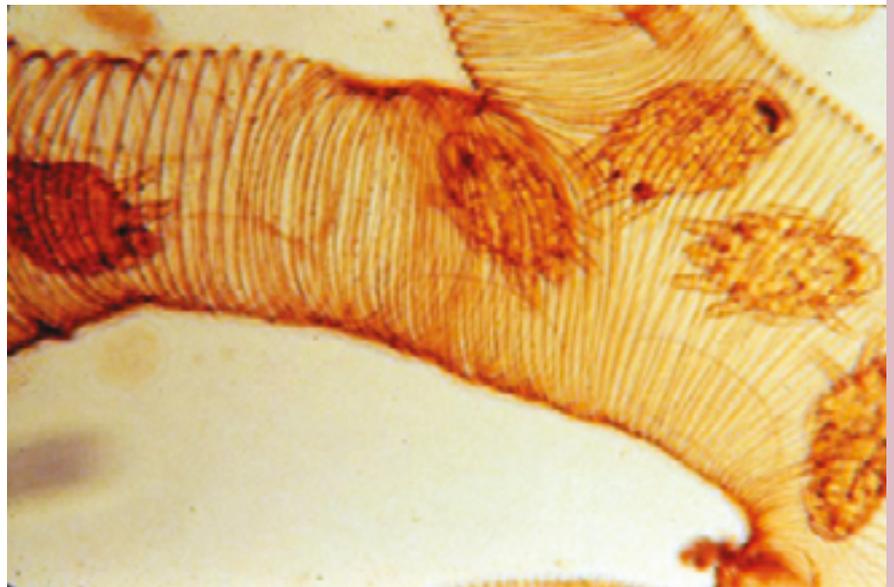
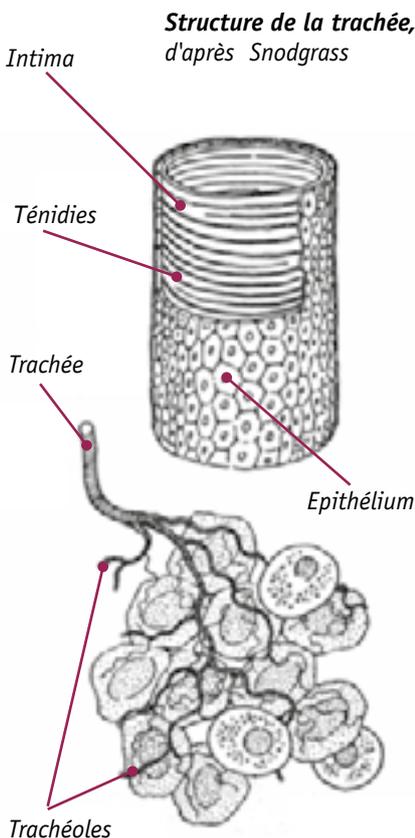
Anatomie interne⁴

L'appareil respiratoire

Chez l'abeille, la respiration est produite par une ventilation mécanique provoquée par un mouvement de type « soufflet » assuré par les muscles de l'abdomen qui provoquent un mouvement des segments. Contrairement aux mammifères, l'abeille ne dispose pas de poumons. L'appareil respiratoire est constitué d'un système de trachées organisé en ramifications. Les trachées conduisent directement l'oxygène dans les moindres parties du corps de l'insecte. Le gaz carbonique est expulsé en retour.

Les trachées

Les trachées sont des sortes de tubes qui se ramifient à l'intérieur du corps de l'abeille. Elles conduisent directement l'oxygène sous forme gazeuse dans tous les tissus de l'organisme. Les dernières ramifications de cette arborescence sont des trachéoles, tubes extrêmement fins qui alimentent les moindres cellules en oxygène.



Acarapis woodi dans les trachées thoraciques. On distingue nettement les ténidies qui forment la structure spiralee des trachées.

Les trachées sont constituées, de l'extérieur vers l'intérieur, d'un **épithélium**, d'une membrane semblable à la cuticule appelée **intima** qui est nervurée par les **ténidies**, sortes de petites épaisseurs spirales. Les ténidies assurent la rigidité et la souplesse des trachées.

C'est dans la première paire de trachées thoraciques que se loge et se reproduit l'acarien *Acarapis woodi*, responsable de l'acariose des trachées.

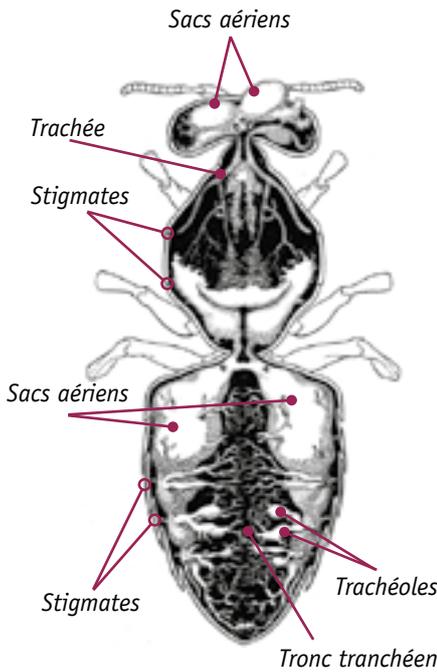
Les sacs aériens

A plusieurs endroits du corps, les trachées s'élargissent pour former des sacs aériens. Ils ont une structure moins rigide que celle des trachées proprement dites (les ténidies sont moins épaisses dans les sacs aériens). La raison en est simple : les sacs aériens sont déformables.

Les stigmates

Afin d'assurer les échanges gazeux, le système respiratoire de l'abeille est doté d'un ensemble d'orifices,

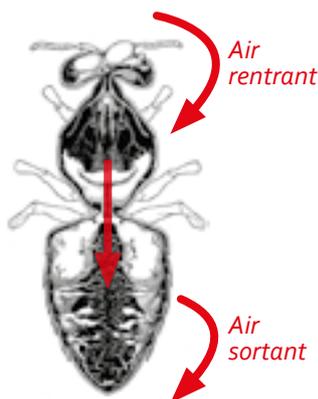
Vue dorsale, d'après Snodgrass



les **stigmates** ou **spiracles**. La répartition symétrique de ces stigmates est la suivante : 3 paires sur le thorax et 7 paires sur l'abdomen, réparties sur chaque segment. Ils sont utilisés de manière variable en fonction des besoins en oxygène. Lorsque l'abeille est au repos, elle n'utilise que les stigmates thoraciques. Lorsque les besoins en oxygène augmentent avec l'activité, les stigmates abdominaux sont mobilisés pour augmenter la capacité respiratoire. L'air entre par les deux premières paires de stigmates thoraciques et par les stigmates abdominaux. Il ressort par les stigmates abdominaux.

Des mouvements de l'abdomen marquent visiblement l'activité respiratoire. Ils sont très perceptibles lorsque les ouvrières marchent rapidement ou reviennent à la

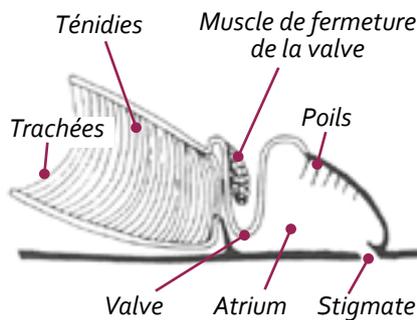
Circulation de l'air



ruche après un vol de butinage par exemple. C'est l'activité des muscles abdominaux qui est visible. Ces contractions musculaires assurent la respiration.

Les stigmates sont équipés d'une valve reliée à un muscle permettant l'ouverture et la fermeture de l'orifice. Le stigmate ouvre sur une sorte de chambre appelée **atrium**. Elle est munie de poils qui permettent une filtration de l'air entrant.

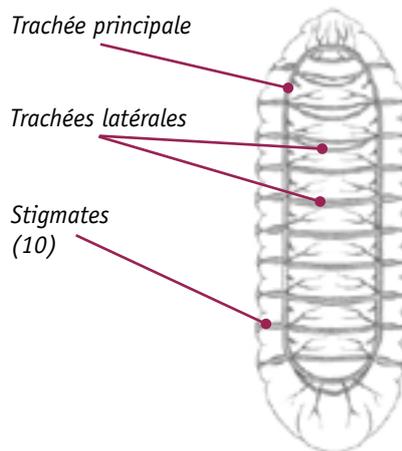
Coupe transversale d'un stigmate de l'abdomen, d'après Snodgrass



Le système respiratoire de l'abeille au stade larvaire

La larve est équipée d'une trachée principale qui circule tout autour du corps. La trachée principale est reliée à des trachées latérales correspondant aux segments. Le réseau de trachées est relié à l'extérieur par des paires de stigmates au nombre de 10, comme chez l'*imago* (adulte). La larve ne produit pas de mouvements mécaniques susceptibles de provoquer un mouvement d'air dans

Le système de trachées chez les larves, d'après Nelson.



les trachées. L'air entre passivement par les stigmates, est diffusé par les trachéoles (subdivision fine des trachées) et le gaz carbonique est éliminé par la peau. Snodgrass parle de « respiration cutanée ».

Les besoins en oxygène de l'abeille

Les besoins en oxygène varient en fonction du stade d'évolution de l'abeille, de son activité physique, de son métabolisme et de la température. Les jeunes larves ont un besoin élevé en oxygène puis ce besoin décroît et devient faible durant la nymphose. Les ouvrières ont une grosse activité métabolique en début de vie et ont besoin d'évacuer massivement le gaz carbonique. Ensuite, les besoins se font moins grands puis redeviennent progressivement importants au fur et à mesure qu'elles avancent en âge. Les butineuses ont un besoin très important en oxygène du fait des déplacements en vol. Notons que l'organisme de l'abeille, comme celui de tous les insectes, tolère beaucoup mieux une accumulation de gaz carbonique que celui des mammifères.

Consommation d'oxygène

Au repos = 3mm³/minute
En vol = 135 mm³/minute

La capacité de l'abeille d'augmenter rapidement sa capacité respiratoire de 3 à 135 mm³/min lui permet de réaliser des tâches telles que voler ou produire de la chaleur pour chauffer le couvain ou ses congénères au sein de la grappe hivernale.

Références

Klowden, M. J. (2013). *Physiological systems in insects*. Academic Press.
Dade H.A. (1977) *Anatomy and dissection of the honeybee*. International Bee Research Association, London.
Mark L. Winston, *The Biology of the Honey Bee*, First Harvard University Press, 1991.
R.E. Snodgrass, *Anatomy of the honey bee*, Cornell University Press, 1984.
Guide pratique de l'apiculture, OPIDA.

MOTS CLÉS :

biologie, anatomie interne, système respiratoire, fiche

Anatomie interne⁵

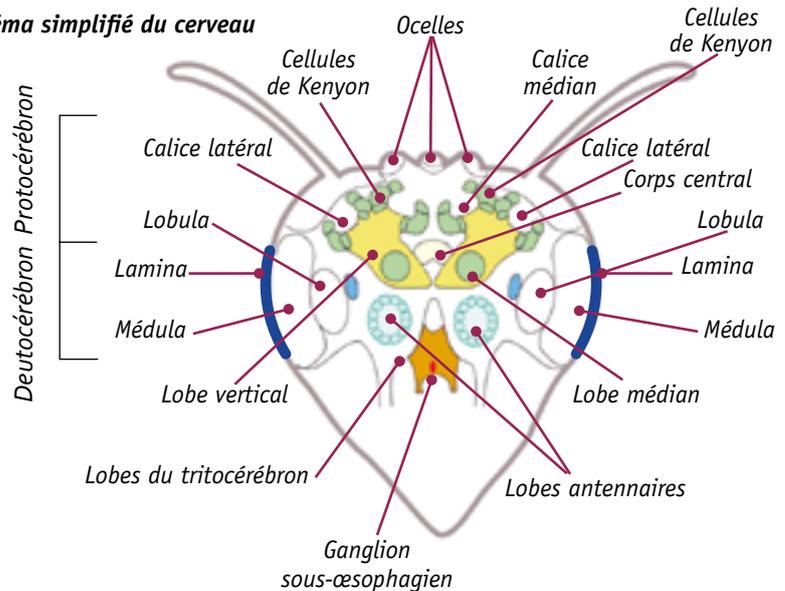
Système nerveux

Le **système nerveux central** de l'abeille assure le lien entre l'animal et son environnement et conditionne les actions qui découlent des informations reçues. Il est principalement composé d'un cerveau, du ganglion sous-œsophagien et de 7 autres ganglions organisés sur une **chaîne ventrale** faite de deux interneurons bilatéraux (neurones qui établissent plusieurs connexions nerveuses) qui s'étendent sur toute la longueur du corps de l'abeille, du cerveau à l'appareil vulnérant. Un réseau de fibres neuronales transmet les influx nerveux du cerveau aux différents muscles. La larve est déjà équipée d'une chaîne ventrale de 11 ganglions qui fusionneront en 7 ganglions chez l'adulte.

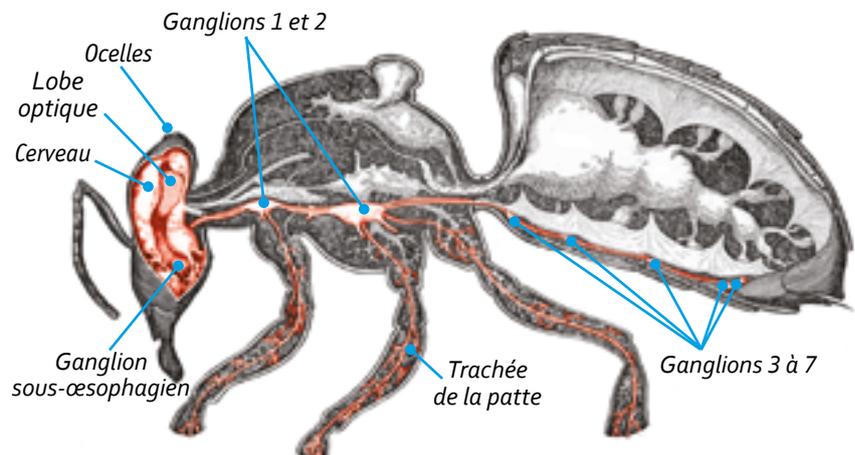
Le **cerveau** est constitué de ganglions céphaliques. Il est divisé en trois parties appelées également vésicules cérébrales : le **protocérébron** qui contrôle la partie supérieure de la tête (les yeux composés), le **deutocérébron** (les organes sensoriels des antennes) et le **tritocérébron** (la lèvre supérieure et les pièces buccales).

En dessous des ocelles se trouvent les **corps pédonculés** qui jouent un rôle dans l'apprentissage et la mémoire.

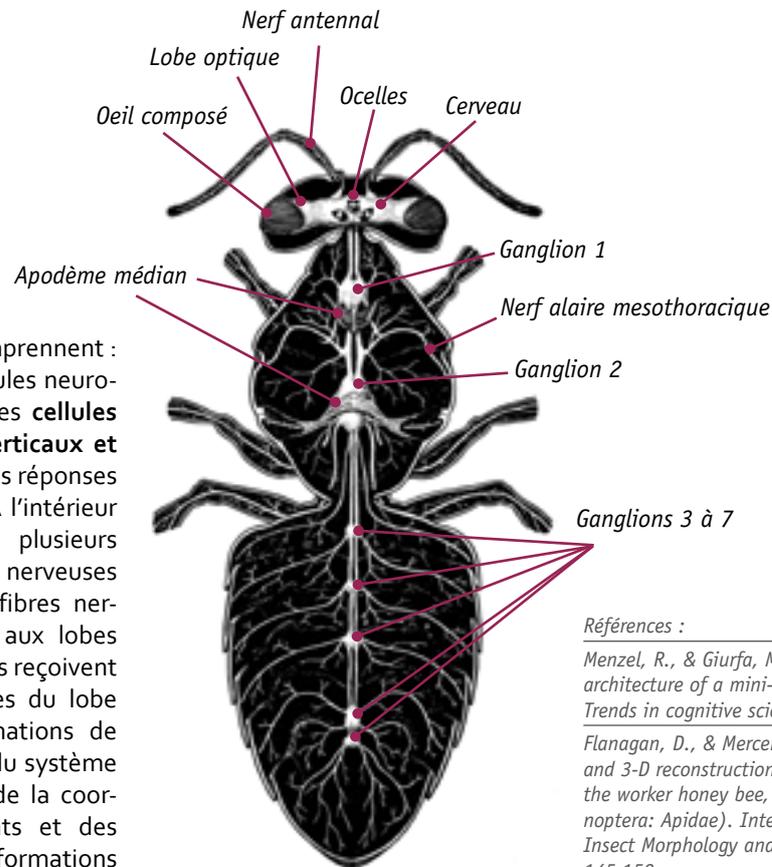
Schéma simplifié du cerveau



Coupe longitudinale d'une ouvrière montrant le système nerveux



**Système nerveux d'une ouvrière
vue latérale**
d'après R. E. Snodgra SNOD GRASS (1875)



Les corps pédonculés comprennent : un double **calice**, des cellules neuronales globuleuses appelées **cellules de Kenyon**, des **lobes verticaux et médians** (responsables des réponses aux signaux sensoriels). A l'intérieur des corps pédonculés, plusieurs petits groupes de cellules nerveuses sont connectés par des fibres nerveuses et des synapses aux lobes optiques et antennaires. Ils reçoivent les informations olfactives du lobe antennaire et les informations de toutes les autres parties du système nerveux. C'est le centre de la coordination des mouvements et des actions relatives aux informations reçues des organes sensoriels.

Les corps pédonculés ont une taille plus importante chez l'ouvrière que chez le faux-bourdon qui ne dispose que de lobes optiques plus grands. Le tissu nerveux des corps pédonculés fait preuve d'une grande plasticité et augmente avec l'âge de l'ouvrière.

Le corps central relayerait les informations sensorielles entre les deux hémisphères cérébraux. Sa structure neuronale est très complexe et encore mal connue.

Les lobes optiques sont constitués de trois zones neuropiles (tissu nerveux dans la substance grise du système nerveux central) successives qui traitent les signaux visuels. La première, appelée **lamina**, assure un prétraitement de l'image (intensité lumineuse, contraste). La seconde, la **médula**, détecte les mouvements. La troisième, la **lobula**, est responsable de l'intégration du flux optique.

Les ganglions peuvent être considérés comme des centres nerveux locaux qui contrôlent les muscles dans différentes parties du corps.

On peut dire que le système nerveux central est ainsi délocalisé même si le cerveau assure la coordination des mouvements. Le **ganglion sous-œsophagien** se trouve à proximité du cerveau, sous l'œsophage. Il contrôle les influx nerveux envoyés aux mandibules et au proboscis. Chez l'ouvrière, 2 ganglions se situent au niveau du thorax (1 et 2) et 5 au niveau de l'abdomen (3 à 7). Le ganglion 1 contrôle les nerfs dirigés vers les pattes antérieures. Le ganglion 2 contrôle les nerfs connectés aux muscles alaires et à la seconde paire de pattes. Les ganglions 3 à 6 innervent leurs segments respectifs. Le ganglion 7 contrôle les muscles de l'appareil vulnérant ainsi que les organes reproducteurs chez le faux-bourdon et la reine.

Outre le système nerveux central, le système nerveux sympathique agit en parallèle sur les viscères et préside à la vie végétative de l'insecte (voir fiche suivante).

Références :

Menzel, R., & Giurfa, M. (2001). Cognitive architecture of a mini-brain: the honeybee. *Trends in cognitive sciences*, 5(2), 62-71.

Flanagan, D., & Mercer, A. R. (1989). An atlas and 3-D reconstruction of the antennal lobes in the worker honey bee, *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae). *International Journal of Insect Morphology and Embryology*, 18(2), 145-159.

Menzel, R., Erber, J., & Masuhr, T. (1974). Learning and memory in the honeybee. In *Experimental analysis of insect behaviour* (pp. 195-217). Springer Berlin Heidelberg.

Erber, J., Pribbenow, B., Bauer, A., & Kloppenburg, P. (1993). Antennal reflexes in the honeybee: tools for studying the nervous system. *Apidologie*, 24, 283-283.

H.A.Dade, *Anatomy and physiology of the honeybee*, International Bee Research Association, 1977.

Lesley Goodman, *Form and Function in the Honey Bee*, IBRA, 2003.

Fahrbach, S. E., Moore, D., Capaldi, E. A., Farris, S. M., & Robinson, G. E. (1998). Experience-expectant plasticity in the mushroom bodies of the honeybee. *Learning & Memory*, 5(1), 115-123.

Bicker, G. (1999). Histochemistry of classical neurotransmitters in antennal lobes and mushroom bodies of the honeybee. *Microscopy research and technique*, 45(3), 174-183.

Mobbs, P. G. (1984). Neural networks in the mushroom bodies of the honeybee. *Journal of insect physiology*, 30(1), 43-58.

Rybak, J., & Menzel, R. (2010). Mushroom body of the honeybee. *Handbook of Brain Microcircuits*, 433-438.

MOTS CLÉS :

biologie, anatomie interne, système nerveux, fiche

Anatomie interne⁶

Le système glandulaire des abeilles mellifères joue un rôle crucial dans la régulation des fonctions biologiques. Il sert par exemple à la production de cire, à la communication chimique au sein de la colonie, au système de défense, à la reproduction et à la production de la nourriture. Les glandes sont actives à des stades différents de la vie de l'abeille. Certaines sont spécifiques à la reine.

Généralités

Les glandes agissent à plusieurs niveaux. Elles sont impliquées dans :

- la production hormonale et la génération de messages chimiques utilisés au niveau cellulaire pour la régulation interne du corps de l'abeille (métabolisme, reproduction, etc.);
- la production de certaines substances (cire, venin, etc.);
- la transformation et la conservation des aliments;
- la communication entre individus.

On trouve des glandes dans différentes parties du corps de l'abeille :

dans la tête :

- les **glandes hypopharyngiennes** (nourriture) ;
- les **glandes salivaires céphaliques** (nourriture);
- les **glandes mandibulaires** (nourriture, alarme, cohésion de la colonie chez la reine);
- les **glandes endocrines** (différenciation sexuelle, division du travail, hormone juvénile, mue).

dans le thorax :

- les **glandes salivaires** (ou labiales) thoraciques (nourriture);
- les **glandes séricigènes** (productrices de soie) chez la larve qui deviennent les glandes salivaires thoraciques chez l'adulte.

dans l'abdomen :

- les **glandes cirières**;
- la **glande de Dufour**, plus développée chez la reine (comportement de cour, marquage

des œufs, reproduction chez la reine, défense chez l'ouvrière);

- les **glandes tergaux, tergites ou dorsales** chez la reine (reproduction);
- les **glandes de Koschevnikov** (alarme, reproduction chez la reine);
- les **glandes de Nasanov** (communication, rassemblement de la colonie);
- les **glandes vénériques** (défense).

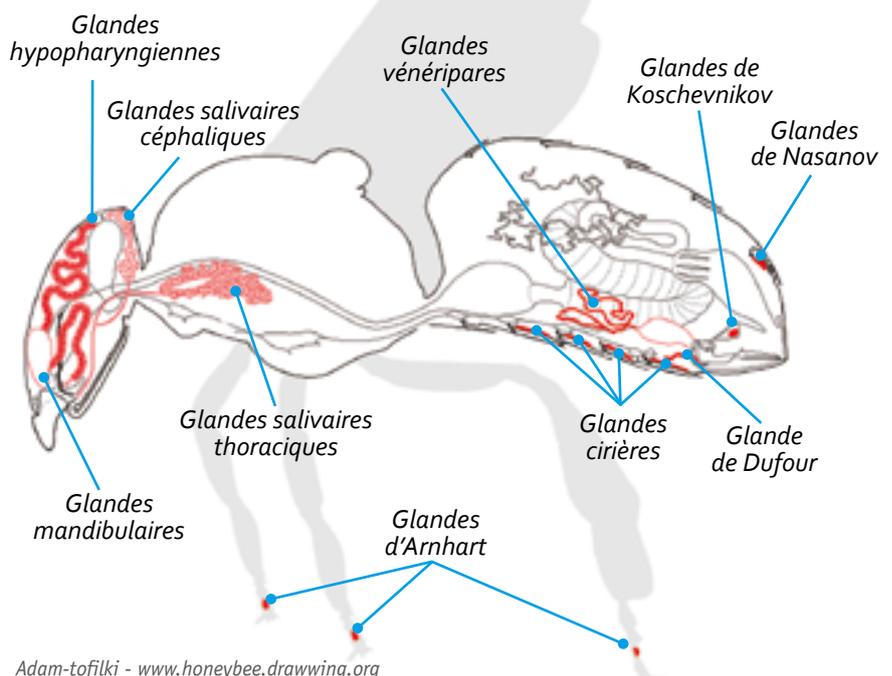
à l'extrémité des pattes :

- les **glandes d'Arnhart** (communication, cohésion de la colonie chez la reine).

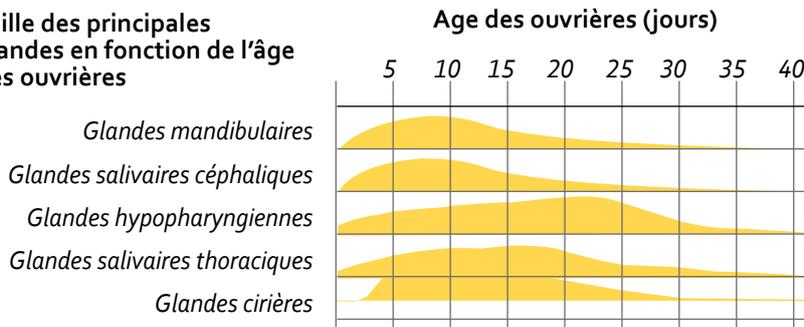
Les activités glandulaires dépendent très souvent de l'âge et de la fonction des abeilles dans la colonie. Par exemple, les glandes cirières interviennent entre le 12^e et le 18^e jour, les glandes hypopharyngiennes entre le 3^e et le 16^e jour, les glandes salivaires jusqu'au 18^e jour avant de s'atrophier progressivement.

Nous consacrerons plusieurs fiches à l'exploration du système glandulaire de l'abeille (ouvrières, larves, reines).

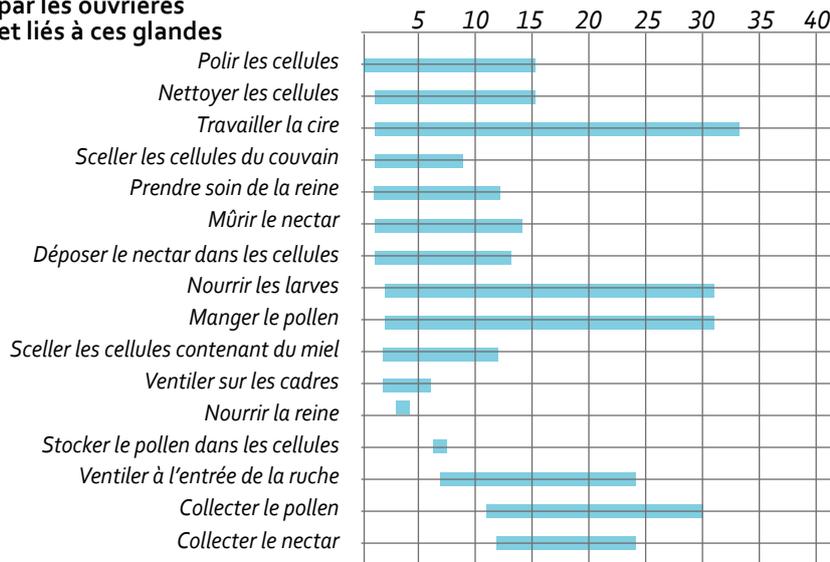
Système glandulaire de l'abeille ouvrière



Taille des principales glandes en fonction de l'âge des ouvrières



Travaux exécutés par les ouvrières et liés à ces glandes



Les glandes salivaires

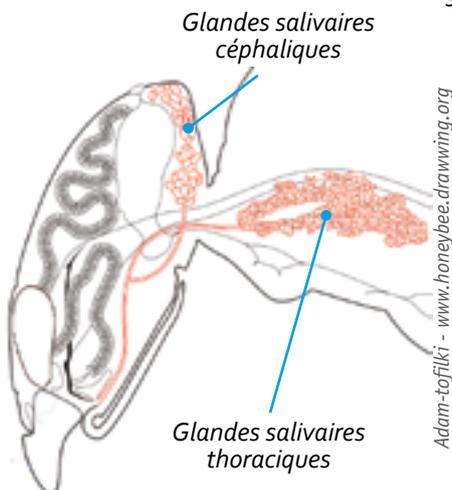
La prédigestion de la nourriture est réalisée :

- par les glandes salivaires céphaliques (ou glandes labiales ou encore glandes post-cérébrales) qui produisent une substance salivaire huileuse;
- par les glandes salivaires thoraciques qui produisent une substance aqueuse incolore.

Elles sont raccordées par le tube salivaire au *salivarium*, une chambre étroite dans le pharynx, à la base de la glosse. Le *salivarium* joue le rôle d'une pompe à salive.

Les glandes céphaliques se situent au sommet postérieur de la tête. Les glandes salivaires thoraciques sont développées à partir des glandes séricigènes de la larve.

Elles s'étendent à travers le thorax jusqu'à l'abdomen. Elles permettent une prédigestion de la nourriture par le moyen d'enzymes contenues dans le liquide salivaire. Elles sont utilisées pour la dissolution des sucres, le séchage du miel, pour lubrifier ce qui doit être amolli et malaxé (cire) et pour réaliser le toilettage de la reine. Elles participent aussi à la production de la gelée royale.



Références :

Mark L. Winston, *The Biology of the Honey Bee*, First Harvard University Press, 1991.

H.A. Dade, *Anatomy and physiology of the honeybee*, International Bee Research Association, 1977.

Lesley Goodman, *Form and fonction in the Honey Bee*, IBRA, 2003.

Hrassnigg N., Crailsheim K. (1998) Adaptation of hypopharyngeal gland development to the brood status of honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies. *Journal of Insect Physiology* 44:929-939.

Knecht D., Kaatz H.H. (1990) Patterns of larval food production by hypopharyngeal glands in adult worker honey bees. *Apidologie* 21:457-468.

Kubo T., Sasaki M., Nakamura J., Sasagawa H., Ohashi K., Takeuchi H., Natori S. (1996) Change in the expression of hypopharyngeal-gland proteins of the worker honeybees (*Apis mellifera* L.) with age and/or role. *Journal of Biochemistry* 119:291-295.

Free J.B. (1961) Hypopharyngeal gland development and division of labour in honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies. *Proc. Roy. Entomol. Soc. London (A)* 36:5-8.

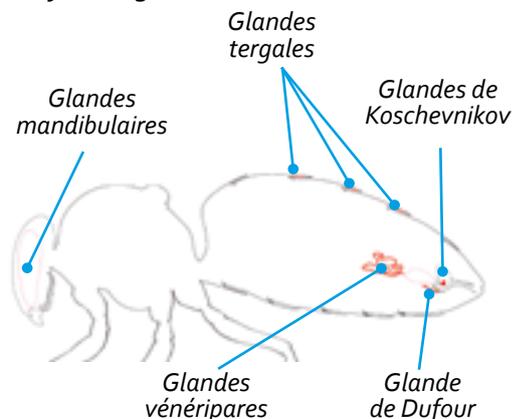
Crailsheim K., Stolberg E. (1989) Influence of diet, age and colony condition upon intestinal proteolytic activity and size of the hypopharyngeal glands in the honeybee (*Apis mellifera* L.). *Journal of Insect Physiology* 35:595-602.

Schneider P., Drescher W. (1987) The effect of *Varroa jacobsoni* on development and weight of hypopharyngeal glands and lifespan of *Apis mellifera*. *Apidologie* 18:101-110.

A. Lass, K. Crailsheim, Influence of age caging upon protein metabolism, hypopharyngeal glands and trophallactic behavior in the honeybee (*Apis mellifera* L.) *Ins. Soc.*, 43 (1996).

N. Hrassnigg, K. Crailsheim, The influence of brood on the pollen consumption of worker bees (*Apis mellifera* L.) *J. Insect Physiol.*, 44 (1998).

Système glandulaire de la reine



MOTS CLÉS :

fiches techniques, anatomie interne, système glandulaire, biologie,

Le système glandulaire³

Glandes mandibulaires

Les glandes mandibulaires jouent un rôle capital dans le maintien de l'organisation sociale de la colonie mais sont aussi impliquées dans la nourriture des larves, dans la défense et la reproduction de la colonie ainsi que dans les travaux des bâtisseuses.

Structure des glandes mandibulaires

Ces glandes sont situées de chaque côté de la tête, au-dessus des mandibules. Un court conduit les relie aux mandibules. Ce conduit alimente les mandibules en sécrétion mandibulaire qui passe ensuite dans une rainure jusqu'à un canal plus long équipé d'un système pileux.

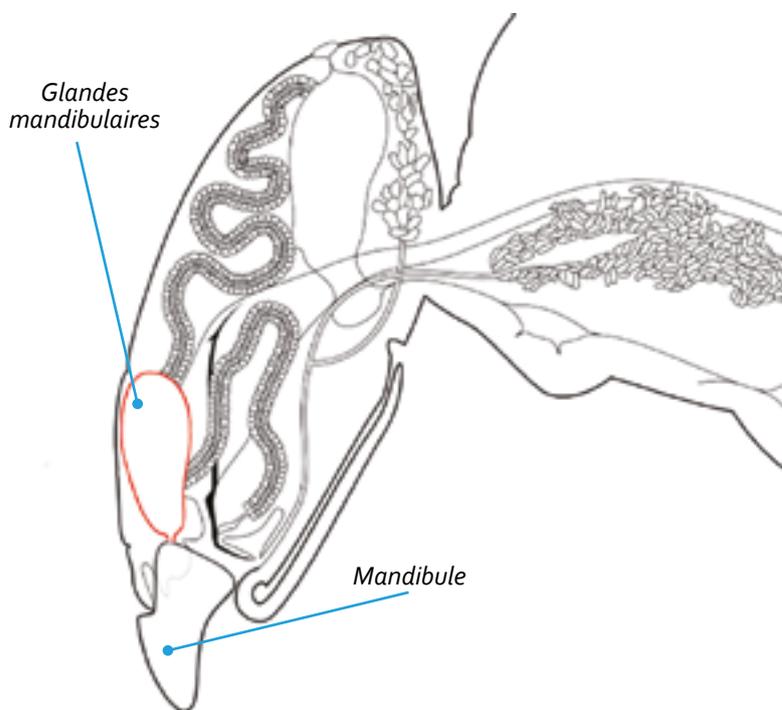
Castes et glandes mandibulaires

Les glandes mandibulaires diffèrent selon les castes. Elles sont très grandes chez les reines, un peu moins chez les ouvrières et beaucoup plus petite chez les mâles. La nature de la sécrétion glandulaire change en fonction de la caste et de l'âge des abeilles.

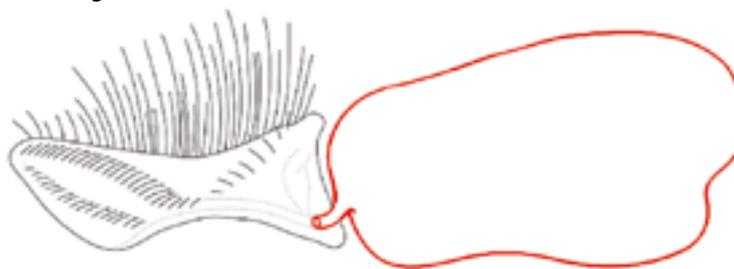
La reine

La reine, la seule femelle fertile de la colonie, communique sa présence et manifeste son influence au moyen d'un mélange de substances libérées principalement par les glandes mandibulaires. Ces substances renforcent la cohésion sociale au sein de la ruche en attirant de jeunes ouvrières et en les incitant à lécher et à « antenner » la reine. Elles assurent également le monopole reproducteur de la reine en inhibant le développement des ovaires des ouvrières. Ce sont deux acides, produits par les glandes mandibulaires royales qui remplissent ces fonctions : l'acide 9-céto-2-décénoïque (9ODA) et l'acide 9-hydroxy-(E)-2-décénoïque (9HDA). On peut parler de phéromones de castration chimique. Parmi les autres fonctions de ces acides, citons l'attraction des

Glande mandibulaire en rouge (vue latérale).



Mandibule gauche (côté intérieur) et glande mandibulaire en rouge (d'après Snodgrass)



mâles pour la reproduction, l'attraction des ouvrières pendant l'essaimage, l'inhibition de l'essaimage, la stimulation de la glande de Nasonov chez les ouvrières ainsi que l'induction d'un comportement de butinage. Les quantités produites par les glandes mandibulaires royales dimi-

nuent avec l'âge de la reine ce qui explique le comportement de supersédure. Les quantités varient aussi en fonction d'autres paramètres comme le moment de la journée ou de l'année. Le pic de production a lieu pendant l'après-midi en pleine période de fécondation.

Adam-tofiki - www.honeybee.drawing.org

La sécrétion de 9HDA est nettement inférieure (estimation à 5 µg par reine). C'est le cocktail des deux acides qui intervient dans les fonctions citées ci-dessus. Il y a également une interaction avec la phéromone d'empreinte émise par les glandes tarsales, en particulier en ce qui concerne l'inhibition de la production de cellules royales.

Les mâles

Les mécanismes permettant aux mâles et aux reines vierges de trouver les aires de rassemblement ne sont toujours pas très bien connus. Une explication faisant intervenir le marquage des aires de rassemblement par des phéromones produites par les glandes mandibulaires des mâles est une théorie aujourd'hui largement répandue. Les glandes mandibulaires des mâles sont complètement développées à partir du septième jour. Après 9 jours, les

Sécrétion de 9ODA	Âge de la reine
7 µg	Moins de 2 jours
100-133 µg	Entre 5 à 10 jours
100-200 µg	Reines fécondées de moins de 18 mois en ponte

glandes sont inactives et s'autodétruisent. La sécrétion est stockée à l'intérieur de la structure tubulaire creuse de la glande pour de futures émissions durant les vols de fécondation.

Les ouvrières

Les glandes mandibulaires de l'abeille ouvrière s'étendent jusqu'à la base des antennes. La sécrétion est emmagasinée dans un sac de stockage et libérée par une valve en fonction des besoins.

La sécrétion produite par les glandes mandibulaires est composée d'acide 10-hydroxy-2-décénoïque (10HDA), substance produite par les

nourrices pour alimenter les larves. On trouve cet acide gras dans la composition de la gelée royale. Les ouvrières plus âgées produisent de l'acide octanoïque 2-heptanone, une phéromone d'alarme. Le 2-heptanone est une phéromone qui déclenche des réactions agressives à l'entrée de la colonie mais 20 à 70 fois moins fortement que les phéromones d'alarme émises au niveau de l'aiguillon (acétate isoamyle). On suppose qu'elle sert essentiellement à dissuader les pillages et les intrusions dans la ruche.

La sécrétion des glandes mandibulaires entre également en jeu dans le processus de pétrissage et d'amollissement de la cire et de la propolis.

Références

Boch, R., Shearer, D. A., & Petrasovits, A. (1970). Efficacies of two alarm substances of the honey bee. *Journal of insect physiology*, 16(1), 17-24.

Butler, C. G. (1966). Mandibular gland pheromone of worker honeybees. *Nature*, 212(5061), 530-530.

H.A.Dade, *Anatomy and physiology of the honeybee*, International Bee Research Association, 1977.

Higo, H. A., Colley, S. J., Winston, M. L., & Slessor, K. N. (1992). Effects of honey bee (*Apis mellifera* L.) queen mandibular gland pheromone on foraging and brood rearing. *The Canadian Entomologist*, 124(2), 409-418.

Hoover, S. E., Keeling, C. I., Winston, M. L., & Slessor, K. N. (2003). The effect of queen pheromones on worker honey bee ovary development. *Naturwissenschaften*, 90(10), 477-480.

Huang, Z. Y., Plettner, E., & Robinson, G. E. (1998). Effects of social environment and worker mandibular glands on endocrine-mediated behavioral development in honey bees. *Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*, 183(2), 143-152.

Huo X., Wu B., Feng M., Han B., Fang Y., Hao Y., Meng L., Wubie A.J., Fan P., Hu H. et al. (2016) Proteomic Analysis Reveals the Molecular Underpinnings of Mandibular Gland Development and Lipid Metabolism in Two Lines of Honeybees (*Apis mellifera ligustica*). *Journal of Proteome Research* 15:3342-3357.

Lensky, Y., Cassier, P., Notkin, M., Delorme-Joulie, C., & Levinsohn, M. (1985). Pheromonal activity and fine structure of the mandibular glands of honeybee drones (*Apis mellifera* L.) (*Insecta, Hymenoptera, Apidae*). *Journal of insect physiology*, 31(4), 265-276.

Lesley Goodman, *Form and fonction in the Honey Bee*, IBRA, 2003.

Mark L.Winston, *The Biology of the Honey Bee*, First Harvard University Press, 1991.

Naumann, K. (1991). Grooming behaviors and the translocation of queen mandibular gland pheromone on worker honey bees (*Apis mellifera* L.). *Apidologie*, 22(5), 523-531.

Naumann, K., Winston, M. L., & Slessor, K. N. (1993). Movement of honey bee (*Apis mellifera* L.) queen mandibular gland pheromone in populous and unpopulous colonies. *Journal of insect behavior*, 6(2), 211-223.

Naumann, K., Winston, M. L., Slessor, K. N., Prestwich, G. D., & Webster, F. X. (1991). Production and transmission of honey bee queen (*Apis mellifera* L.) mandibular gland pheromone. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 29(5), 321-332.

Pankiw, T., Winston, M. L., & Robinson, G. E. (1998). Queen mandibular gland pheromone influences worker honey bee (*Apis mellifera* L.) foraging ontogeny and juvenile hormone titers. *Journal of insect physiology*, 44(7), 685-692.

Plettner, E., Otis, G. W., Wimalaratne, P. D. C., Winston, M. L., Slessor, K. N., Pankiw, T., & Punchedhewa, P. W. K. (1997). Species- and caste-determined mandibular gland signals in honeybees (*Apis*). *Journal of Chemical Ecology*, 23(2), 363-377.

Slessor, K. N., Kaminski, L. A., King, G. G. S., & Winston, M. L. (1990). Semiochemicals of the honeybee queen mandibular glands. *Journal of Chemical Ecology*, 16(3), 851-860.

Snodgrass R.E. (1956) *Anatomy of the honey bee*. Comstock Publishing Associates, Ithaca.

Strauss, K., Scharpenberg, H., Crewe, R. M., Glahn, F., Foth, H., & Moritz, R. F. (2008). The role of the queen mandibular gland pheromone in honeybees (*Apis mellifera*) : honest signal or suppressive agent?. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 62(9), 1523-1531.

Vallet A., Cassier P., Lensky Y. (1991) Ontogeny of the fine structure of the mandibular glands of the honeybee (*Apis mellifera* L.) workers and the pheromonal activity of 2-heptanone. *Journal of Insect Physiology* 37:789-804.

Winston, M. L., Higo, H. A., & Slessor, K. N. (1990). Effect of various dosages of queen mandibular gland pheromone on the inhibition of queen rearing in the honey bee (*Hymenoptera: Apidae*). *Annals of the Entomological Society of America*, 83(2), 234-238.

Winston, M. L., Higo, H. A., Colley, S. J., Pankiw, T., & Slessor, K. N. (1991). The role of queen mandibular pheromone and colony congestion in honey bee (*Apis mellifera* L.) reproductive swarming (*Hymenoptera: Apidae*). *Journal of Insect Behavior*, 4(5), 649-660.

MOTS CLÉS :

fiches techniques, anatomie interne, système glandulaire, biologie

Le système glandulaire⁴

Glandes cirières

Keith Pierce

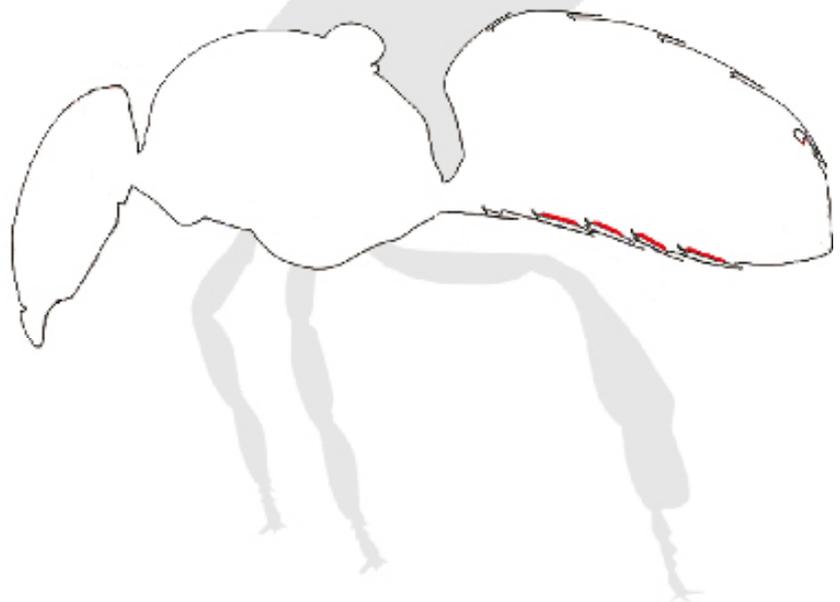
La cire

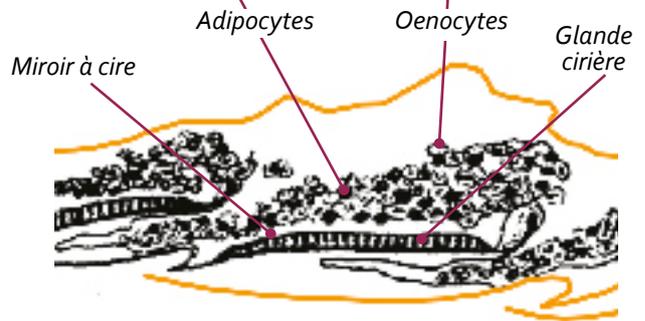
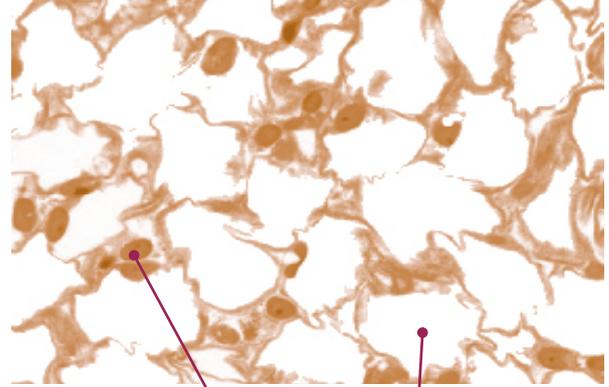
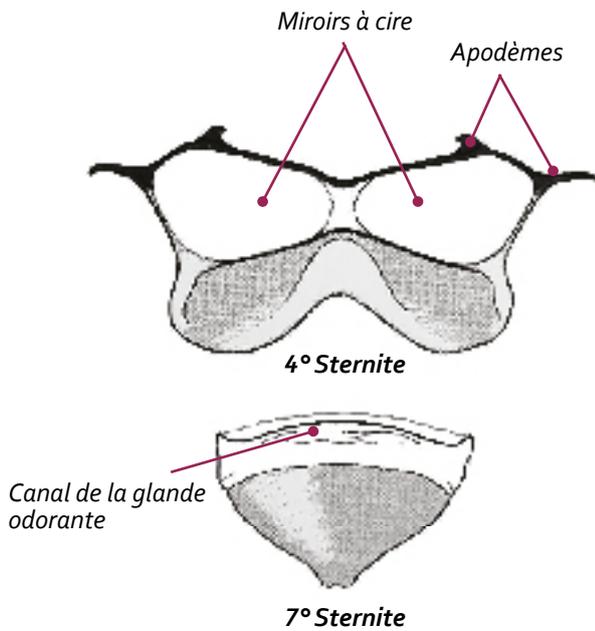
La cire est un mélange complexe d'hydrocarbures, d'acides gras et de protéines. Sa composition se charge d'éléments exogènes une fois bâtie (pollen, propolis, composés liposolubles rapportés par les butineuses). Elle contient aussi ce qu'on pourrait appeler en prenant un raccourci « l'empreinte phéromonale de la colonie », son empreinte olfactive spécifique. La cire est produite par les glandes cirières.

Les glandes cirières

Les glandes cirières, au nombre de huit, sont situées sur la face interne des sternites 4 à 7. Chaque sternite porte deux plaques ovales appelées « miroirs » (des plaques fines dans la cuticule) sous lesquelles se trouvent les glandes cirières. Les glandes cirières se situent précisément dans la couche de tissu épithélial, sur le côté dorsal de chaque miroir.

Glandes cirières (sternites 4 à 7)





Coupe longitudinale de l'abdomen

Les miroirs sont protégés par les plaques de recouvrement des sternites. La cuticule des miroirs de cire a une structure stratifiée et fibreuse traversée de canaux poreux qui jouent un rôle dans le transport de la substance cireuse à travers la cuticule.

La matière grasse et liquide qu'est la cire traverse les fins miroirs (2 à 4 µm) pour ensuite se solidifier en écailles de cire à la sortie. L'ouvrière prélève ces écailles à l'aide d'une brosse située sur la 3^{ème} paire de pattes (basitarse). Les écailles sont ensuite malaxées et imprégnées des sécrétions de la glande mandibulaire avant d'être utilisée par l'ouvrière (construction de rayons ou operculation des cellules). Le mélange salivaire ajouté à la cire épidermique ainsi que le malaxage la rendent plus malléable et facile à travailler. On compte environ 4 minutes entre le moment où la cire traverse le miroir et le moment où elle est utilisée.

Les glandes cirières sont des cellules épidermiques modifiées qui s'élargissent lorsque la glande est active. Les glandes cirières se développent en quelques jours et voient leur pleine activité entre le 12^o et le 18^o jour de vie de l'ouvrière pour ensuite décroître. On sait aujourd'hui que ces glandes peuvent se réactiver si besoin chez les ouvrières âgées.

Les structures cirières

Trois types de cellules (épithéliales, oenocytes et adipocytes) agissent en synergie pour sécréter la cire. Les oenocytes synthétisent une substance cireuse qu'elles transfèrent aux cellules épidermiques. Les adipocytes sont des cellules adipeuses riches en lipides, glucides et protéides. Elles constituent une réserve d'énergie pour le complexe glandulaire. Les cellules épithéliales produisent la cuticule des faces supérieures et inférieures. Les glandes cirières se situent dans la couche de tissu épithélial, sur le côté dorsal de chaque miroir.

Quelques chiffres

Pour produire un kilo de cire, on a calculé qu'il faut environ 8,5 kilos de miel consommé. On sait aussi que les glandes cirières ne sont actives que chez les ouvrières nourries avec du pollen pendant les 6 premiers jours de leur existence. Enfin, 1 kilo de cire est constitué de plus d'un million d'écailles. La température de la ruche doit être conservée à 33-36°C pour que les glandes cirières soient actives.

Références

H.A.Dade, *Anatomy and physiology of the honeybee*, International Bee Research Association, 1977.

Lesley Goodman, *Form and fonction in the Honey Bee*, IBRA, 2003.

Mark L.Winston, *The Biology of the Honey Bee*, First Harvard University Press, 1991.

Snodgrass R.E. (1956) *Anatomy of the honey bee*. Comstock Publishing Associates, Ithaca.

P. Cassiera, Y. Lenskyb, *Ultrastructure of the wax gland complex and secretion of beeswax in the worker honey bee Apis mellifera L.*, *Apidologie* 26 (1995) 17-26.

H. R. Hepburn, C.W.W. Pirk, O. Duangphakdee, *The Wax Gland Complex, Honeybee Nests*

Cruz-Landim C. (1963) *Evolution of the wax and scent glands of the Apinae*. *J. N.Y. Entomol. Soc.* 71:2-13.

Casteel D.B. (1912) *The manipulation of the wax scales of the honeybee*. *Circ. U.S. Bur. Entomol.* 161:1-13.

Thomas D. Seeley, *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 1982, Volume 11, Number 4, Page 287

Malcolin T. Sanford, Alfred Dietz. *THE FINE STRUCTURE OF THE WAX GLAND OF THE HONEY BEE (APIS MELLIFERA L.)*. *Apidologie*, Springer Verlag, 1976, 7 (3), pp.197-207. <hal-00890403>

Michael D. Breed, *Recognition Pheromones of the Honey Bee: The chemistry of nestmate recognition*, *BioScience*, Volume 48, Issue 6, 1 June 1998, Pages 463-470

MOTS CLÉS :

fiches techniques, anatomie interne, système glandulaire, biologie