

## La biologie de l'abeille

---

Gilles ADAM  
[adam.g02@gmail.com](mailto:adam.g02@gmail.com)

### Table des matières

1. L'abeille et les êtres vivants .....	- 2 -
1.1. Les insectes maîtres du monde .....	- 3 -
1.2. Origine de l'abeille .....	- 3 -
1.3. La super-famille <i>apoidea</i> et la famille des <i>Apidae</i> .....	- 3 -
2. Morphologie de l'abeille .....	- 4 -
2.1. L'exosquelette .....	- 5 -
2.2. Les pièces buccales .....	- 5 -
2.3. Les pattes de l'abeille .....	- 7 -
2.4. Les ailes .....	- 8 -
2.5. L'appareil vulnérant .....	- 9 -
3. Anatomie et physiologie de l'abeille .....	- 10 -
3.1. Le système digestif .....	- 11 -
3.1.1. L'alimentation de l'abeille .....	- 13 -
3.2. Le système respiratoire .....	- 14 -
3.3. Le système circulatoire .....	- 15 -
3.4. Le système nerveux .....	- 16 -
3.5. Les glandes exocrines .....	- 17 -
3.5.1. La sécrétion de la cire .....	- 19 -
4. Les sens chez l'abeille .....	- 20 -
4.1. Les antennes .....	- 20 -
4.2. Le sens olfactif et gustatif .....	- 21 -
4.3. La vision et les yeux .....	- 22 -
4.4. Le sens auditif .....	- 23 -
5. La reine et le faux-bourdon .....	- 23 -
5.1. Les appareils génitaux de la reine et du mâle .....	- 24 -
6. Le développement des abeilles .....	- 25 -
7. Références .....	- 26 -

## La biologie de l'abeille

---

### 1. L'ABEILLE ET LES ÊTRES VIVANTS

Sur l'arbre phylogénique des animaux, les insectes forment une classe de l'embranchement des arthropodes au même titre que les crustacés, les myriapodes (mille-pattes) et les arachnides (araignées). Le tableau 1 résume la classification de l'abeille dans le monde vivant.

Tableau 1. Position de l'abeille chez les êtres vivants

Classification	Taxon	Caractéristiques, exemples
Règne	Animaux	Hétérotrophes pluricellulaires Homme, poissons, vers
Embranchement	Arthropodes	Exosquelette chitineux, articulé Araignées, mille-pattes, crabes, écrevisses
Classe	Insectes	Corps divisé en trois parties : tête, thorax et abdomen Hannetons, pucerons, puces, papillons
Ordre	Hyménoptères	Métamorphose complète Ailes membraneuses Métathorax soudé au premier segment abdominal Guêpes, bourdons, abeilles solitaires
Sous-ordre	Apocrites	Rétrécissement entre le thorax et l'abdomen
Super-famille	<i>Apoidea</i>	<b>Adaptation au régime alimentaire</b> (miel et pollen) : corps couvert de poils, corbeilles à pollen
Famille	<i>Apidae</i>	<b>Insectes sociaux</b> Sécrétion de cire Abeille mellifère, bourdons, <i>Mellipona</i>
Genre	<i>Apis</i>	Sept espèces dont <i>mellifera</i> , <i>dorsata</i> , <i>cerana</i> , <i>florea</i>
Espèce	<i>Apis mellifera</i> L.	
Sous-espèces	<i>Mellifera Carnica</i> <i>Caucasica</i> <i>Ligustica</i>	24 sous-espèces au total, qui se différencient par les caractéristiques morphologiques et comportementales

## 1.1. LES INSECTES MAÎTRES DU MONDE

Parmi les 1 500 000 d'espèces d'êtres vivants recensés dans le monde, la classe des insectes en compterait plus d'un million. Certains insectes, tels que le cafard ou la libellule, existent et n'ont plus évolué depuis trois cent millions d'années : des espèces trois cent fois plus anciennes que l'espèce humaine, à peine âgée d'un million d'années. Le cafard et la libellule ont croisé les dinosaures et leur ont survécu.

## 1.2. ORIGINE DE L'ABEILLE

L'évolution des abeilles est liée à l'apparition et à l'évolution des plantes à fleurs (angiospermes) qui produisent du nectar et du pollen. L'apparition de l'abeille est liée à l'apparition des plantes à fleurs. Le plus ancien fossile d'abeille retrouvé est une abeille emprisonnée dans un morceau d'ambre qui daterait de 40 à 100 millions d'années.

Les plantes à fleurs existent depuis environ 130 millions d'années, la vie sexuelle des fleurs, confiée au départ exclusivement au vent, jouant « les messagers de l'amour », propulsant des masses de pollen énormes dans un voyage risqué et bien souvent infructueux, s'avère être une aventure au bout du compte assez peu profitable.

Quand les insectes découvrirent que le pollen était pour eux une source de nourriture et dévoraient les étamines des fleurs avoisinantes, un transport de pollen par les insectes s'initia malgré le traumatisme causé par l'insecte. Certains insectes se comportent encore de la même façon, tels que le hanneton de la Saint-Jean ou les cétoines.

D'une autre manière, les abeilles et les fleurs ont joué au couple idéal qui co-évolue ensemble, amenant à un comportement délicat avec les fleurs et au développement des nectaires, source d'énergie pour les abeilles.

Le système de pollinisation des plantes à fleurs a entraîné une dépendance entre les insectes et les plantes, s'exprimant par le fait que les insectes peuvent choisir quelles fleurs butiner : un jeu de séduction évolutif. Les plantes à fleurs se différencient par la qualité et la quantité tels les exposants d'un marché. Les substances contenues dans le pollen varient d'une fleur à l'autre. Même la température du nectar est une valeur que les plantes utilisent probablement pour afficher leur qualité. Les bourdons privilégient en effet les fleurs dotées d'un nectar à température plus élevée.

## 1.3. LA SUPER-FAMILLE APOIDEA ET LA FAMILLE DES APIDAE

La super-famille des *apoidea* est le groupe d'insectes qui ont co-évolué avec les plantes à fleurs à pollinisation par les insectes.

Tous les membres de la super-famille *apoidea* sont des abeilles au sens large et ont en commun qu'ils se nourrissent exclusivement de nectar et pollen. Cette super-famille représente l'immense majorité des insectes pollinisateurs. Parmi ces espèces la plupart de celles-ci sont solitaires.

La famille des *Apidae* comprend les espèces sociales. C'est à cette famille qu'appartiennent l'abeille domestique, les bourdons (*Bombus ssp.*) et le genre *Melipona*. Les mélipones sont originaires d'Amérique centrale et d'Amérique du Sud, où elles sont élevées par les Indiens. Le bourdon est un insecte adapté aux climats froids et se retrouve en Amérique du nord, ainsi qu'en Europe.

Les abeilles du genre *apis* sont caractérisées par un comportement hautement social et comprend sept espèces, réparties en quatre groupes : *dorsata*, *florea*, *cerana* et *mellifera*.

## 2. MORPHOLOGIE DE L'ABEILLE

Le corps de l'abeille est divisé en plusieurs segments (figure 1). On distingue facilement trois parties, caractéristiques de la classe de insectes, composant le corps de l'abeille : la tête, le thorax et l'abdomen.

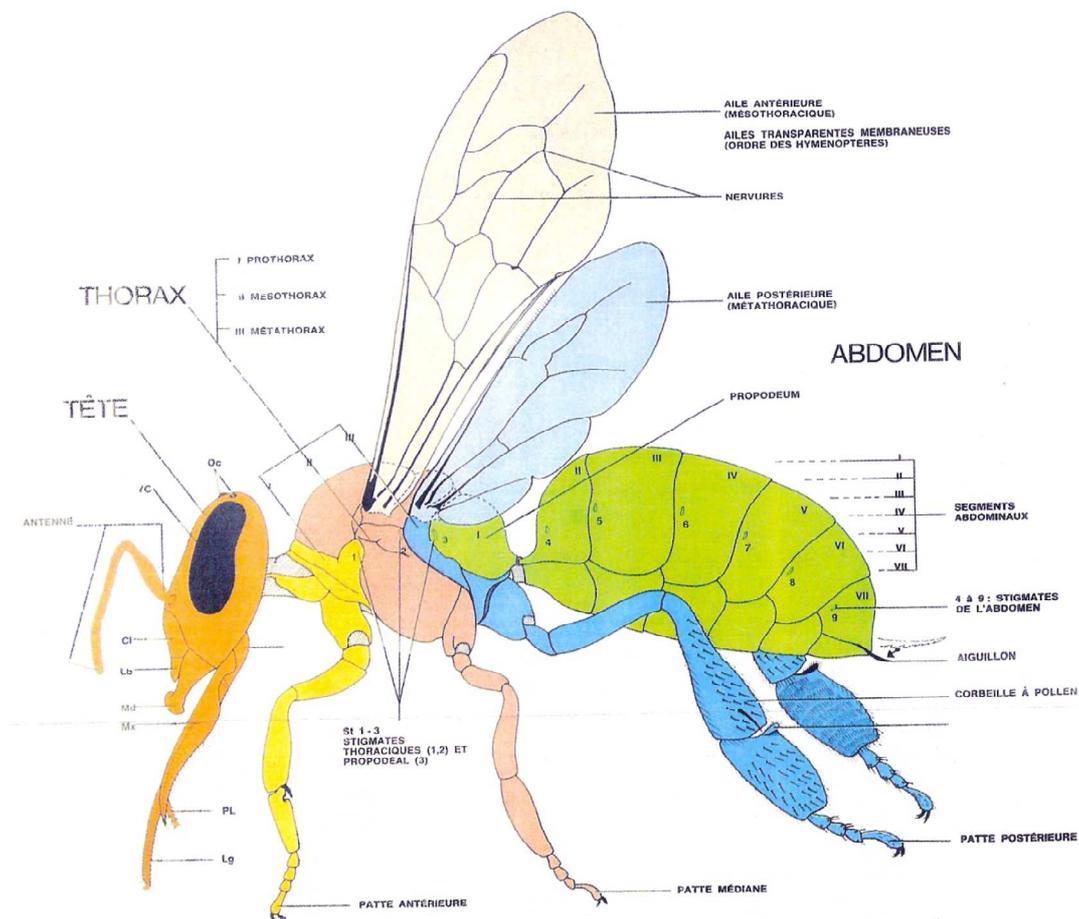


Figure 1. Morphologie de l'abeille

La tête est en quelque sorte le centre nerveux et sensitif de l'abeille. On y retrouve les organes des sens (antennes, ocelles, yeux composés) et les pièces buccales. La tête renferme le cerveau de l'abeille, très développé, dû au haut niveau de socialisation de l'abeille. Les glandes hypopharyngiennes, labiales et mandibulaires sont également situées dans la tête de l'abeille.

Le thorax est composé de trois segments soudés : le pro-, méso- et métathorax. Il porte les éléments locomoteurs de l'abeille : trois paires de pattes et deux paires d'ailes membraneuses. Le thorax contient de puissants muscles alaires.

## 2.1. L'EXOSQUELETTE

L'**exosquelette** est caractéristique des êtres vivants appartenant à l'ordre des Arthropodes. Cela signifie qu'ils sont dotés d'un squelette externe qui protège leurs organes. Afin de permettre leur mobilité, les membres des arthropodes sont dotés d'articulations souples.

L'exosquelette est divisé en segment, qui peuvent être soudés ou non. Chez l'abeille, les segments sont facilement observables sur son abdomen, tandis que les trois segments du thorax sont soudés. La croissance, en présence d'un exosquelette, nécessite de temps à autre une mue, afin de réadapter le squelette à l'organisme en développement. Les muscles prennent leur assise sur la face interne de l'exosquelette.

L'exosquelette est formé d'une couche protéique, la **cuticule**, principalement composée de plusieurs couches de **chitines**, substances légèrement élastiques. La mélanine qui est entreposée dans la cuticule lui confère sa couleur particulière. La **sclérotine** durcit la cuticule.

La cuticule forme une couche flexible et hydrophobe, une carapace qui protège le corps de l'abeille du dessèchement, des influences mécaniques et chimiques, ainsi qu'une protège face aux agents pathogènes.

L'exosquelette est couvert par une toison dense. Les poils de l'abeille sont de forme et grandeur différentes. Les ramifications de ces poils donnent à l'abeille un aspect duveteux, qui se perd avec l'âge ou en cas de maladie. Surtout, la toison de l'abeille sert à la récolte du pollen. Les poils sensoriels sont plutôt situés sur la tête et les pattes.

## 2.2. LES PIÈCES BUCCALES

Les pièces buccales de l'abeille sont du type broyeur-lècheur, adaptées à la récolte de liquides comme le nectar ou le miellat. Elles sont composées de plusieurs éléments :

- Les **mandibules**, puissantes, ont de multiples fonctions, telles que la préhension de matières solides, le travail de la cire, la récolte et le travail de la propolis et la défense contre les ennemis de moindre taille.

- Les **maxilles, palpes labiaux** et la **langue** (ou **glosse**). Ils forment un ensemble mobile et extensible, replié sous la tête au repos et étendus lorsque l'abeille

prélève un liquide. Cet ensemble s'appelle la **trompe**. Les maxilles, soudés l'un à l'autre, constituent une sorte de gouttière dans laquelle est glissée la langue qui peut être étirée pour aspirer de la nourriture. La pilosité de la langue et son extrémité en forme de cuillère (**cuilleron**) permettent de recueillir de petits volumes de liquide qui monte par capillarité jusqu'à la gouttière linguale fermant le voile du palais pendant la succion. Si l'abeille ouvre sa gouttière linguale, elle peut offrir à ses compagnes le contenu de son jabot. La longueur de la trompe permet de différencier les races d'abeilles.

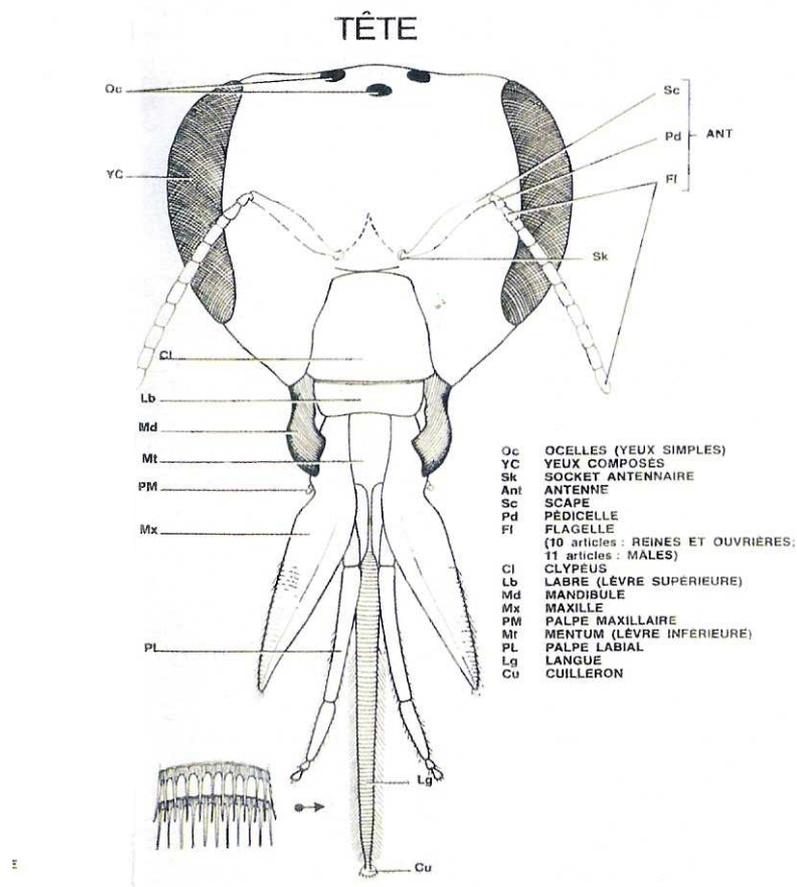


Figure 2. Tête de l'abeille et pièces buccales

### 2.3. LES PATTES DE L'ABEILLE

Les trois paires de pattes de l'abeille servent à la fois au déplacement et d'outil. On peut distinguer les pattes antérieures, médianes et postérieures qui sont cependant toutes composées de 5 pièces articulées : le coxa (hanche), le trochanter, le fémur, le tibia et le tarse, lui-même divisé en cinq articles. Le premier article du tarse, le métatarse, est prolongé.

L'article terminal porte deux griffes entre lesquelles se trouve un coussinet. Celui-ci sert à l'adhésion sur surfaces lisses, tandis que les griffes aident à s'accrocher aux surfaces rugueuses. Le coussinet transmet aussi des phéromones, indiquant par cela le chemin d'entrée de la ruche.

Le tibia de la patte antérieure est muni à sa pointe d'un éperon, alors que la partie supérieure du métatarse comprend une cavité entourée d'un peigne composé de poils qui sert à nettoyer les antennes. Cette structure est appelée le **peigne antennaire**.



L'ouvrière utilise aussi ses pattes à la construction des rayons. Les glandes cirières situées en dessous de l'abdomen sécrètent des plaquettes de cire qui sont embrochées par la broche du talon postérieur des pattes postérieures des abeilles. Elles sont ensuite enlevées par les pattes antérieures et travaillées avec les mandibules.

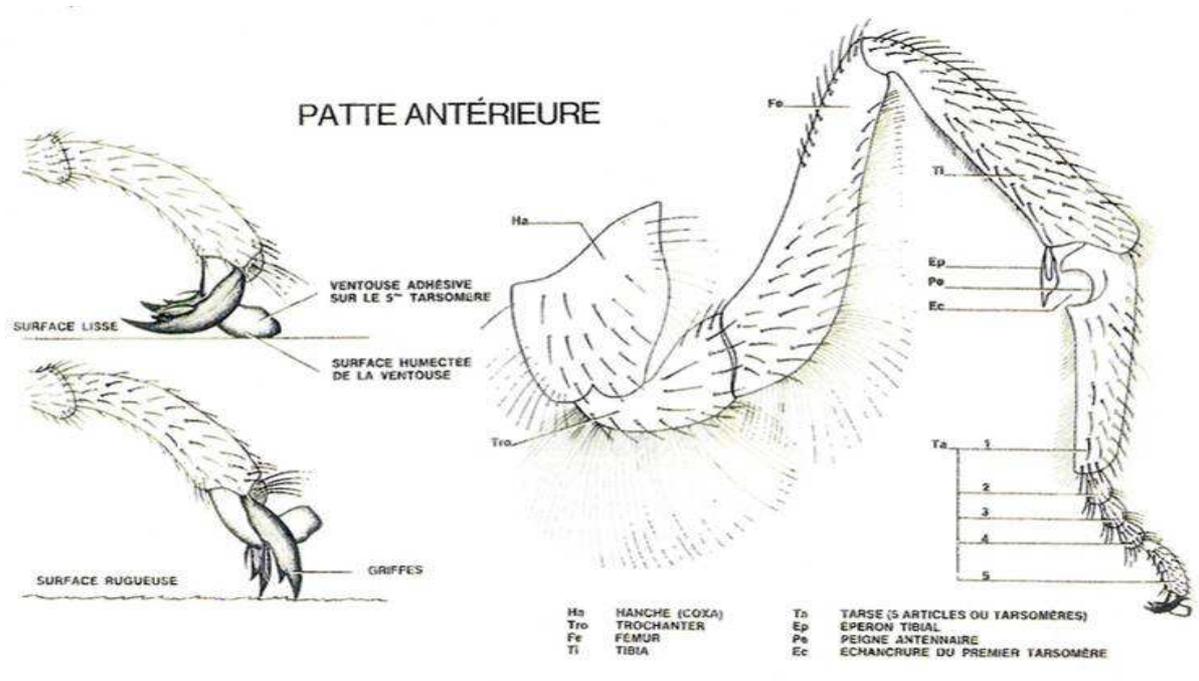
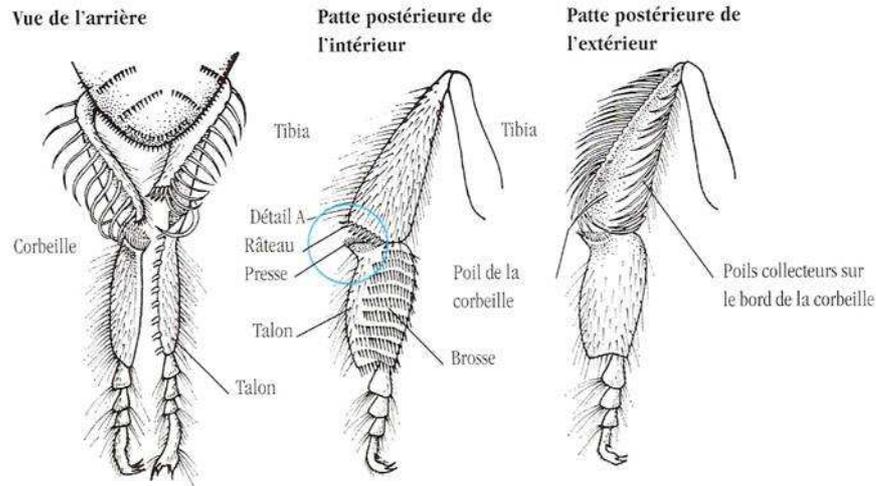


Figure 3. Patte antérieure de l'abeille

Les pattes postérieures de l'abeille sont adaptées à la récolte du pollen. Celles-ci sont munies d'une brosse (**râteau**) et d'une **corbeille à pollen**.



Les pattes postérieures jouent donc un rôle très important dans la récolte du pollen. Lors d'une séance de butinage, le corps de l'abeille se recouvre du pollen des fleurs visitées. Avec les brosses des talons de pattes antérieures et médianes, humectées préalablement, l'abeille récolte les grains de pollen attachés à sa toison. Ensuite, elle peigne ses pattes antérieures et médianes entre les pattes postérieures, tenues en parallèle. De cette manière, le pollen est amalgamé sur la corbeille à pollen des pattes postérieures.

## 2.4. LES AILES

Les abeilles disposent d'une paire d'ailes membraneuses situées sur le thorax. La particularité membraneuse et fine des ailes est caractéristique des Hyménoptères. Un réseau de nervures tubulaires, les veines, donnent leur structure. La forme de certaines cellules formées par les veines sert à différencier les races.

Les ailes ont comme principale fonction la locomotion aérienne de l'abeille. Elles servent aussi à l'aération de la ruche et à la dissémination de phéromones, d'alarme ou de reconnaissance. Les aptitudes de vol de l'abeille sont résumées dans le tableau 2.

Tableau 2. Performances du vol de l'abeille.

Nombre d'ailes	4
Vitesse moyenne	20-30 km/h
Vitesse de pointe	60 km/h
Consommation moyenne	2-24 mg sucre/heure 9 mg glycogène/minute
Nombre de battements	400-500 battements/s
Distance de butinage moyenne	1500 m
Distance max de butinage	10-12 km
Altitude de vol	10-30 m
Tare	40 mg nectar – 30 mg pollen ou 75 mg de pollen
Consommation	< 1,5 mg glucose/min
Durée de vie des muscles alaires	800 km

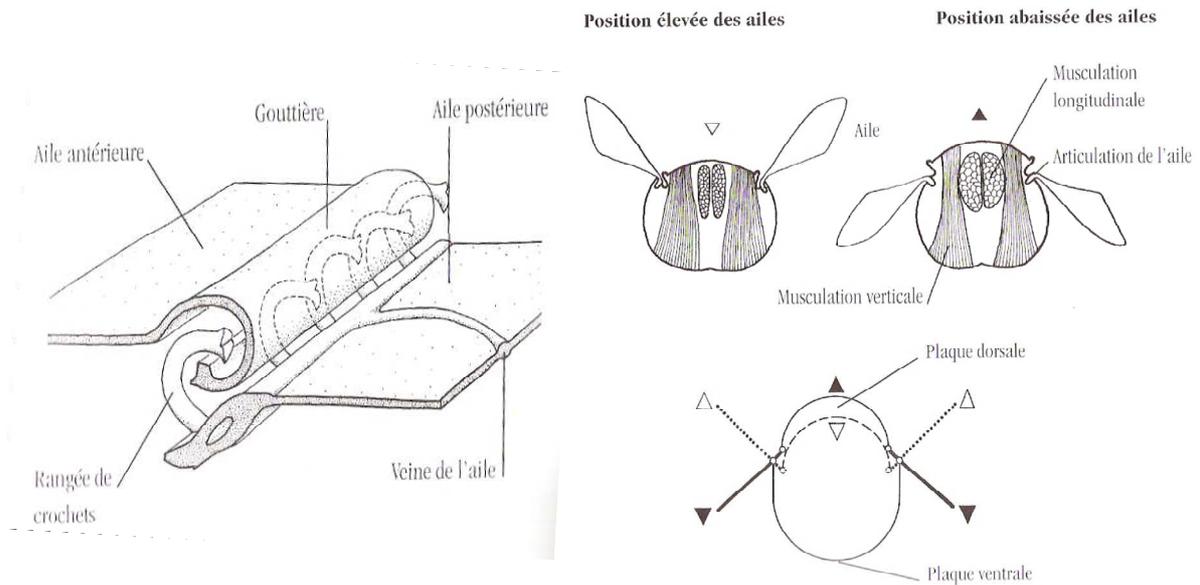


Figure 4. Arrimage entre les ailes postérieures et antérieures et mouvements des ailes en vol.

Les ailes antérieures et postérieures sont reliées par 20 crochets fins situés au bord de l'aile postérieure. Elles sont actionnées par des muscles alaires verticaux et longitudinaux (Figure 4).

## 2.5. L'APPAREIL VULNÉRANT

Seules les abeilles femelles possèdent un aiguillon. L'appareil vulnérant, ou aiguillon, est en réalité une modification de l'ovipositeur, organe servant à déposer les œufs chez les insectes parasites. L'appareil vulnérant comporte (Figure 5) :

- Deux soies barbelées qui constituent le dard et qui coulisent à l'intérieur d'une pièce de chitine renflée, le gorgeret ;
- Deux gaines qui protègent l'aiguillon ;
- Des glandes à venin. La glande acide alimente le réservoir à venin, partie renflée du gorgeret et la glande alcaline qui facilite la lubrification de l'aiguillon ;
- Une poche à venin où celui-ci est conservé ;
- Des pièces chitineuses et des muscles qui permettent la sortie de l'aiguillon et l'injection du venin.

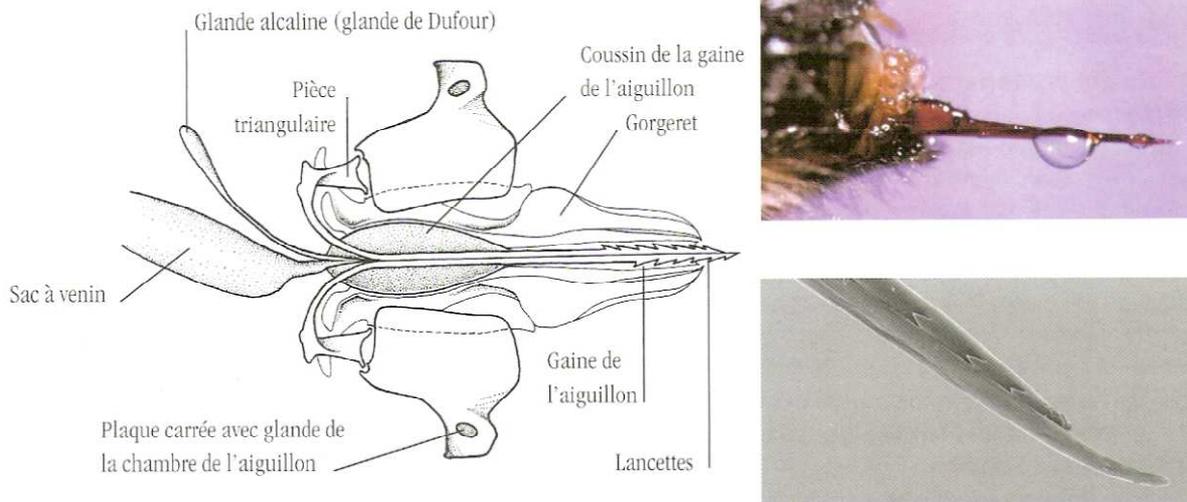


Figure 5. Appareil vulnérant de l'abeille

La quantité et qualité du venin est la plus élevée (0,3 mg) lorsque l'ouvrière est âgée de 15 jours, période où celle-ci occupe la fonction de gardienne. Lorsque l'abeille pique dans une peau élastique, les crochets restent plantés et l'abeille se fait arracher tout l'appareil vulnérant. Par contre, contre d'autres insectes, l'abeille pique entre les segments, mais les crochets ne restent pas accrochés et l'abeille ne perd pas son dard. Le dard de la reine est muni de seulement quatre crochets contre dix pour l'ouvrière. De plus, le sac à venin se résorbe au cours de la première année.

### 3. ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE DE L'ABEILLE

L'abeille domestique possède une biologie bien particulière, due à son comportement social et sa co-évolution avec les plantes à fleurs. Il existe des différences marquées entre les trois castes d'abeilles : la reine, l'ouvrière et le mâle. L'appareil buccal est adapté à l'ingestion de liquides, tels que le nectar ou le miellat. Les pattes de l'abeille sont dotées d'une « corbeille » à pollen. Les poils répartis sur tout le corps, même sur les yeux, permettent de récolter un maximum de pollen lorsque l'abeille butine une fleur. La brosse à pollen permet la récolte du pollen accroché aux poils de l'abeille.

La figure 7 donne une représentation schématique des différents organes contenus dans l'abdomen d'une abeille. On y aperçoit des organes de l'appareil digestif et excréteur, du système circulatoire, du système nerveux et de l'appareil respiratoire.

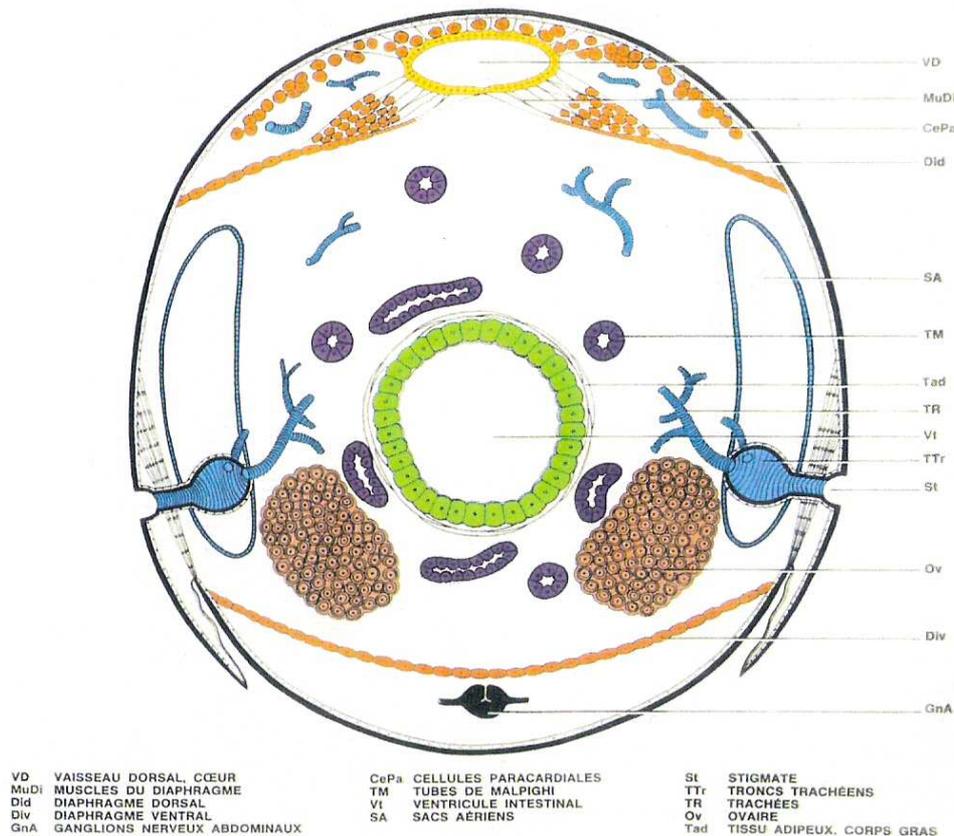


Figure 6. Coupe transversale schématique à travers l'abdomen d'une ouvrière

### 3.1. LE SYSTÈME DIGESTIF

Le tube digestif de l'abeille est divisé en trois parties : **l'intestin antérieur, l'intestin moyen et l'intestin postérieur** (Figure 8). Le système digestif comprend aussi le système excréteur, représenté chez les insectes par les tubes de Malpighi.

**L'intestin antérieur** débute juste après la gouttière linguale et comprend le pharynx, l'œsophage et le jabot. Le pharynx permet le pompage de la nourriture liquide. L'œsophage est le lien entre le pharynx et le jabot. Le jabot est extensible et peut contenir de 50 à 70 mL de liquide volume en nectar qui correspond au poids de l'abeille. Le jabot sert à transporter et à stocker la nourriture liquide. Le jabot revêt une importance particulière. Il sert de stockage de miel ou de nectar. Il occupe une grande partie de l'abdomen. Mélangé à d'autres substances produites par les glandes annexes du tube digestif, le nectar pourra être régurgité pour former du miel ou bien partagé avec d'autres abeilles. Ce phénomène s'appelle la **trophallaxie**.

La trophallaxie n'est pas seulement un phénomène de partage de nourriture. Grâce à la trophallaxie, des phéromones sont transmises de la reine aux abeilles, qui elles-mêmes les transféreront aux autres abeilles de la colonie. Par cela, la colonie acquiert sa propre identité, dépendant d'une seule et unique reine.

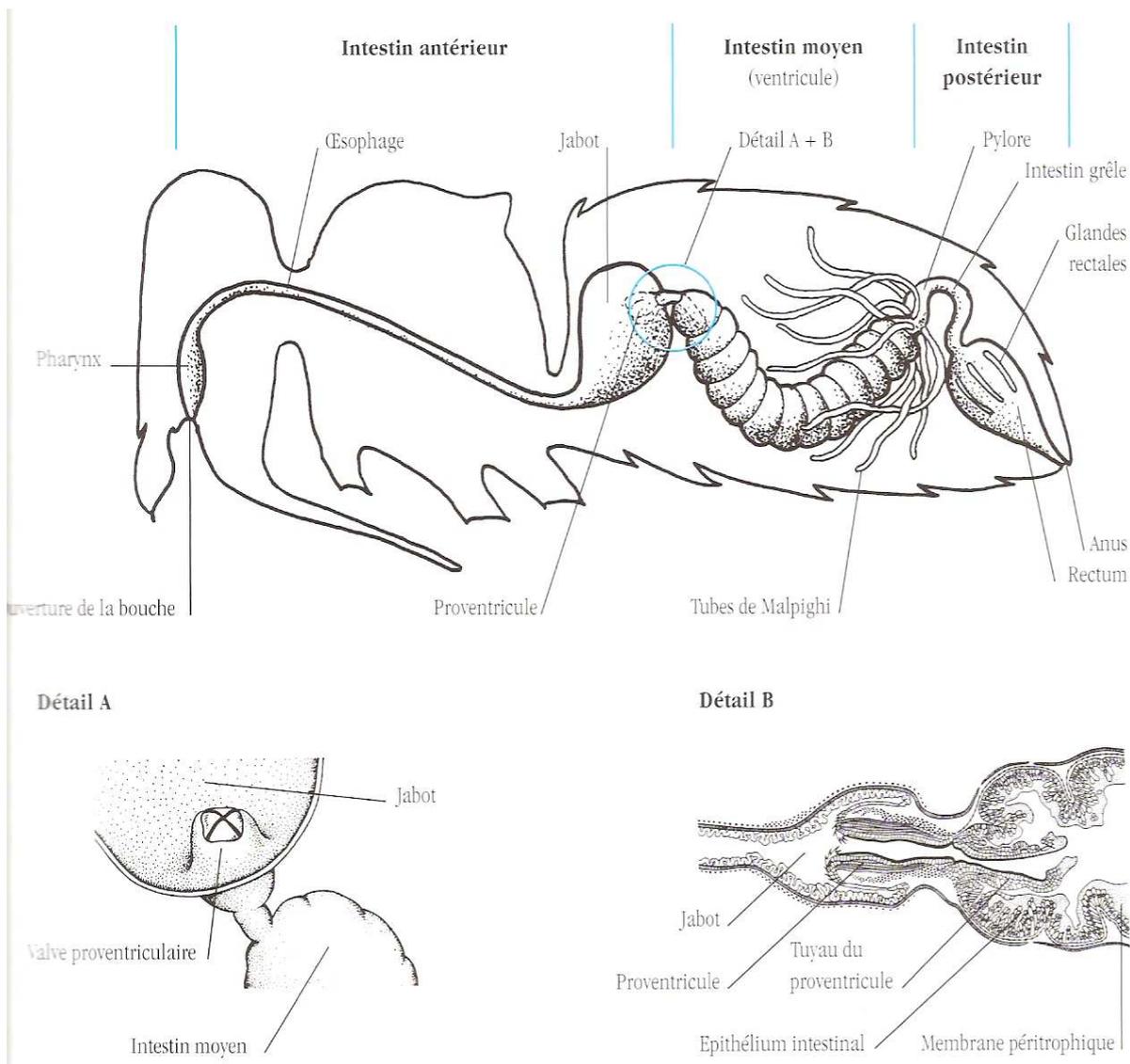


Figure 7. Système digestif de l'abeille

**L'intestin moyen** est séparé de l'intestin antérieur par le proventricule. L'intestin moyen est composé par le ventricule, estomac de l'abeille. Le ventricule est le siège de la digestion. Les sucs digestifs y sont déversés. Les éléments nutritifs sont absorbés dans l'intestin moyen et transférés dans l'hémolymphe, d'où ils seront transportés vers les différents organes. L'intestin moyen héberge aussi grand nombre de bactéries et champignons qui jouent un rôle important dans la décomposition de la nourriture, notamment dans la digestion du pollen, qui contient de la sporopellénine et de l'exine, substance proche de la lignine, située sur l'enveloppe externe du grain de pollen..

Le pylore sépare l'intestin moyen de l'intestin postérieur. A son niveau se retrouvent une centaine de filaments qui baignent dans l'hémolymphe, les tubes de Malpighi. Ils assurent la fonction de reins en débarrassant l'hémolymphe des déchets métaboliques, principalement l'acide urique.

L'intestin postérieur est divisé en duodénum et rectum. Alors que quelques processus digestifs ont encore lieu dans le duodénum, le rectum sert principalement de stockage des excréments de l'abeille. La catalase, enzyme produite par les glandes rectales, stoppe la décomposition des défécations dans le rectum. Cela permet aux abeilles d'hiver de rester de longues périodes sans déféquer.

Des glandes annexes au système digestif ont diverses fonctions autres que la digestion des aliments :

- Les **glandes hypopharyngiennes** sont situées dans la tête et produisent de la gelée royale chez les jeunes nourrices. Lorsque l'ouvrière vieillit, ces glandes sécrètent de l'invertase, enzyme qui intervient dans l'élaboration du miel en transformant le saccharose en glucose et en fructose.
- Les **glandes mandibulaires** interviennent dans la sécrétion d'une fraction de la gelée royale et dans l'élaboration de la cire.
- Les **glandes labiales** sont formées des glandes postcérébrales placées dans la tête et des glandes thoraciques situées dans le thorax. Leurs sécrétions, produites à la base de la langue, humectent les aliments solides pour faciliter leur prélèvement.

### 3.1.1. L'ALIMENTATION DE L'ABEILLE

La nourriture de l'abeille est composée de pollen, de nectar et d'eau. Le pollen est essentiellement ingurgité durant le stade larvaire. Le nectar ou le miel fournit l'énergie nécessaire aux activités de l'abeille, mais aussi de la colonie, super-organisme, qui requiert son capital énergétique (contrôle de la température, ventilation, lutte contre les maladies et parasites, déplacement, reproduction, etc.).

**L'abeille adulte se nourrit principalement de miel et de nectar**, que lui servent d'énergie. Cependant, le pollen reste une source de protéines indispensable à l'abeille adulte, qui le consomme surtout durant les premiers jours de sa vie pour terminer son développement. Les nourrices utilisent aussi de grandes quantités de pollen pour produire la gelée royale et nourrir les larves.

**Le pollen est l'unique source protéique de la colonie.** L'essentiel des protéines est consommé pendant le développement depuis la larve jusqu'à l'insecte adulte. Du pollen en quantité et en qualité est indispensable pour un couvain sain et une colonie forte. Le miel est lui, la principale source d'énergie de la colonie et des abeilles.

Le métabolisme de l'abeille ne permet pas d'utiliser le pollen directement comme source énergétique. **Le miel est donc indispensable à l'abeille adulte mais pas le pollen.** Le miel est par conséquent l'aliment principal de l'abeille adulte. Cependant, une alimentation carencée en pollen chez l'abeille adulte diminuera sa longévité. Il est à noter que l'abeille est incapable de digérer les polysaccharides (sucres lents) tels que le lactose ou l'amidon.

Les larves, par contre, reçoivent une alimentation mixte, pollen, miel et gelée royale. Les larves de différentes castes recevront une quantité différente de pollen et de gelée royale. La larve d'une future ouvrière recevra moins de gelée royale qu'une future reine.

La reine peut s'alimenter de miel mais la plupart du temps, elle est nourrie par les courtisanes d'un mélange de miel et de gelée royale. La reine sera alimentée en fonction de son activité de ponte.

Les éléments nutritifs qui ne sont pas utilisés sont mis en réserve dans le tissu adipeux, généralement situé juste en dessous de la cuticule. Le tissu adipeux est particulièrement développé chez les abeilles d'hiver.

**L'eau est importante dans l'alimentation de l'abeille.** L'abeille utilise l'eau pour humecter le miel et faciliter son ingestion. La gelée royale et le pain de pollen contiennent une grande quantité. L'eau est également utilisée dans la fabrication de la gelée royale. L'abeille utilise aussi l'eau pour la thermorégulation de la colonie. L'évaporation de l'eau permet de rafraîchir la température de la colonie.

### 3.2. LE SYSTÈME RESPIRATOIRE

Le système respiratoire (figure 9) de l'abeille permet les échanges gazeux nécessaires à son organisme, c'est-à-dire l'absorption d'oxygène et le rejet du dioxyde de carbone.

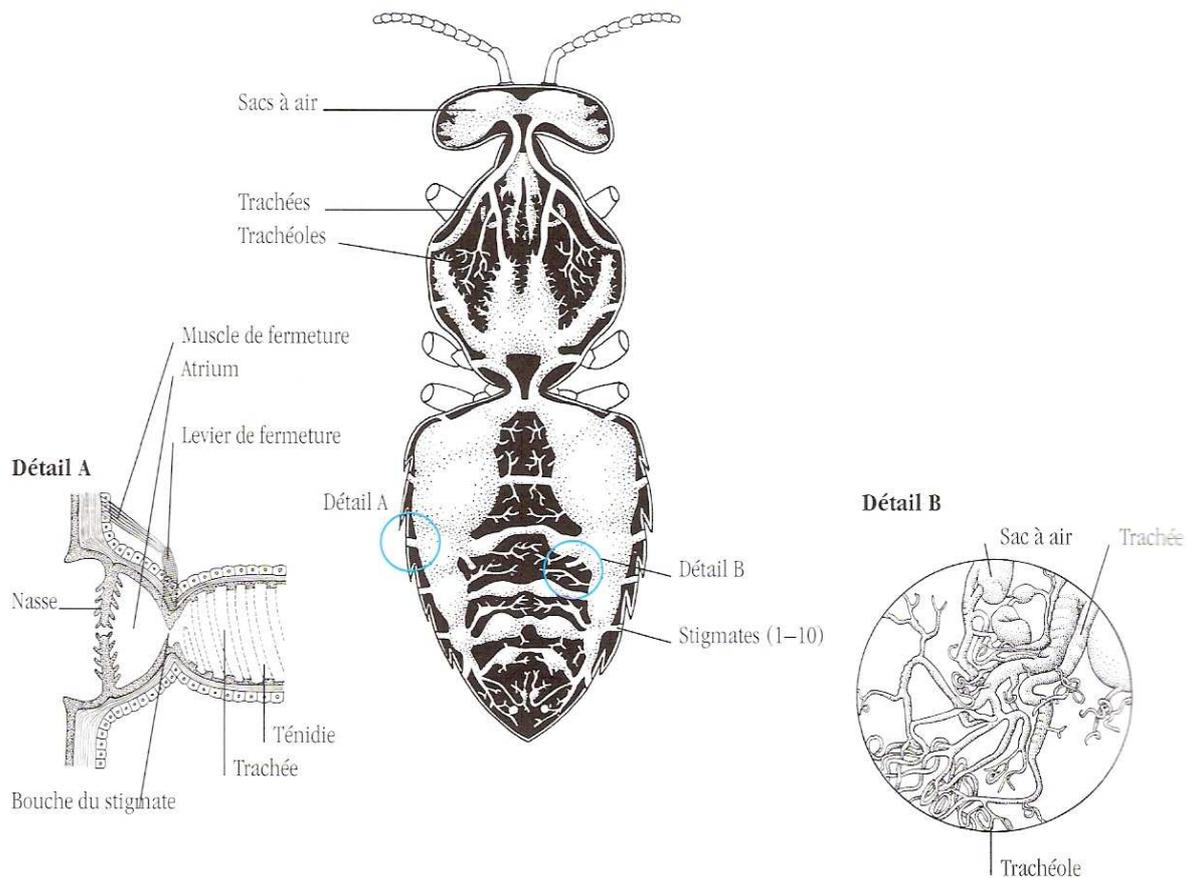


Figure 8. Système respiratoire de l'abeille. Détail A : Stigmate ; détail B : trachéoles.

La respiration est assurée, comme chez tous les insectes, par des **trachées** qui conduisent l'air jusqu'au tissu où il est utilisé. Les trachées sont des tubes ramifiés dans tout

le corps de l'abeille. Elles entrent en contact avec tous les organes. Les ramifications les plus fines forment les **trachéoles**. Les trachées sont des invaginations de tégument de l'insecte et sont constituées d'un tissu aux cellules aplaties, doublé à l'intérieur d'une membrane (l'intima). Cette membrane comporte des épaissements en forme de spirale, les **ténidies**, qui assurent la rigidité des trachées et trachéoles. Les trachées s'élargissent par endroits pour former des sacs aériens dans lesquels l'air peut être stocké. Tout ce réseau communique avec l'extérieur par des orifices situés sur le côté de l'abdomen et du thorax, les **stigmates**, à raison d'une paire par segment.

Le débit de l'air dans les trachées est régulé par les mouvements des segments de l'abdomen, qui s'éloignent et se rapprochent et par des dispositifs d'ouverture et de fermeture des stigmates.

### 3.3. LE SYSTÈME CIRCULATOIRE

**La particularité de système circulatoire des insectes est d'être ouvert** (figure 10), c'est-à-dire que le cœur de l'abeille est ouvert, laissant circuler librement l'hémolymph, le sang de l'abeille, à l'intérieur de la cuticule qui est étanche. Les organes baignent dans l'hémolymph. L'hémolymph ne porte pas de pigments et est donc de couleur transparente. En effet, il n'y circule pas d'hémoglobine servant au transport de l'oxygène et du dioxyde de carbone, comme l'oxygène arrive directement aux organes par le réseau de trachéoles.

L'hémolymph est essentiellement constitué d'eau (85-90%), des sels minéraux, de sucres, de protéines, d'enzymes, d'acides aminés et d'acides ainsi que des substances de déchets (acide urique) éliminés par les tubes de Malpighi.

L'hémolymph est mise en circulation par le vaisseau dorsal, sorte de cœur rudimentaire formé d'un tube allant de l'extrémité de l'abdomen jusqu'à la tête. Le vaisseau dorsal est fermé au bout de l'abdomen et percé de cinq ostioles situés au bord de cinq renflements, les ventricules.

Les ventricules, situés dans l'abdomen, en se contractant, envoient l'hémolymph vers la tête et le thorax. L'hémolymph circule ensuite librement dans l'abdomen et est aspirée à nouveau par les ostioles. Hors du vaisseau dorsal, l'hémolymph est brassée par deux diaphragmes, dorsal et ventral.

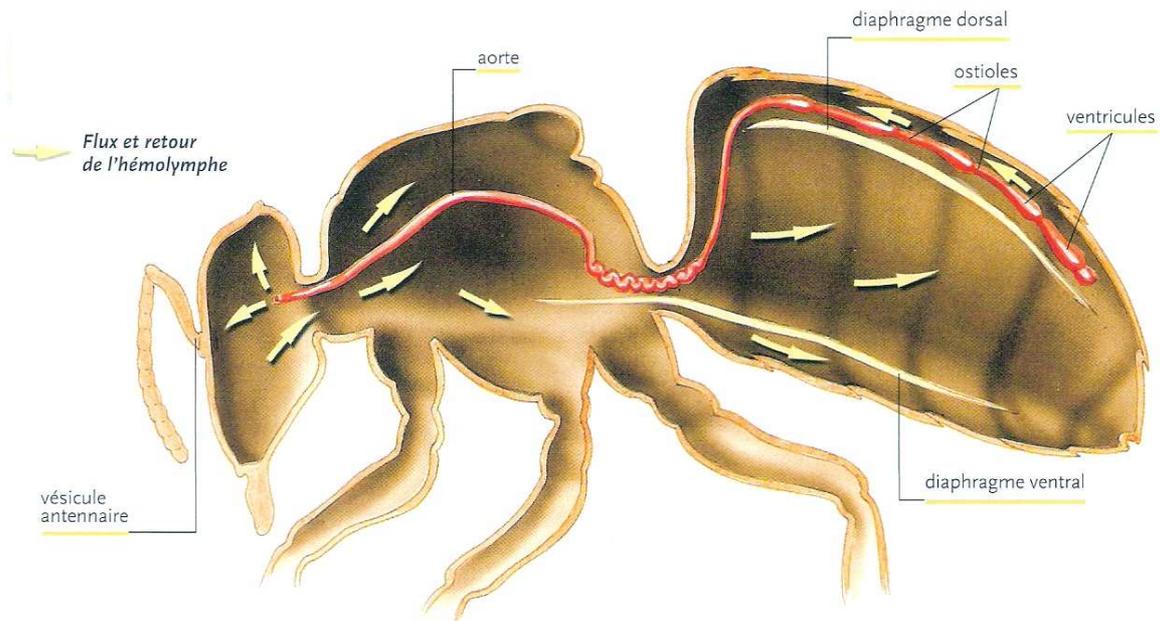


Figure 9. Système circulatoire de l'abeille

### 3.4. LE SYSTÈME NERVEUX

L'abeille possède un système nerveux développé et complexe. La transmission nerveuse est semblable à celle de l'homme. Comme beaucoup d'insecticides ont un effet neurotoxique, basé sur la perturbation de la transmission nerveuse, ils sont tout aussi toxiques pour l'homme et les mammifères.

Comme tous les insectes, le système nerveux de l'abeille est composé (figure 11):

- Un système nerveux central, le cerveau et la chaîne nerveuse centrale, qui commande les mouvements et gère les relations entre l'abeille et son environnement.
- Un système stomatogastrique, qui commande le fonctionnement des organes internes.
- Le ganglion sub-oesophagien, situé dans la tête, composé de trois ganglions fusionnés, de nerfs sensitifs et moteurs, reliés aux pièces buccales.
- La chaîne nerveuse ventrale comporte deux ganglions dans le thorax et cinq dans l'abdomen. Le premier ganglion du thorax anime la première paire de pattes, tandis que le deuxième anime les deux paires d'ailes, les deux dernières paires de pattes et les muscles du thorax. Les ganglions de l'abdomen contrôlent les mouvements de l'abdomen.

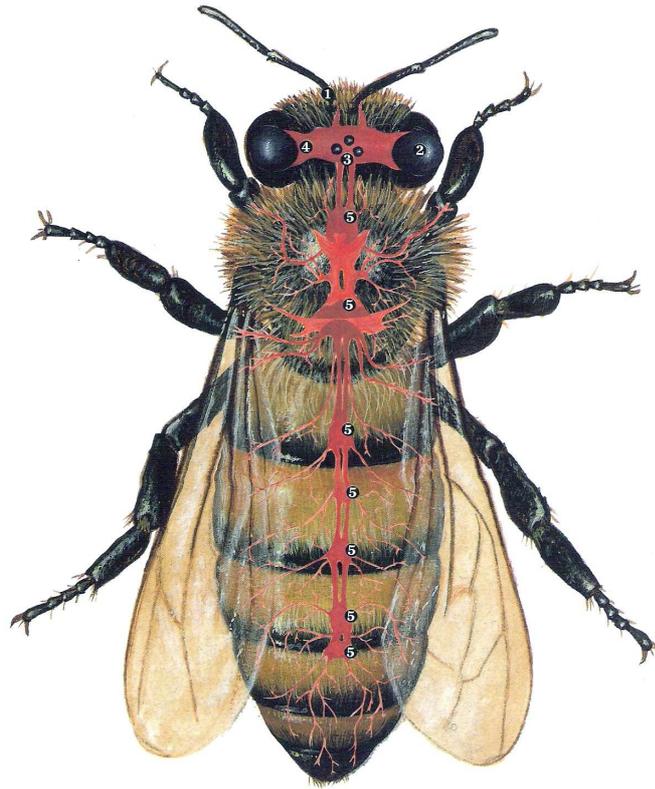


Figure 10. Système nerveux de l'abeille constitué du cerveau (4), de la chaîne nerveuse ventrale et des ses ganglions (5). Le cerveau reçoit des informations des antennes (1), des yeux composés (2) et des ocelles (3).

Le cerveau est formé de l'association des ganglions céphaliques. Il est aussi divisé en trois parties :

- Le protocérébron gère la partie supérieure et frontale de la tête, notamment la vision.
- Le deutocérébron représente le centre nerveux de l'olfaction.
- Le tritocérébron contrôle le labre (lèvre supérieure qui protège les pièces buccales) et les nerfs responsables de l'activité des glandes.

### 3.5. LES GLANDES EXOCRINES

L'abeille est pourvue des nombreuses glandes exocrines, c'est-à-dire que la substance est excrétée à l'extérieur du corps de l'abeille. Parmi ces substances, on retrouve le venin, la cire, les phéromones, etc. Voici un bref résumé des différentes glandes exocrines de l'abeille domestique :

Glande	Localisation	Caractéristique
Glandes mandibulaires	Mandibules	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Sécrétion de phéromones</b> (fortement développées chez la reine)</li> <li>- Rôle dans la cohésion et structure de la colonie</li> <li>- Différentes substances selon reine ou ouvrière</li> <li>- Effet de solvant de la propolis, du pollen et de la cire (dissolution du couvercle de l'alvéole)</li> </ul>
Glandes nourricières ou hypopharyngiennes	Tête	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sécrétion directement déversée dans la bouche</li> <li>- Uniquement chez l'ouvrière, surtout nourrices (6<sup>ème</sup> au 12<sup>ème</sup> jour)</li> <li>- <b>Fournissent la gelée royale</b></li> <li>- Evoluent en fonction de l'âge de l'abeille (avec le temps, production d'enzymes qui transforment le nectar en miel)</li> </ul>
Glandes salivaires ou labiales	Tête et thorax, le long de l'oesophage	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Présentes dans les trois castes</li> <li>- Chez l'ouvrière, <b>exsudation de sécrétion huileuse pour le travail des plaquettes de cire</b></li> <li>- Sécrétion aqueuse qui dissout le sucre cristallisé</li> <li>- Chez les larves : sécrétion de la soie</li> </ul>
Glandes tarsales ou d'Anhardt	Dernier article du tarse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sécrétion permettant d'augmenter l'adhésion des ventouses</li> <li>- <b>Phéromone de piste</b> (entrée du nid)</li> </ul>
Glandes rectales	Rectum	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produisent la catalase (blocage du processus de pourriture)</li> </ul>
Glande de Nassinov	Plaques dorsales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Phéromone de rappel</b> (formation de grappe)</li> <li>- Absente chez la reine et les mâles</li> </ul>
Glandes épidermiques	Sixième tergite abdominal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Senteur de la reine</li> </ul>
Glande de Koshvnikov ou glande de la chambre de l'aiguillon	Appareil vulnérant	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Senteur de la reine</li> <li>- Phéromone d'essaimage</li> </ul>
Glande à venin ou acide	Appareil vulnérant	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dégénère chez la reine</li> <li>- Production dépend de l'âge et de la consommation en pollen</li> </ul>
Glande alcaline	Appareil vulnérant	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Probablement un lubrifiant pour l'aiguillon</li> </ul>
Glandes sexuelles ou génitales	Appareil génital	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reproduction</li> </ul>

### 3.5.1. LA SÉCRÉTION DE LA CIRE

Une particularité des *Apidae* est la sécrétion de leur propre matériau de construction, la cire. La cire provient des glandes cirières situées dans la face ventrale de l'abdomen des ouvrières. Les glandes cirières sont particulièrement développées entre le 13<sup>ème</sup> et 18<sup>ème</sup> jour suivant l'émergence. Cependant, ces glandes peuvent se redévelopper sur des abeilles plus âgées, notamment en période d'essaimage.

Les quatre derniers segments abdominaux portent un repli sur la face ventrale. Ce repli chitineux comporte deux fines plaques ovales transparentes, les plaques cirières ou miroirs à cire. Chaque plaque est surmontée d'une couche de cellules graisseuses sécrétrices. La cire sécrétée passe à travers les plaques cirières et se condense à l'extérieur du corps sous la forme de petites écailles transparentes d'environ 0,8 mg. Lorsqu'une écaille se détache, elle est interceptée par les brosses de la troisième paire de pattes. L'abeille l'apporte aux mandibules pour être mélangée à des sécrétions salivaires et mandibulaires et finalement coller et travailler l'écaille à d'autres plaquettes de cire.

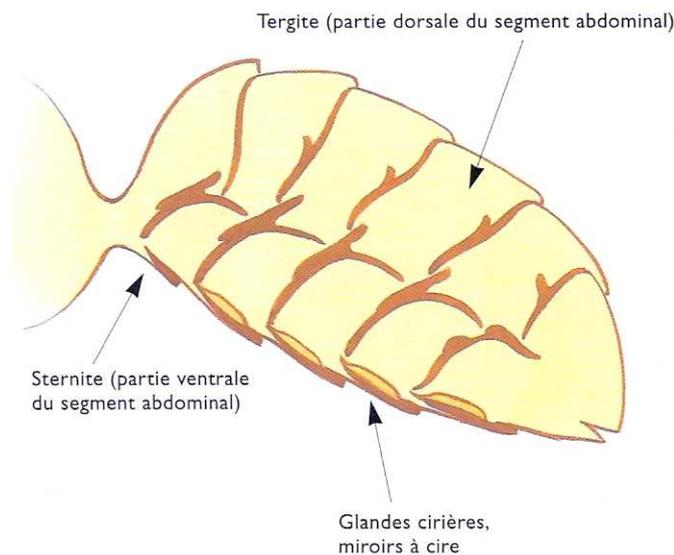


Figure 11. Glandes cirières d'une ouvrière.

La production de cire demande une énergie considérable provenant principalement du nectar. Avec 100 g de cire, les abeilles fabriquent environ huit mille alvéoles. Pour produire ces 100 g, il faut à peu près 125 000 écailles de cire.

Lorsqu'un essaim emménage, il faut environ 1200 g de cire s'il construit toutes ses nouvelles cellules. Cela correspond à environ 7,5 kg de miel. A partir de ces 1200 g de cire, les abeilles bâtissent environ 100 000 cellules, correspondant à la taille moyenne d'un nid.

## 4. LES SENS CHEZ L'ABEILLE

Les organes des sens sont le lien de l'abeille avec son environnement. Ses organes des sens sont très différents de ceux de l'homme, adaptés au butinage, au vol, à l'obscurité de la colonie mais surtout au monde de l'olfaction, des phéromones, des odeurs. L'abeille vit dans un monde de molécules et odeurs qu'elle perçoit par ses antennes et qui influence son comportement alors que l'homme perçoit plus un monde de couleurs.

### 4.1. LES ANTENNES

Organes multifonctionnels, les antennes de l'abeille sont l'organe sensoriel principal de l'abeille, par lesquelles elle interagit avec son environnement et avec les autres abeilles de la colonie et la colonie elle-même. Les antennes de l'abeille sont très mobiles, situées au-dessus de la tête et leur usage est multiple :

- **Communication et reconnaissance entre abeilles**
- **Olfaction**
- **Goût**
- **Audition**
- **Détection de niveau de CO<sub>2</sub>**

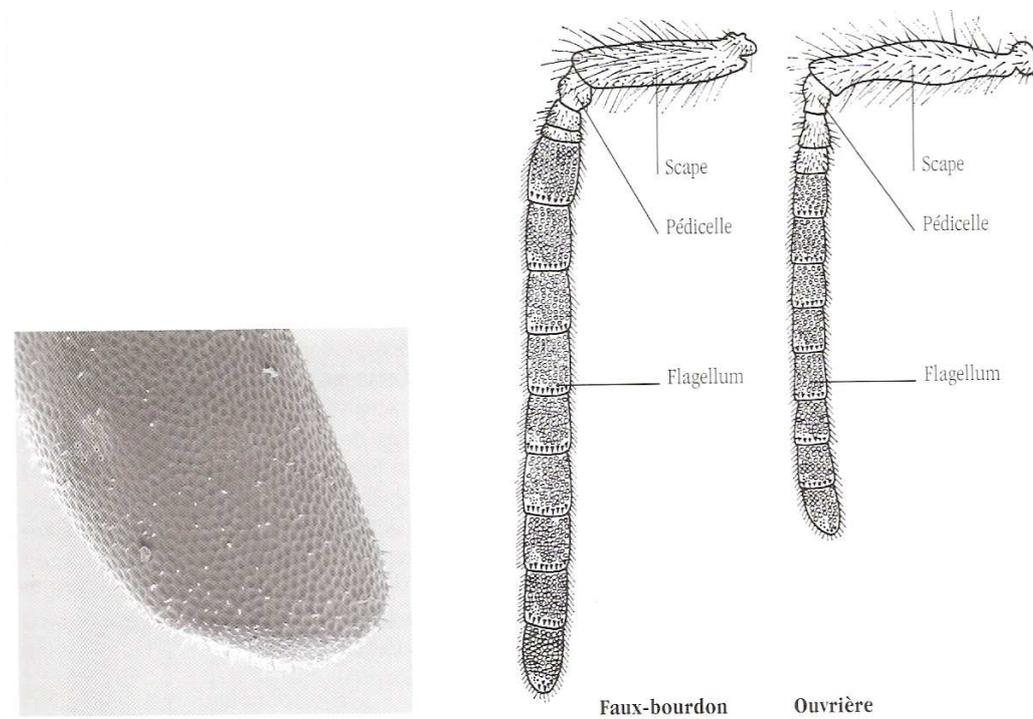


Figure 12. Structure de l'antenne du mâle (11 articles) et de l'ouvrière (10 articles). Photo : gros plan de la pointe d'une antenne.

Les antennes sont équipées de structures sensorielles qui permettent les différentes fonctions énumérées ci-dessus:

- Les **plaques poreuses** permettent la détection des odeurs. Certaines estimations dénombrent 6000 sensilles de ce type sur une antenne d'ouvrière et peut atteindre le nombre de 30 000 sur une antenne de faux-bourdon.
- Les **sensilles trichoïdes** seraient sensibles aux vibrations et pourraient avoir un rôle olfactif et gustatif.
- Les **sensilles basiconiques**, au nombre d'une centaine par antenne d'ouvrière, interviennent également dans la détection des odeurs.
- Les **sensilles en ampoule** ( $\pm 100$ ) détectent le dioxyde de carbone. L'abeille est capable de mesurer des variations de dioxyde de carbone de 0,5%. La mesure du dioxyde de carbone est nécessaire dans l'espace confiné de la colonie.
- Les **sensilles coeloniques** sont sensibles à l'humidité et à la température. L'abeille capte des variations de 5% d'humidité relative et de 0,5°C de température. Cette haute sensibilité permet aux abeilles de bien réguler les conditions climatiques à l'intérieur de la colonie.
- Les **sensilles campaniformes** enregistrent les vibrations.

#### 4.2. LE SENS OLFACTIF ET GUSTATIF

L'organe olfactif est représenté par les antennes. La paire d'antennes, fort mobiles, permet à l'abeille de suivre une odeur par mesure du gradient entre les antennes. Les sensilles jouant un rôle dans l'olfaction, appelées plaques poreuses, ont une paroi perforée permettant le passage des molécules odorantes. A l'intérieur, se trouve une substance aqueuse, le liquide sensillaire. Une ouvrière dispose d'environ 3000 plaques poreuses par antenne, le mâle 15000 et la reine 1500.

Entre les plaques poreuses, il y a des sensilles qui permettent de se rapprocher de l'odeur par tâtonnement. Quand l'abeille se pose sur une fleur, elle tâtonne les étamines et les glandes à nectar avec ses antennes et perçoit en même temps l'odeur de la fleur.

**Le sens gustatif est donné par des cellules situées sur les antennes, les pièces buccales et les tarses.** L'abeille est capable, comme nous, de distinguer les fondamentaux sucré, salé, acide, amer mais ses réponses varient grandement en fonction de l'âge de l'abeille, de son état de nutrition et de son état physiologique.

Avec ses antennes, l'abeille reconnaît une source de nectar et ses organes buccaux lui permettent d'en déterminer la qualité.

### 4.3. LA VISION ET LES YEUX

L'abeille est pourvue de deux yeux composés, situés de chaque côté de la tête, et de trois ocelles, disposés en triangle sur le sommet de la tête. Le système visuel de l'abeille est bien adapté à son mode de déplacement et d'alimentation.

Les yeux composés sont formés de 4000 à 6000 ommatidies ou yeux simples, formés d'une lentille, d'un cristallin et d'une rétine de huit cellules photosensibles rattachées au nerf optique. Les yeux composés des mâles sont beaucoup plus développés (8000 ommatidies) que ceux des ouvrières. Ceci permet au mâle de repérer rapidement une reine en vol. Certains groupes d'ommatidies détectent la lumière polarisée. **Cela permet à l'abeille de localiser le soleil même par temps couvert.**

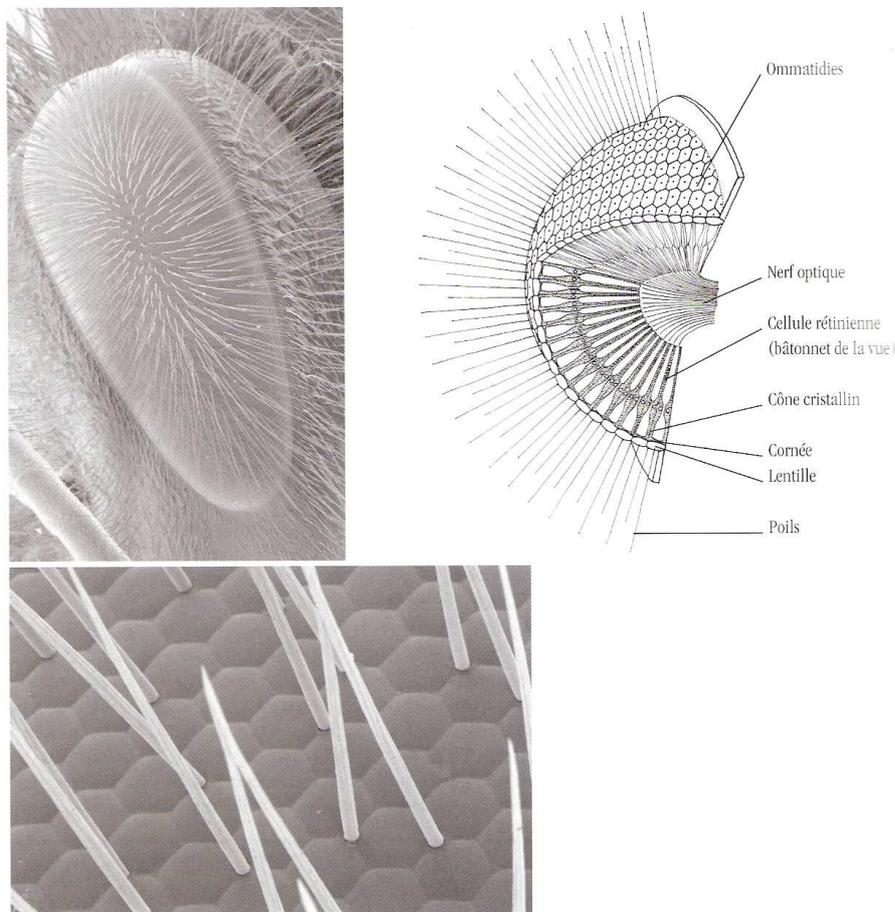


Figure 13. Yeux composés de l'abeille. Photos : Gros plans des yeux composés. Les structures hexagonales sont des yeux simples, les ommatidies.

**La vision de l'abeille est adaptée au vol rapide** : champ de vision proche de 360° et discernement de plus de 200 images à la seconde. Cependant, **le pouvoir de résolution de la vision de l'abeille est très faible** : 25 000 points/cm<sup>2</sup> contre 450 000 pour l'homme.

Les ocelles sont des yeux simples, avec un pouvoir de résolution faible. Ils permettent non pas de discerner des objets, mais bien de capter les variations de lumière. **La longueur des jours est mesurée au niveau de ocelles** de par la variation d'intensité de la lumière.

**L'abeille ne voit pas le monde des mêmes couleurs que l'homme.** L'abeille perçoit les longueurs d'onde de 300 nm (ultraviolet) à 650 nm (orange-rouge). L'abeille ne voit pas la couleur rouge (elle lui apparaît noire) tandis qu'elle voit les ultraviolets qui nous apparaissent noirs (tâches noires au centre des coquelicots indiquant les nectaires à l'abeille!).

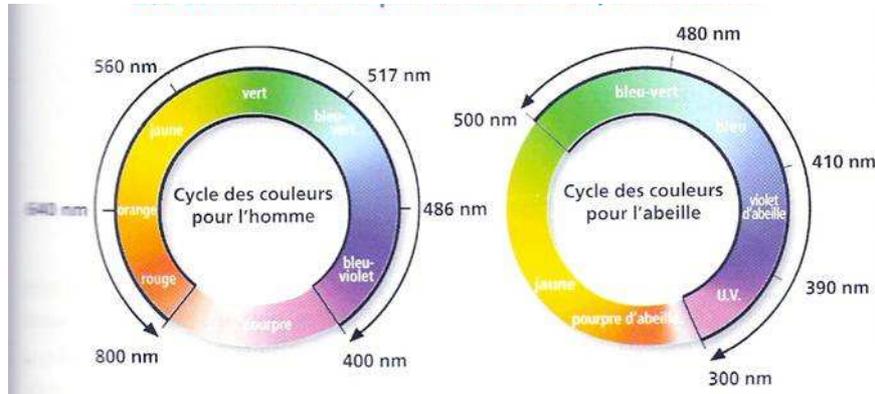


Figure 14. Comparaison entre la perception des couleurs par l'homme et l'abeille

#### 4.4. LE SENS AUDITIF

L'abeille surpasse les mammifères par le sens auditif. En effet, **son sens auditif lui permet de capter les vibrations aussi bien de corps solides que des vibrations se déplaçant dans l'air.** Les rayons sont un véritable service de la poste, propageant les vibrations servant d'information d'une abeille vers les autres abeilles du rayon, voire de la colonie si les rayons sont reliés.

Les vibrations sont ressenties par les griffes du dernier article du tarse, qui les transmettent à l'organe subgénérale, le centre des sens situé dans le tibia.

Les vibrations dans l'air sont perçues par les organes de Johnston, localisés sur le pédicelle de l'antenne.

L'équilibre chez l'abeille n'est pas associé au sens de l'ouïe comme chez l'homme. Le sens de l'orientation dans l'espace est situé entre la tête et le thorax et entre le thorax et l'abdomen. La position de l'abeille est enregistrée par un réseau de soies sensorielles.

#### 5. LA REINE ET LE FAUX-BOURDON

Différentes castes d'abeilles se côtoient dans une colonie, résultat du haut degré de socialisation de l'abeille domestique.

Les **ouvrières** sont des femelles dont l'appareil reproducteur est atrophié. Elles sont spécialisées dans les tâches de butinage, nettoyage, nourrices, récolte de pollen, etc.

La **reine** est la **seule femelle féconde de la colonie**. Son appareil reproducteur est bien développé. Elle sécrète des phéromones qui inhibent le développement de l'appareil reproducteur des ouvrières.



Le **faux-bourdon** est adapté pour maximiser son taux de reproduction. Il ne

sait réaliser aucune tâche de la colonie. Son unique fonction est de féconder la reine. S'il ne dispose pas de corbeille à pollen, le mâle possède des antennes et des yeux plus développés, qui vont lui servir à repérer la reine à féconder. **Le faux-bourdon est issu d'un œuf non fécondé.**

## 5.1. LES APPAREILS GÉNITAUX DE LA REINE ET DU MÂLE

La reine dispose de deux ovaires, composés chacun de 160 tubes ovariens qui vont lui fournir les oeufs nécessaires tout au long de sa vie. Les spermatozoïdes du mâle sont conservés pendant plusieurs années dans la spermathèque (figure 15).

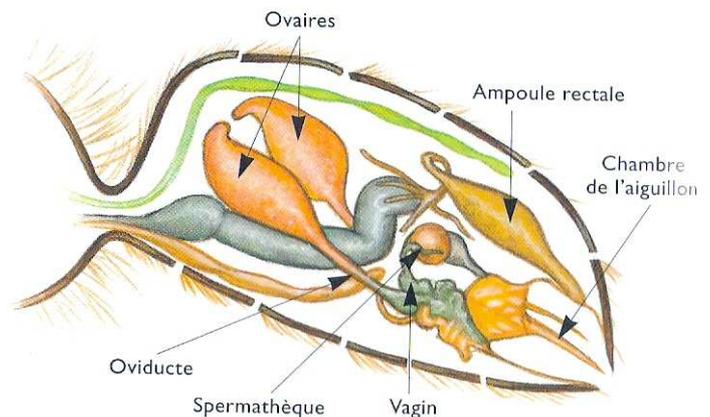


Figure 15. Appareil génital femelle de la reine

Le faux-bourdon possède une paire de testicule. A sa naissance, les spermatozoïdes sont déjà développés dans les testicules. Ils se déplacent ensuite en dix jours environ dans le canal déférent où ils sont conservés. Les faux-bourdon n'est donc fécond que dix jours après sa naissance. Des glandes à mucus se déversent dans le canal déférent, où se mélangent spermatozoïdes et mucus, ensuite envoyés dans le canal éjaculateur et l'endophallus (figure 16).

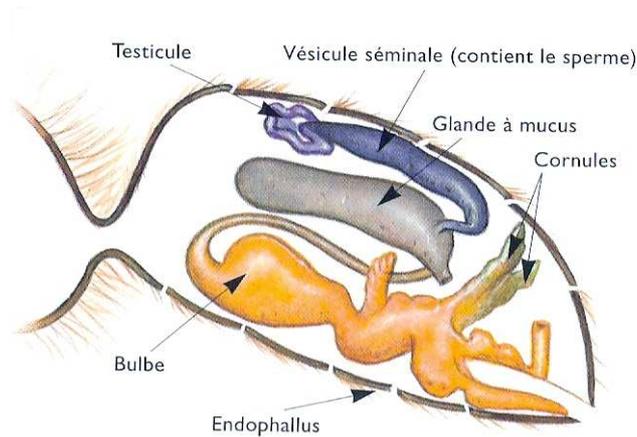


Figure 16. Appareil génital du mâle de l'abeille domestique

## 6. LE DÉVELOPPEMENT DES ABEILLES

L'alimentation des larves est un élément clef dans la détermination des castes. En effet la quantité de gelée royale donnée à la larve va influencer son développement. Les mâles, eux, sont issus d'un œuf non fécondés, c'est la **parthénogénèse**.

Toutes les larves seront nourries au minimum trois jours et demi à la gelée royale. Ensuite, les larves d'ouvrières sont alimentées de pollen et miel. Les larves de reines sont nourries de gelée royale jusqu'à la fin de la période larvaire, environ au dixième jour.

Les trois castes d'abeilles traversent quatre stades de développement : œuf, larve, puppe et imago (insecte parfait). La durée de développement varie en fonction de la caste (figure 17) : **16 jours pour la reine, 21 pour l'ouvrière et 24 chez le faux-bourdon.**

Age en jours	Reine	Mues	Age en jours	Ouvrière	Mues	Age en jours	Faux-bourdon	Mues
1	oeuf		1	oeuf		1	oeuf	
2			2			2		
3			3			3		
4	larve	éclosion	4	larve	éclosion	4	larve	éclosion
5	enroulée	1 <sup>ère</sup> mue	5	enroulée	1 <sup>ère</sup> mue	5	enroulée	1 <sup>ère</sup> mue
6		2 <sup>ème</sup> mue	6		2 <sup>ème</sup> mue	6		2 <sup>ème</sup> mue
7		3 <sup>ème</sup> mue	7		3 <sup>ème</sup> mue	7		3 <sup>ème</sup> mue
8	larve	4 <sup>ème</sup> mue	8	larve	4 <sup>ème</sup> mue	8		4 <sup>ème</sup> mue
9	allongée	(operculation)	9	allongée	(operculation)	9		(operculation)
10	prépupe	5 <sup>ème</sup> mue	10	prépupe		10	larve	(operculation)
11	pupe (nymphe)		11	prépupe		11	allongée	
12			12			12		
13			13			13	prépupe	
14			14			14		5 <sup>ème</sup> mue
15		6 <sup>ème</sup> mue (émergence)	15		5 <sup>ème</sup> mue	15		
16	reine		16	pupe (nymphe)		16		
			17			17	pupe (nymphe)	
			18			18		
			19			19		
			20		6 <sup>ème</sup> mue (émergence)	20		
			21	ouvrière		21		
			22			22		
			23			23		6 <sup>ème</sup> mue (émergence)
			24			24	faux-bourdon	

Figure 17. Schéma du développement de chaque caste de l'abeille domestique

## 7. RÉFÉRENCES

1. Lehneer and Duvoisin (2003). *Biologie de l'abeille* (Volume 2). Edition VDRB, Winikon, Suisse.
2. Minh-Ha Pham-Delègue (1999). *Les abeilles*. Editions Minerva, Genève, Suisse.
3. *Le Traité Rustica de l'apiculture* (2002). Rustica éditions, Paris.