



DOSSIER PEDAGOGIQUE



Du 31/03/10 au 29/08/10



SOMMAIRE



➤ <u>Introduction</u>	page 3
➤ <u>Pourquoi un dossier pédagogique ?</u>	page 4
➤ <u>Informations pratiques</u>	page 5
➤ <u>Liens aux programmes scolaires</u>	pages 7
➤ <u>Le contenu de l'exposition</u>	
1. Biologie	page 7
2. Vie sociale	page 16
3. Pollens et Miels	page 21
4. Organisation de la ruche	page 22
5. Extraire le miel	page 25
6. Les produits de la ruche	page 26
7. Abeille et environnement	page 28
Questionnaire	page 30
➤ <u>Conclusion</u>	page 36
➤ <u>Annexes</u>	
Liens aux programmes scolaires	page 37
Références	page 39



INTRODUCTION

Présentation générale de l'exposition « Secrets d'abeilles, une histoire d'ailes et de miels »

En bref

Six pattes ! Pas une de plus, ni de moins ! Des yeux simples et des yeux composés, une corbeille pour entasser la pelote de pollen ! L'abeille est un insecte aux outils performants, parfaitement adaptés aux différentes tâches qu'elle accomplit tout au long de sa vie.

Mais au-delà de sa biologie étonnante, l'abeille nous est précieuse par son rôle essentiel pour l'environnement et l'agriculture. Plus de 20 000 espèces d'abeilles dans le monde pollinisent 80% des plantes à fleurs !

Mais connaissez-vous vraiment *Apis mellifera* et les trésors de la ruche ?

Nous vous proposons un parcours-découverte en deux volets :

"Vies d'abeilles"

Cette partie présente, sous la forme de modules interactifs, l'abeille : biologie, anatomie, communication, vie sociale, la reine et les ouvrières, la vie de la ruche et la pollinisation des fleurs.

"Trésors de la ruche"

Cette partie est consacrée à l'apiculture. L'élevage des abeilles, le travail et le matériel de l'apiculteur sont présentés sous la forme d'expositions et de démonstrations. Les trésors de la ruche sont exposés (miel, cire, pollen...).

Conception et réalisation

L'exposition "Secrets d'abeilles" a été réalisée par ALTEC (CCSTI de l'Ain) en partenariat avec le CNRS Ressources des terroirs et l'association « les Compagnons du miel ».

Les textes sont issus de l'ouvrage "Des abeilles", de Philippe Marchenay et Laurence Bérard (CNRS) publié en 2004 chez Gulf Stream. Ce livre a reçu le prix Octogone du livre de jeunesse 2004.

Ont participé : Inspection académique de l'Ain, France miel, Les ruchers de la Chanson, Syndicat des apiculteurs de l'Ain, Arthropologia.

Réalisation : Style Azimut (maquettes et panneaux), Espace copie pro (affiches)



Nos remerciements vont tout particulièrement à : Philippe Marchenay, Laurence Bérard, Didier Ranc, Guy Saunier, M. et Mme Janton, Hugues Mouret, Delphine Chauvin et André-Jacques Alamercury.

Avec le soutien financier de : Ministère délégué à la Recherche, Région Rhône-Alpes, Conseil général de l'Ain, Syndicat mixte Cap3B.

L'objectif de cette exposition est de faire découvrir l'abeille mellifère (biologie, anatomie, vie sociale...) et l'apiculture (travail de l'apiculteur, extraction du miel, les produits issus de la ruche....). Elle montre en outre l'importance de l'abeille pour l'environnement et l'agriculture.

Cette exposition est basée sur une pédagogie active : le public est amené à découvrir de manière ludique la vie de l'abeille et les trésors de la ruche.

Elle s'adresse aux enfants dès l'âge de 6/7 ans et au grand public. Les groupes sont accueillis sur réservation par des médiateurs scientifiques et accompagnés dans la découverte de cette exposition.

L'espace « Vie d'abeilles » contient les modules et panneaux suivants :

Modules :

- l'abeille en puzzle
- abeille à la loupe
- voir comme une abeille
- à l'intérieur de l'abeille
- de l'œuf à l'adulte
- de rôle en rôle
- la danse des abeilles
- une architecture performante
- échanges de bons procédés

Panneaux :

- Secrets d'abeilles, une histoire d'ailes et de miels (ours de l'expo)
- Abeilles et apiculture, des connaissances pas à pas
- Abeille, abeilles
- L'abeille à la loupe
- L'abeille fait sa cueillette
- Les ouvrières, une existence bien remplie
- Passe l'info
- Au cœur de la ruche
- Abeille mellifère, carte d'identité

L'espace « Trésors de la ruche » contient les modules et panneaux suivants :

Modules :

- odeurs de miels
- à chaque fleur son pollen

Panneaux :

- Des chasseurs de miels aux premiers apiculteurs
- Révolutions apicoles
- Profession apiculteur
- Les saisons du rucher
- En cuisine ou à l'atelier
- Des miels pour tous les goûts
- Usines à miel
- La ruche pharmacie
- Péril en la ruche
- Sus aux ennemis
- Indispensables abeilles

Et également :

- le rucher
- la miellerie
- la vitrine



POURQUOI UN DOSSIER PEDAGOGIQUE ?

Réalisé par le service pédagogique du CCSTI - 2 professeurs relais (rectorat de Grenoble) et les médiateurs scientifiques du CCSTI - ce dossier est là pour vous accompagner et vous aider dans le travail que vous menez avec votre classe autour de l'eau.

Il vous donnera quelques pistes pour exploiter l'exposition :

- des liens avec le programme en fonction du niveau
- des notions scientifiques
- des activités ou des expériences scientifiques à faire avec la classe
- quelques références pour aller plus loin.

Vous trouverez des exemples d'activités à réaliser en classe avec vos élèves ainsi qu'un questionnaire à utiliser avant, pendant ou après votre visite de l'exposition.

Liens au(x) programme(s) :

L'exposition, de par son approche et à travers les ateliers qui sont proposés, est accessible à tous les publics scolaires à partir de la grande section de maternelle..
Les liens aux programmes détaillés se trouvent en annexe.

Que vous veniez ou non voir notre exposition, nous espérons que ce dossier vous sera utile.





INFORMATIONS PRATIQUES

Votre visite de l'exposition « Secrets d'Abeilles, une histoire d'Ailes et de miels » se déroule sur un créneau de 1 à 2h maximum.

Elle peut être couplée avec un **atelier à la Cyber-Base** : les élèves sont accompagnés par des animateurs multimédia et complèteront leur savoir à l'aide de jeux et de quiz pédagogiques sur ordinateur (en lien avec les thèmes de l'exposition). Ceci permet de partager les classes en deux et d'avoir un effectif moindre sur le plateau d'exposition.

Pour plus d'informations et pour organiser votre visite, vous pouvez nous contacter directement au CCSTI (Tel : 04 50 08 17 00).

Forfait du parcours-découverte du plateau des expositions, animation 1 classe (maximum 30 élèves), durée 2h maximum : 53.5 €

Toutes les classes sont les bienvenues sur nos expositions, que vous enseignez une matière scientifique ou non. Si vous avez un projet avec votre classe, n'hésitez pas à nous en parler : nous sommes là pour vous aider et vous accompagner dans sa réalisation.

Questionnaire :

Nous mettons, à la fin de ce dossier pédagogique (p.36), un questionnaire à votre disposition. Il peut vous servir avant, pendant ou après votre visite. En effet, il permet de :

- guider les visiteurs,
- faire ressortir les idées essentielles de l'exposition,
- fixer l'attention du jeune public.

Sources :

La bibliographie est à votre disposition pour découvrir les fonds documentaires du CCSTI et de la médiathèque en lien avec l'exposition, et une sélection de sites Internet.

Le fond documentaire du CCSTI est en consultation sur place, au Centre de Ressources.
Contact : Magali Ronget-Hetreau – 04 50 08 17 07

Les documents de la Médiathèque peuvent être empruntés par les abonnés.

Ce dossier pédagogique et la bibliographie de l'exposition sont téléchargeables sur notre site, dans la rubrique « ressources » :

<http://www.ccsti74-crangevier.com>

LE CONTENU DE L'EXPOSITION

1. Biologie

1.1. Classification

Apparus sur terre bien avant les dinosaures, les insectes représentent plusieurs millions d'espèces différentes soit le plus grand ensemble du monde animal. On dénombre environ 25 000 sortes d'abeilles dont près de 1000 en France, 80% d'entre elles sont solitaires.

Apis mellifera est un animal **arthropode** (squelette externe chitineux articulé, pattes articulées) de la Classe des **hexapodes** ou **insectes** (3 paires de pattes).

Systématique simplifiée

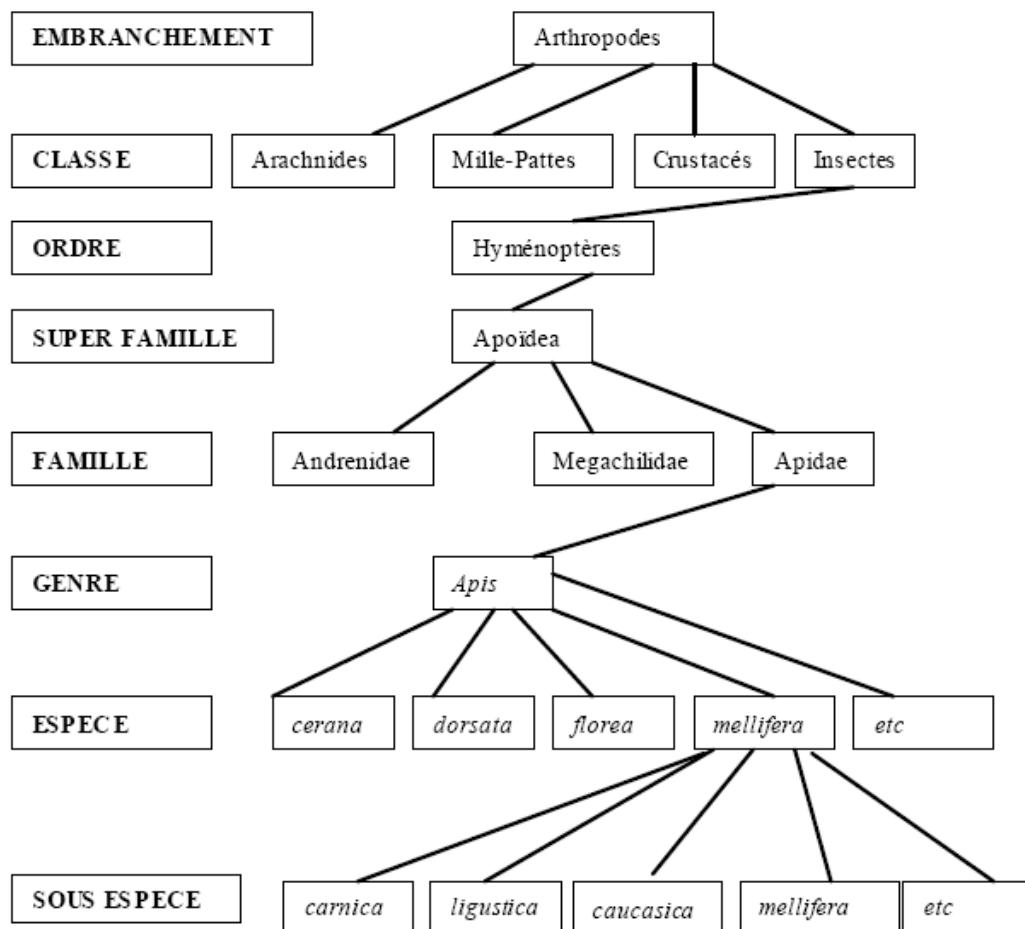


Figure 1 : Schéma de classification

La famille des *Apidae* regroupe les espèces dont le degré de **socialisation** est le plus élevé, mais aussi quelques espèces solitaires. Au sein de la famille des *Apidae*, se trouvent plusieurs genres, et notamment les bourdons, qu'il ne faut pas confondre avec les **faux-bourdons**, les mâles de l'abeille domestique; les abeilles du genre *Apis* vivent en colonies permanentes et se reproduisent par essaimage. Un essaim ne comporte qu'une seule reine.

1.2. Aire de répartition

Le genre *Apis* est formé (traditionnellement) de quatre espèces seulement, à savoir : *Apis mellifera*, *Apis dorsata*, *Apis florea* et *Apis cerana*.

Apis florea se trouve en Inde, Malaisie, Java et Bornéo. C'est la plus petite abeille. On la rencontre uniquement en plaine, en dessous de 500 mètres. Le nid est composé d'un seul rayon.

Apis dorsata est répandue sur un large territoire de l'Asie Sud-orientale (Inde, Sud de la Chine, Philippines, Archipel indonésien). Le nid est également formé d'un seul rayon.

Apis cerana, la plus proche de l'abeille européenne. On la rencontre en Asie méridionale et orientale, partout où les abeilles peuvent s'installer. On l'élève facilement dans des ruches.

Apis mellifera, la seule espèce indigène en Europe et en Afrique; on la trouve aussi dans d'autres contrées où elle a été introduite (Amérique, Australie).

L'abeille mellifère occupe une aire de distribution très large où elle rencontre des conditions écologiques très diversifiées. Ces conditions variables se répercutent sur les différentes populations locales et entraînent ainsi une variation géographique de l'abeille dont la finalité réside dans l'adaptation la meilleure possible aux conditions de vie.



Figure 2 : Aire de répartition des espèces d'abeilles du genre *Apis*

Toutes les abeilles ont en commun un régime exclusivement végétarien, à base de miel ou de nectar et de pollen. Les femelles possèdent d'ailleurs un organe de récolte du pollen appelé brosse et localisé au niveau des pattes postérieures ou sous l'abdomen. On y rencontre plusieurs espèces sociales, qui vivent et travaillent en société, et même en sociétés permanentes dans quelques rares cas. Mais la plupart des espèces ne forment pas de sociétés évoluées ou sont carrément solitaires. On observe en fait une grande variation du degré de socialisation.

1.3. Morphologie

Le corps de l'abeille se divise en 3 parties : **la tête, le thorax et l'abdomen**.

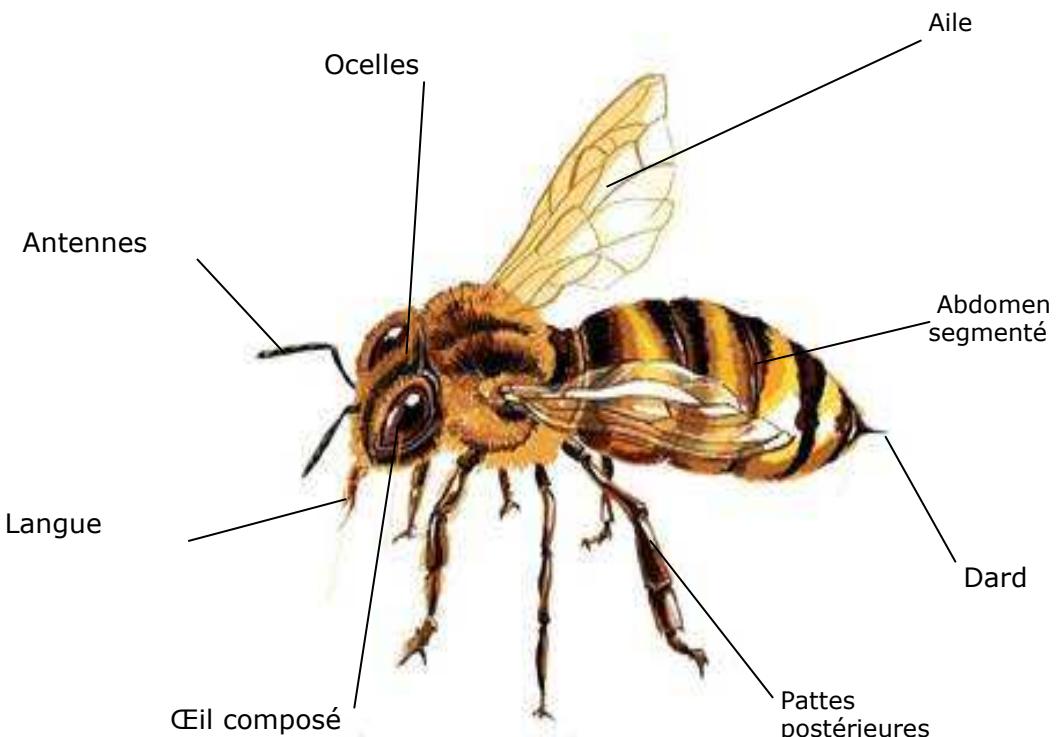


Figure 3 : Dessin de l'anatomie de l'abeille

1.3.1. La tête

Elle porte les organes des sens qui permettent à l'abeille de se repérer dans son environnement et les antennes qui jouent également un rôle dans la communication.

Les yeux :

Chaque œil est composé de 4000 à 5000 yeux simples qui donnent à l'abeille un champ visuel très étendu. Ses yeux lui permettent de reconnaître l'orientation du soleil même lorsque celui-ci est caché car ils perçoivent la lumière polarisée.

Ocelles ou yeux simples :

Au nombre de trois, ils permettent à l'abeille de distinguer les sources lumineuses, donc de se diriger vers la sortie de la ruche, et en vol de bien différencier le sol et le ciel afin de rester à l'horizontale.

La vision des insectes est différente de la nôtre.

Les yeux composés de l'abeille permettent d'avoir un large champ de vision. Chaque œil est composé de 4000 à 5000 ommatidies. Il en résulte une vision en mosaïque.

La vision des insectes (abeilles) s'étend dans le spectre de l'ultraviolet proche. Elles peuvent donc voir le nectar des fleurs contrairement à nous !

Vision humaine



Vision de l'abeille



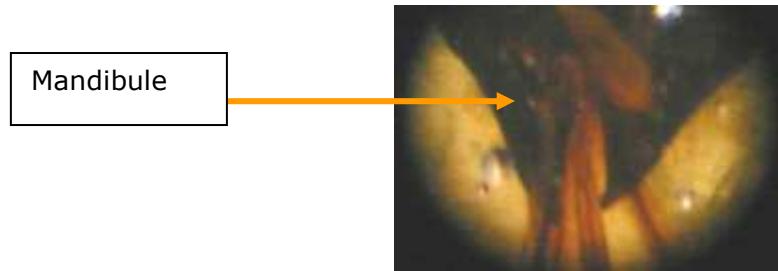
Le cœur noir perçu par l'abeille n'apparaît pas en vision humaine. Ce cœur est comme une cible guidant l'abeille vers la source de nourriture.

Les antennes :

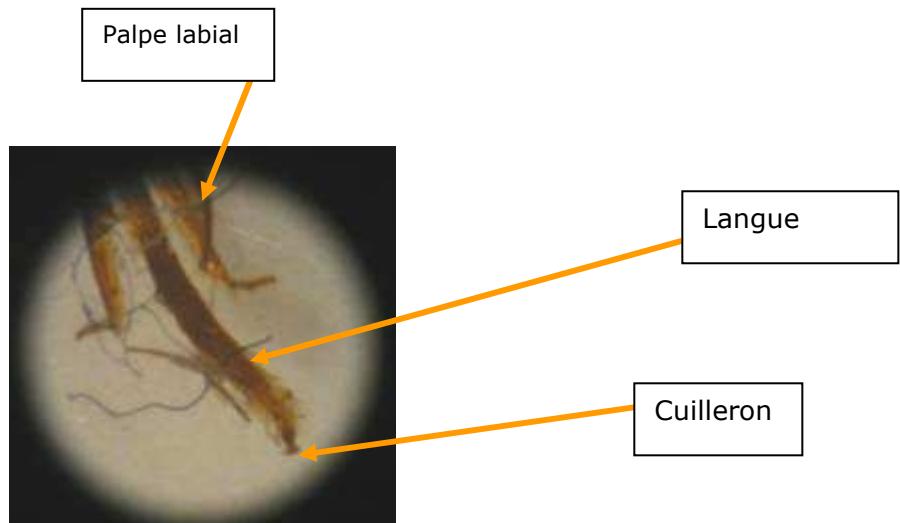
Permettent de communiquer (voir partie 3.4), de s'orienter dans l'obscurité de la ruche, de reconnaître des odeurs (et aussi les ennemis), de mesurer la température, l'humidité, de percevoir des vibrations.

Les pièces buccales

Les mandibules permettent de saisir comme une paire de pinces.



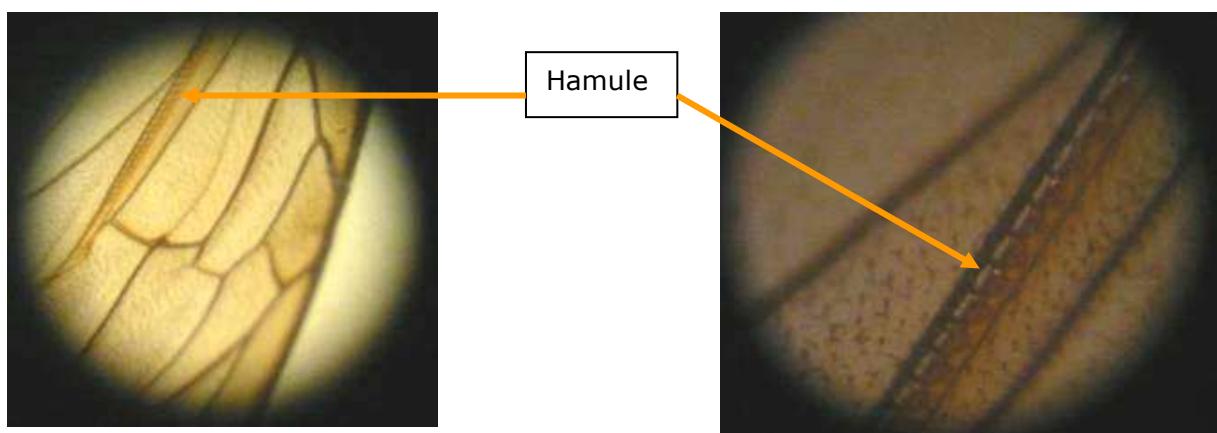
Les pièces buccales de l'abeille se sont modifiées au fil du temps afin de fournir une véritable langue permettant d'aller puiser le nectar au fond des fleurs. L'extrémité, appelé cuilleron est garnie des poils sensibles.



1.3.2. Le Thorax

Les ailes

Les abeilles possèdent 4 ailes transparentes et tendues par des nervures rigides et creuses. Elles battent de 200 à 300 fois par seconde et assurent une vitesse de 20 à 25 Km/h à une altitude comprise entre 1 et 10 m. Leur particularité tient à l'existence d'un dispositif d'accrochage entre l'aile antérieure et l'aile postérieure : les hamules.



Les hamules sont de petits crochets qui permettent de solidariser les deux ailes en vol. De ce fait l'aile antérieure entraîne l'aile postérieure.

Les pattes postérieures

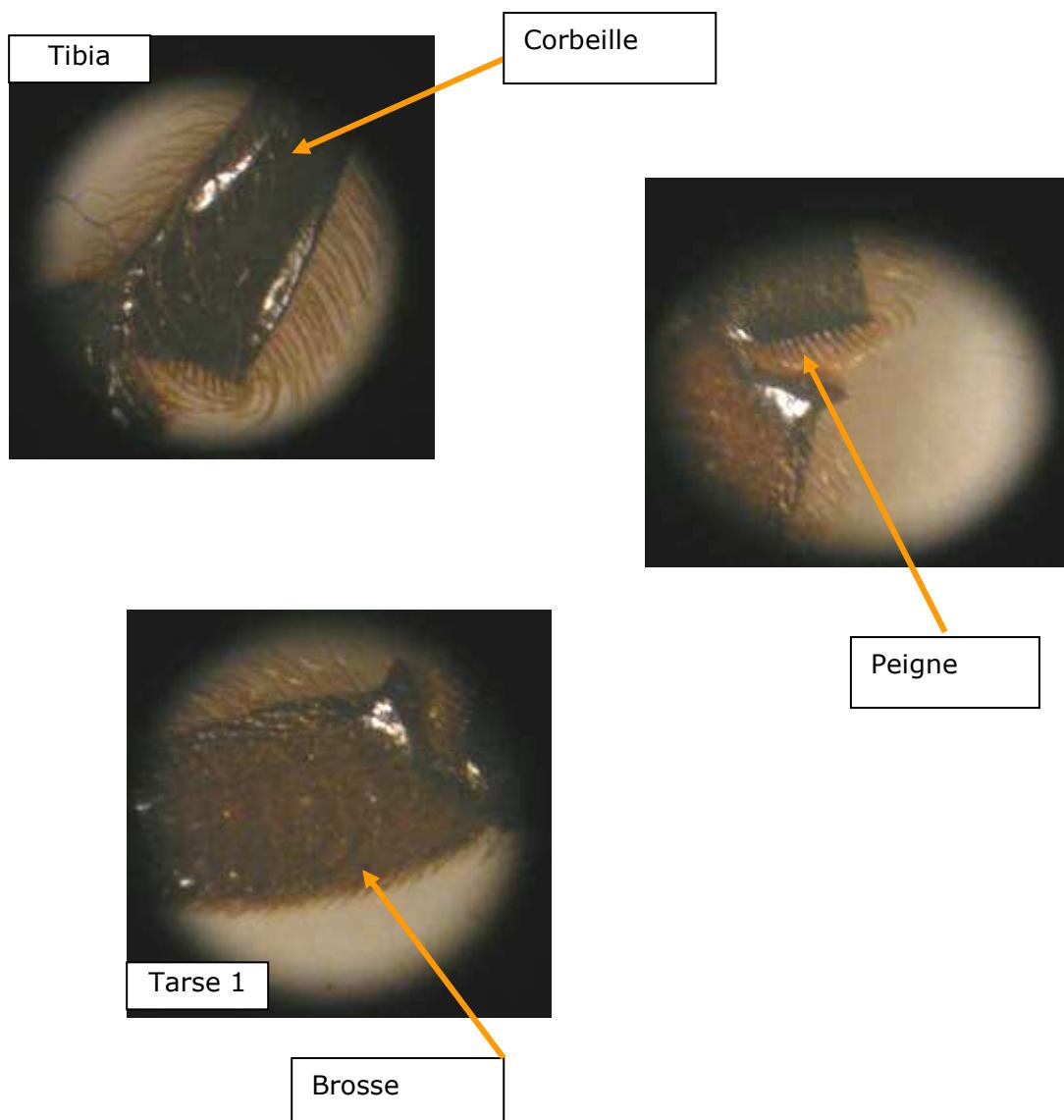
Les pattes postérieures de l'abeille mellifère servent à la récolte du pollen.

Le premier tarse est muni d'une **brosse** sur sa face interne. Elle est constituée de poils courts, durs et denses. L'abeille se brosse littéralement le corps avec cet outil, récupérant ainsi les grains de pollen parsemant son corps.

Elle racle ensuite la brosse de gauche avec le **peigne** de la patte droite et inversement.

Puis l'abeille dépose le pollen récolté avec le peigne de la patte droite dans la **corbeille** de la patte opposé et inversement.

Pour maintenir le pollen accroché à la patte on trouve au milieu de la corbeille une sorte d'épine formée de longs poils support. L'abeille dépose vraisemblablement un peu de miel et/ou de salive afin de coller les grains entre eux et de maintenir la pelote ainsi formée fermement accrochée.



1.3.3. L'abdomen

Le dard

Il est muni de petites dents qui le font ressembler à un harpon. Quand elle pique, l'abeille injecte du venin à sa victime. Celui-ci, sécrété par deux glandes situées au bout de l'abdomen, est conservé dans un réservoir avant de passer par un canal au milieu du dard.

Le dard est issu de l'évolution de l'ovipositeur (appendice abdominal par lequel les femelles déposent leurs œufs). Ceci explique le fait que les mâles ou faux-bourdons ne piquent pas.



1.4. Stade de Développement

La reine dont le rôle est la perpétuation de l'espèce, pond plus de 1000 œufs par jour, elle en dépose un par alvéole. L'abeille est un insecte à métamorphose complète, il se passe 22 jours entre la ponte et la sortie de l'alvéole d'un adulte reproducteur complet (imago).

Si la reine pond un œuf fécondé, cela donne naissance à une ouvrière ou à une reine. Par contre, un œuf non fécondé donnera naissance à un faux-bourdon.

1.4.1. L'oeuf

L'œuf est blanc, cylindrique, allongé et légèrement incurvé, il mesure 3mm. Au moment de la ponte, la reine fixe l'œuf par une extrémité au fond de la cellule.

1.4.2. La larve

Au 3^{ème} jour, l'œuf éclot par dissolution de sa membrane. Il devient alors une larve qui a la forme d'un petit ver. La larve passe presque tout son temps à manger la nourriture déposée dans l'alvéole par les abeilles nourrices. Au fur et à mesure que la larve grandit, elle mue à 5 reprises. Elle gagne énormément de poids par rapport à son poids initial :

- 900 fois pour l'ouvrière
- 1700 fois pour la reine
- 2300 fois pour le mâle

Au 9^{ème} jour, l'alvéole est operculée par un petit bouchon de cire. Les derniers jours du stade larvaire sont consacrés à la construction d'un cocon. Au terme de sa croissance, la larve effectue une dernière mue qui l'amène au stade de nymphe.

La durée du stade larvaire varie selon la fonction : reine (8 jours), ouvrière ou faux-bourdon (9 jours).

1.4.3. La nymphe

A ce stade, la tête, les yeux, les antennes, les pièces buccales, le thorax, les pattes et l'abdomen ont les caractéristiques de celles de l'adulte. La cuticule devient de plus en plus foncée; sa couleur est utilisée pour déterminer l'âge d'une nymphe. A l'intérieur, les muscles et les organes se transforment.

Puis une ultime mue intervient. Il faudra quelques heures pour que la nouvelle cuticule sèche.

1.4.4. L'imago (adulte)

Au 21^{ème} jour, l'imago perfore l'opercule de cire avec ses mandibules. Après sa sortie de l'alvéole, l'adulte déploie ses ailes et ses antennes, laisse sécher ses poils et puis commence ses activités. Tant que l'exosquelette autour des glandes vulnérantes (contenant le venin) n'est pas durci, la jeune abeille ne peut piquer.

Dans les 8 à 10 jours suivant la naissance, le développement interne (notamment des glandes) se poursuit. Les reines et les faux-bourdons poursuivent quant à eux le développement de leurs organes reproducteurs.

1.5. Les organes internes liés à la fabrication des produits de la ruche

Tout en ayant une trame anatomique commune, les abeilles développent au fur et à mesure de leur cycle de vie des caractéristiques physiologiques particulières, leur permettant de remplir de nouvelles fonctions. Grâce à cela, différents produits peuvent être fabriqués par une abeille au cours de sa vie (cf. partie « Produits de la ruche »).

Le schéma ci-dessous indique l'emplacement des organes impliqués dans ces productions.

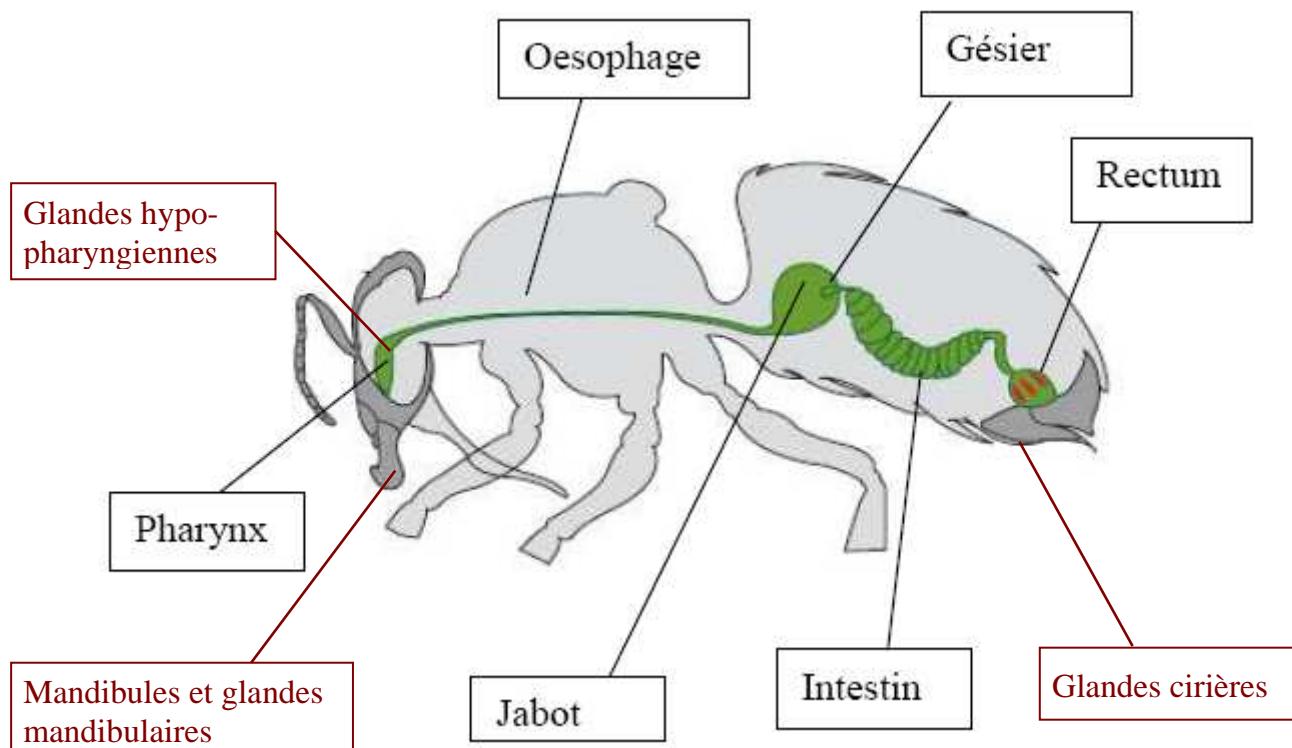


Figure 4 : Les organes impliqués dans la fabrication des produits de la ruche
Le tube digestif est indiqué en vert.

1.5.1. Organes de production du miel :

L'élaboration du miel commence dans le **jabot** de l'ouvrière (« butineuse »), pendant son vol de retour vers la ruche. Le nectar récolté sur les fleurs subit alors un début de digestion qui contribue à le transformer en miel. En effet, la salive de la butineuse est riche en invertase (enzyme de digestion), qui est ajoutée au nectar. Il se produit alors une réaction chimique, l'hydrolyse du saccharose qui donne du glucose et du fructose.

Arrivée dans la ruche, l'abeille « butineuse » **régurgite** le nectar à une ouvrière « receveuse » (phénomène de trophallaxie), qui régurgitera et ré-ingurgitera ce nectar riche en eau, ce qui a pour effet d'ajouter encore des enzymes, et de commencer à déshydrater cette ébauche de miel.

Mais celui-ci doit encore être déshydraté pour prolonger la longueur de sa conservation. Pour cela, elle le dépose en fines couches sur la paroi des alvéoles.

Les ouvrières « ventileuses » entretiennent un courant d'air dans la ruche qui provoque l'évaporation de l'eau. Au bout de 2-3 jours, lorsque sa teneur en eau atteint 15 à 25 %, le miel est à maturité; il est alors emmagasiné dans d'autres alvéoles qui seront operculés quand ils seront remplis.

1.5.2. Organes de production de la gelée royale :

Les « nourrices » transforment le pollen dont elles se sont nourries en gelée royale. Quand elles disposent de pollen, d'eau et de miel, elles utilisent leurs **glandes hypo-pharyngiennes et mandibulaires** (glandes nourricières) pour sécréter cette gelée.

1.5.3. Organes de production de la cire :

A partir du 21^{ème} jour, les **glandes cirières** situées sous l'abdomen de l'abeille peuvent sécréter de la cire (stade de l'abeille « cirière »).

Cette cire apparaît sous forme de petites plaques entre les quatre derniers segments de l'abdomen. Les ouvrières cirières la malaxent à l'aide de leurs mandibules et travaillent alors en groupe à l'édification d'alvéoles et de rayons.

1.5.4. Organes de production de la propolis :

La « butineuse » récolte une matière gluante (résine végétale) sur les bourgeons et l'écorce de certains arbres. Transportée dans les corbeilles à pollen, cette substance est transformée par les abeilles qui y incorporent des substances provenant de leurs **glandes pharyngiennes** et de leur **tube digestif**.

Dans la ruche, la propolis a de multiples usages.

Pour des compléments sur les produits de la ruche, voir les parties « Miel et pollen » et « Produits de la ruche ».

2. Vie sociale

2.1. La société des abeilles

L'abeille, à l'instar de la fourmi, est un animal social (qui vit en société). Une société est un ensemble d'individus de la même espèce, organisé pour survivre en coopération. Les individus qui constituent une société doivent pouvoir communiquer entre eux, surmonter leur agressivité, et être dotés d'une mémoire afin, par exemple, de se souvenir du rang social qu'ils occupent.

Chez *Apis mellifera*, la vie sociale s'organise au sein de la ruche. Cette dernière n'est donc pas un simple point de rassemblement ponctuel pour des individus qui mèneraient, par ailleurs, une vie solitaire. Même si certaines tâches sont effectuées de manière individuelle, leur finalité tend toujours vers un objectif collectif : assurer la survie et la pérennité de la ruche, et donc de l'espèce.

Lorsque les insectes sociaux accomplissent une tâche collective, ils coordonnent leurs actes de sorte que l'œuvre réalisée soit cohérente : ainsi, l'acte de l'un d'eux déclenche une réponse adaptée d'un autre individu, et ainsi de suite.

La cohésion profonde des insectes de la ruche ne passe pas du tout, comme chez les mammifères, par la sexualité ou la reproduction, puisque la grande majorité des individus de la société est stérile. C'est la nourriture qui crée entre les membres de la communauté des relations extraordinairement étroites, au point de rendre chaque individu dépendant de ses congénères : une abeille isolée est condamnée à mourir en quelques heures, même bien nourrie.

2.1.1. Reproduction et détermination des sexes

On distingue chez les abeilles des individus mâles et femelles. Mais, alors que les mâles sont tous semblables, les femelles se divisent en deux castes caractérisées par d'importantes différences anatomiques et physiologiques : l'une est représentée par la reine, l'autre par les ouvrières. On trouve habituellement dans une ruche de 40000 à 60000 ouvrières, quelques centaines de mâles et une reine unique.

Les ouvrières sont des femelles ordinairement stériles. Elles peuvent cependant, dans certaines circonstances, pondre des œufs, qui se développent normalement pour donner naissance à des mâles. L'anatomie des ouvrières leur interdisant tout accouplement, leurs œufs ne sont jamais fécondés. Or, chez les abeilles, un œuf non fécondé donne toujours naissance à un mâle, et un œuf fécondé à une femelle.

La reine est, quant à elle capable d'assurer une progéniture des deux sexes, en pondant à volonté des œufs fécondés ou non, même si elle ne s'accouple qu'une seule fois dans sa vie.

2.1.2. Rôle de chaque individu au sein de la société

Contrairement à une idée communément admise, le rôle des **mâles** au sein de la ruche est loin d'être anodin : ils participent en effet à la fécondation de la reine, et ainsi à la pérennité de la société. En dehors de la période d'accouplement, les mâles contribuent à entretenir la chaleur ou la fraîcheur dans la ruche.



Chez les **femelles**, comme on l'a dit, on distingue deux catégories d'individus : les **reines** et les **ouvrières**. La détermination du rang social intervient dans les trois premiers jours de la vie larvaire et dépend de la manière dont les ouvrières élèvent la larve. Il semble établi que la détermination de la caste est provoquée par des substances hormonales et des vitamines mêlées à la nourriture des larves.

Chaque **reine** n'a qu'une seule et unique vocation, mais elle est d'une importance capitale pour la survie de la ruche : la procréation.

A peine née, la première reine a pour mission de tuer toutes les larves des autres cellules royales, car elle doit régner sans partage sur la colonie. Si une seconde reine vient à naître au même moment, les deux reines se livrent un combat sans merci et c'est la reine victorieuse qui prend le commandement de la ruche. Trois à six jours après sa naissance, la jeune reine s'envole pour un vol nuptial unique où elle va s'unir cinq ou six fois à une dizaine de faux bourdons (abeilles mâles). Le vol peut se renouveler jusqu'à ce que la spermathèque de la reine - sorte de réservoir à spermatozoïdes - soit pleine. Une fois fécondée, elle rentre à la ruche, où commence sa vie de pondeuse. Elle n'en sortira plus jamais pendant les quatre ou cinq ans que dure son existence et n'aura plus qu'une seule mission, pondre sans relâche, jusqu'à 2000 œufs par jour. Continuellement entourée, protégée, nourrie par les ouvrières, elle est l'objet de tous leurs soins.



Les **ouvrières** sont, elles, destinées à l'entretien du logis, à l'approvisionnement, et aux soins à la progéniture.

Notons qu'aucune de ces activités n'est l'exclusivité d'une catégorie particulière d'ouvrières : ces dernières changent de travail au fur à mesure qu'elles avancent en âge. Ainsi, au cours de sa vie, chaque abeille aura participé à tous les travaux de la ruche.



- Durant les trois premiers jours, elle joue le rôle de **nettoyeuse** et veille à la propreté des cellules.
- Sa deuxième mission est celle de **nourricière** : elle distribue la gelée royale à toutes les larves.
- De 11 à 20 jours, les abeilles débarrassent la ruche des détritus, des cadavres de leurs sœurs. Les **receiveuses** vont à la rencontre des butineuses rentrantes, les déchargent du nectar récolté, le distribuent entre elles, le travaillent et le disposent dans les alvéoles. Pendant cette troisième phase, les ouvrières **magasinières** procèdent encore à l'operculation des cellules (contenant le miel ou accueillant les nymphes).
- Leur quatrième activité est celle de **bâtisseuses** de rayons. Elles assemblent inlassablement, l'une après l'autre, de fines lamelles de cire pour construire les alvéoles.
- Du 18ème au 21ème jour, elles deviennent les **gardiennes** et prennent part à la défense de la ruche : elles montent la garde au trou d'envol, à l'affût des pillards tels que les sphinx à tête de mort, bourdons, guêpes ou abeilles de ruches voisines.
- L'activité de **butineuse** (ou pourvoyeuse) est la dernière et la plus longue tâche d'une ouvrière, puisqu'elle s'y consacre du 21ème jour de vie jusqu'à sa mort (de 35 jours à 5 mois après sa naissance). Elle part alors récolter le pollen et le nectar des fleurs et les ramène à la ruche pour la production de miel.

2.2. Communication au sein de la colonie

La communication revêt une importance particulière chez les insectes sociaux : elle est un facteur de cohésion et de coordination des actions du groupe. Chez les abeilles, elle revêt trois aspects : la communication chimique via l'émission de phéromones, les contacts antennaires et les danses.



2.3. La communication chimique : les phéromones

Les phéromones sont des substances chimiques qui agissent comme des messages olfactifs sur des individus de la même espèce. Chez les abeilles, les phéromones sont émises par des glandes spécifiques, et captées par les antennes.

Elles sont différentes selon qu'elles sont émises par la reine ou par les ouvrières, et leurs fonctions sont nombreuses : elles peuvent ainsi agir sur le comportement (phéromones incitatives) ou sur la biologie (phéromones modificatrices).

2.3.1. Les phéromones royales

La reine émet un nombre important de phéromones dont le rôle est capital pour la vie de la colonie. Elles ont plusieurs origines : on distingue celles produites par les glandes mandibulaires, les glandes tergales (abdomen), et celles émises par les glandes tarsales (extrémité des pattes).

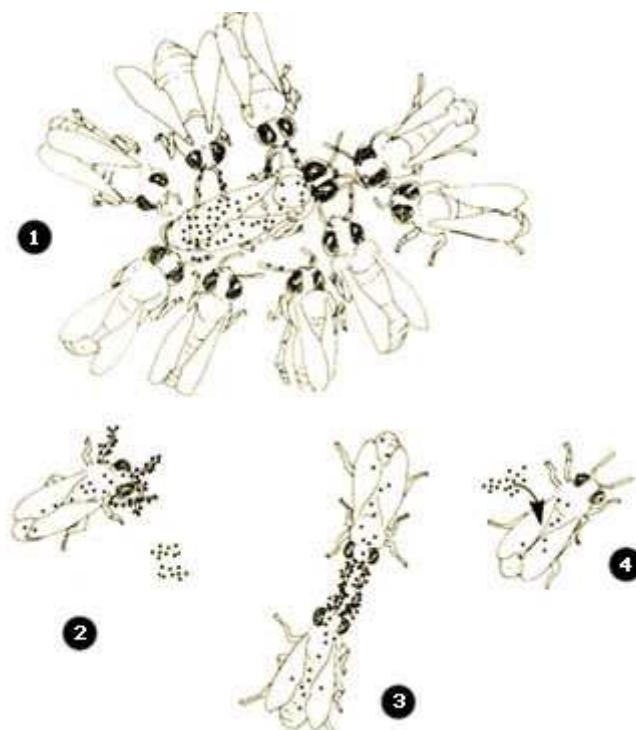
Si ces deux dernières catégories de phéromones n'ont pas encore été identifiées, on sait en revanche que la phéromone royale mandibulaire est constituée d'un mélange de cinq composés (trois composés acides et deux aromatiques ; voir formule ci-dessous).



La phéromone mandibulaire (ou QMP, pour Queen Mandibular Pheromone) est répartie sur tout le corps de la reine, puis dispersée au sein de la ruche par échange de nourriture, contact entre individus, et par sa volatilité.

La QMP inhibe le développement ovarien des ouvrières, mais son rôle principal est de les empêcher d'élever d'autres larves royales alors que la reine est toujours vivante : en effet, deux reines ne pouvant cohabiter au sein d'une même ruche, l'élevage d'une seconde reine remettrait inéluctablement en cause l'existence de la première et menacerait l'équilibre de la colonie. *A contrario*, lorsque la reine vieillit puis meurt, la production de QMP ne cesse de diminuer, informant les ouvrières qu'elles peuvent à nouveau construire des cellules royales en vue de son remplacement.

Ces diagrammes illustrent comment les phéromones émises par la reine sont reçues par les ouvrières messagères et distribuées aux autres ouvrières. Elles disséminent la phéromone en se touchant l'une l'autre et provoquent une translocation interne de la phéromone.



1. La reine, avec les abeilles ouvrières qui attendent autour d'elle de recevoir les phéromones qu'elle émet.

2. Une abeille ouvrière ayant la phéromone de la reine sur elle.

3. Les abeilles ouvrières distribuant la phéromone en se touchant mutuellement.

4. La phéromone de la reine sera bientôt transloquée intérieurement dans les corps des abeilles ouvrières.

2.2. La communication entre ouvrières

Chez les ouvrières, les phéromones sont dispensées par une glande spécifique, la glande de Nassanov, située sur la face dorsale de l'abdomen (voir photo ci-contre). Elles ont des fonctions multiples, dont les deux principales sont l'alarme et le marquage.



- Les phéromones d'alarme sont libérées en cas d'agression et permettent de coordonner la fuite des butineuses et/ou la riposte contre le prédateur. Elles sont également utilisées pour battre le rappel des individus égarés ou des ouvrières effectuant leur premier vol de reconnaissance.
- Les phéromones de territoire (ou de marquage) servent à délimiter l'environnement dans lequel évolue une colonie. Elles sont ainsi utilisées pour marquer l'entrée de la ruche, ou un lieu intéressant comme une source de nectar, une source d'eau, ou un lieu d'arrêt provisoire lors de l'essaimage.

Pour diffuser la phéromone, les abeilles exposent leur abdomen et ventilent en battant des ailes (photo ci-contre)



2.4. Les contacts antennaires

C'est au cours des échanges de nourriture qu'interviennent principalement les contacts antennaires. Le nectar collecté par une butineuse est placé dans son jabot social. Une fois rentrée à la colonie, une butineuse est capable de régurgiter son nectar et de le transmettre à une autre abeille, c'est la trophallaxie. L'abeille solliciteuse déplace l'une de ses antennes entre les mandibules de la donneuse, puis étend sa langue. La donneuse répond à la sollicitation par des mouvements d'antennes bien précis et régurgite des gouttes de nectar. Par d'autres mouvements d'antennes, elle indique la fin de l'échange.



2.5. La danse des abeilles

C'est à l'éthologue autrichien Karl von Frisch (1886-1982) que l'on doit la description et la compréhension des «dances» des abeilles. Ses découvertes ont confirmées en 1986, à l'aide d'un robot miniature capable d'exécuter des danses identiques. Grâce à ces mécanismes de communication, les colonies peuvent s'adapter et localiser efficacement les sources de nourriture disponibles. L'intensité plus ou moins grande des danses renseigne sur les plantes qui cessent d'être productives et sur celles qui le deviennent.

En revenant à la ruche, une butineuse qui a découvert une source de nourriture informe les autres ouvrières de sa trouvaille en dansant. Selon la proximité ou l'éloignement de la zone d'approvisionnement, elle effectue des chorégraphies différentes, en battant des ailes. Cette ventilation particulière a pour but de diffuser à ses congénères l'odeur du nectar dont la butineuse a rapporté un échantillon. Ces danses sont également accompagnées de multiples contacts antennaires. Alertées, les abeilles jusque-là inactives s'envolent à la recherche de cette nourriture.

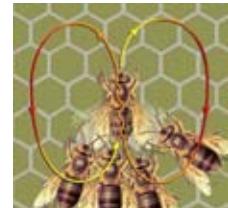
2.5.1. La danse en rond

Lorsque l'exploratrice effectue une danse en rond, elle informe ses congénères que la source de nectar est proche, dans un rayon d'environ quarante mètres. La découvreuse décrit un cercle, en tournant sur elle-même à un rythme très rapide, de huit à dix tours en quinze secondes, puis fait un demi-cercle en sens inverse. Les autres abeilles, qui suivent la danseuse en la palpant avec leurs antennes, détectent le parfum de la source de nectar dont son corps est imprégné, et quittent alors la colonie, à la recherche de la source de nourriture, guidées par l'odeur des fleurs à exploiter.



2.5.2. La danse frétilante

Elle indique une ressource en nourriture située à une plus grande distance. Dans ce cas, la butineuse s'oriente par rapport à la direction du soleil.



L'abeille découvreuse décrit une courte ligne droite, puis un demi-cercle et revient à son point de départ. Elle parcourt à nouveau le diamètre, effectue un nouveau demi-cercle, de l'autre côté, et recommence. Pendant les trajets en ligne droite, le corps de la danseuse est porté en avant, les pattes fermement en contact avec le support, et elle frétille rapidement, à la manière d'un pendule.

En suivant la danseuse, les autres abeilles reconnaissent l'odeur de l'espèce de fleur à explorer, et obtiennent aussi des informations sur la direction de la ressource et sa distance par rapport à la colonie (ruche ou essaim). La danse frétilante est d'autant plus rapide que la source de nourriture est proche, et l'angle formé entre la verticale et l'axe de la danse rectiligne est le même que celui formé entre la direction du soleil et celle de la nourriture. Au fur et à mesure de la course du soleil, la danseuse modifie l'angle de sa danse.

Sur les rayons d'une ruche, disposés verticalement, la butineuse se comporte comme précédemment, mais entreprend une danse différente : elle commence par décrire un demi-cercle, puis elle revient vers son point de départ en suivant une ligne droite (le diamètre). De retour à son point de départ, elle parcourt l'autre demi-cercle, dans l'autre sens, puis parcourt à nouveau en ligne droite le diamètre

précédent. Ce cycle dont la forme rappelle celle d'un huit est parcouru de nombreuses fois, et lorsqu'elle parcourt le diamètre, l'abeille frétille en agitant l'abdomen latéralement.

La direction du diamètre indique celle de la source de la miellée. Imaginons un cadran avec la ruche au centre, et le soleil placé au-dessus à la verticale. Sur ce cadran, l'abeille se dirige du centre vers la source de nourriture. Si la source de nourriture est dans la direction du soleil, l'abeille va se diriger verticalement de bas en haut sur la ligne droite. Si la source se trouve à 30° à droite par rapport à la direction du soleil, la ligne droite qu'elle décrira sera inclinée de 30° à droite par rapport à la verticale, elle la parcourra de bas en haut. Si la miellée est à l'opposé du soleil, son trajet se fera alors de haut en bas.

Quant à la distance de la source de nectar, elle est indiquée par le nombre des mouvements latéraux de l'abdomen, lors d'une phase vibrante, ou par la durée de celle-ci (mesure équivalente): ainsi plus le nombre de mouvements est important, plus la source de nourriture est éloignée.
(cf. schémas page suivante)



Schéma de la danse en « 8 ». Les ondulations symbolisent le frétillage.



Indication d'une source de nectar située à 60° à droite par rapport à la direction du soleil.



Indication d'une source de nectar située à 150° à droite par rapport à la direction du soleil.

3. Pollens et miels

3.1. A chaque fleur son pollen

Le pollen est formé de grains microscopiques qui mesurent chacun de 20 à 40 microns (0,02 mm à 0,04 mm).

Enfermés dans des anthères, sortes de sacs situés à l'extrémité des étamines, ces grains sont les gamètes mâles des fleurs.

Les ouvrières butineuses récoltent le pollen à l'aide de leurs pattes postérieures, et font ainsi office d'agents pollinisateurs en passant de fleur en fleur.

Puis il est tassé au fond des alvéoles par les ouvrières magasinières. Riche en protéines, le pollen servira à l'alimentation des larves et des nourrices ; il est notamment nécessaire au développement des glandes.



Chaque pollen diffère d'une espèce de plante à l'autre et les pelotes de pollen offrent une gamme complète de couleurs selon les espèces : blanche, verte, jaune, orange, rouge et noire. Bien évidemment, cela ne signifie pas que, dès qu'un pollen est de telle couleur qu'il s'agit de pollen de cette fleur uniquement. Les grains observés au microscope se distinguent également par leur taille et leur forme.

En étudiant les grains de pollen contenus dans un miel, on peut connaître à la fois sa provenance et sa composition florale. Cette science s'appelle la melisso-palynologie.

3.2. Odeurs de miel

Les principales sources d'approvisionnement en miel sont :

- le nectar, produit par le nectaire des plantes à fleurs,
- le miellat, excrétion produite par des insectes suceurs (puceron, cochenille...) à partir de la sève des arbres.

Au départ, le nectar contient en moyenne 75% d'eau. Après mûrissement et transformation, il n'en renferme plus que 15 à 25%. Le nectar subit aussi une évolution quant à sa densité (passage de 1,12 à 1,42 en moyenne ; quand la densité monte à 1,52, le miel fige ou cristallise).

La transformation du nectar en miel provient de deux phénomènes :

- Transformation physique, par évaporation (voir partie 1.5. du dossier)
- Transformation chimique (voir partie 1.5.)

La composition du miel varie suivant sa nature, la météo, les sols... Mais le miel contient aussi des sels minéraux, des oligo-éléments, des vitamines (C et B), des facteurs antibactériens, des arômes, des pigments, des phénols et polyphénols, des pollens, des spores, des levures... La couleur du miel dépend de son origine botanique. Elle peut varier du vert très foncé pour le miel de sapin, au jaune très clair pour l'acacia, en passant par le jaune doré pour le miel de lavande, le brun pour le châtaigner. Le goût et la texture du miel sont extrêmement variables selon son origine florale. De très doux au très corsé en passant par l'amertume plus ou moins prononcée, il peut être épais, liquide, visqueux et plus ou moins cristallisé.

On distingue trois types de miel :

- Miel monofloral : miel issu d'une seule espèce de fleur (lavande, acacia...)
- Miel toutes fleurs : miel issu de plusieurs espèces de fleurs (miel de printemps, de montagne...)
- Miel de miellat : miel issu du miellat excrété par certains insectes comme le puceron (sapin...)

Pour les abeilles, le miel constitue une réserve de nourriture pour les périodes climatiques défavorables et il sert à l'alimentation des nourrices (10 premiers jours).

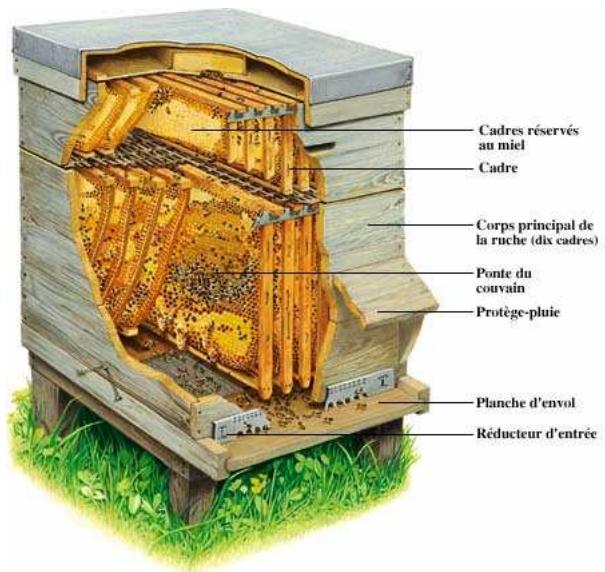
4. Organisation de la ruche

4.1. La ruche

La ruche est une petite maison de bois démontable, à étages, qui permet d'accéder à tous les niveaux de la colonie d'abeilles qui l'habite.

Vue de l'extérieur, la ruche présente 4 parties :

- Le toit : il peut être plat ou à 2 pentes selon que la ruche est installée à l'abri de la pluie ou non.
- Le corps : c'est l'endroit où vivent les abeilles, là où sont disposés les cadres.
- L'entrée ou trou de vol : c'est la porte d'entrée et de sortie. Elle est toujours située en bas de la ruche. Parfois une porte d'entrée est disposée devant. Celle-ci a pour fonction de faciliter le travail des gardiennes. Ainsi disposée devant l'entrée, les gardiennes ont une surface moins importante à défendre.
- La planche de vol : c'est la piste d'atterrissage et de décollage.



Dans le corps de la ruche, on trouve 3 types de cadres :

Les cadres garnis de miel ou de pollen, un cadre réservé au couvain, et enfin le cadre où réside la reine.

Chaque cadre supporte un rayon qui est une feuille de cire garnie de part et d'autre d'alvéoles.

Les alvéoles sont constituées de cire. Elles sont produites par des abeilles âgées de 12 à 18 jours, car c'est à cet âge que, chez l'ouvrière, les glandes cirières deviennent productrices. La construction d'une cellule nécessite la participation de 120 ouvrières.

La forme hexagonale des alvéoles est celle qui offre le meilleur compromis entre l'occupation de la surface et l'économie de matière.

Dans l'exposition, on compare 3 pièces de formes différentes mais qui présentent la même surface (25 cm^2) : un disque, un carré et un hexagone. Les disques ne s'emboîtent pas les uns dans les autres. Il s'ensuit donc une perte de surface. En revanche les carrés et les hexagones s'emboîtent très bien. Ils restent alors à mesurer le périmètre de chaque pièce. A surface égale, l'hexagone a un plus petit périmètre que le carré, donc moins de cire sera utilisée pour construire les alvéoles tout en occupant au mieux la surface disponible.

4.2. Le métier d'apiculteur

4.2.1. Produire le miel

Le miel est stocké dans les alvéoles qui sont operculées par les ouvrières. L'apiculteur vérifie que les abeilles ont suffisamment emmagasiné de miel avant de poser la hausse, partie d'où l'on extraira le miel.

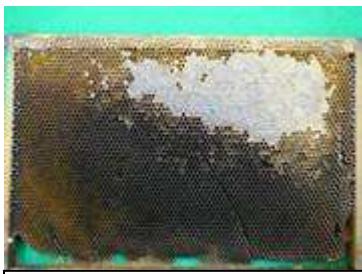
Lorsqu'il juge que les cadres extérieurs du corps sont bien garnis, l'apiculteur dispose une grille à reine au dessus des cadres. Cette grille a pour but d'empêcher la reine de venir pondre dans la hausse.

Puis l'apiculteur met en place la hausse. Les abeilles vont alors garnir de miel cette partie.



L'apiculteur viendra récupérer les cadres de la hausse quand ceux-ci seront bien operculés ou rajoutera une hausse supplémentaire.

Une ruche produit jusqu'à 50 kg de miel par an. Un cadre de hausse (ruche Dadant) peut contenir 2 kg de miel.



Cadre avec miel operculé



Grille à reine



Apiculteur levant un cadre

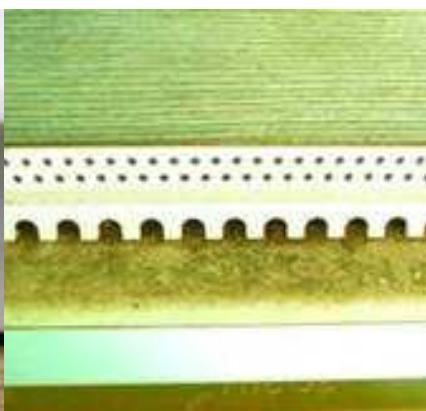


4.2.2. Récolter du pollen

Il existe différentes techniques et objets permettant la récolte du pollen. Les explications suivantes sont basées sur le système Nicot.



1



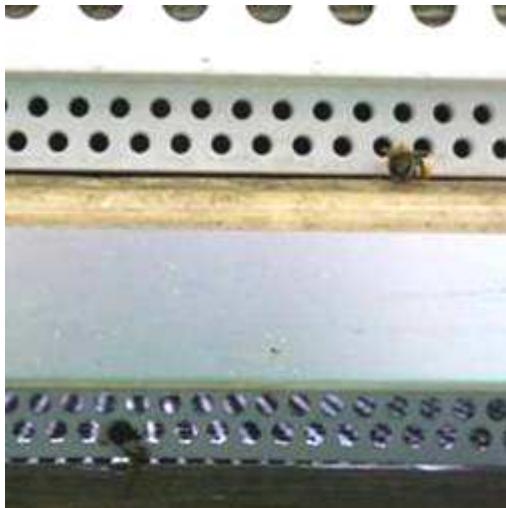
2



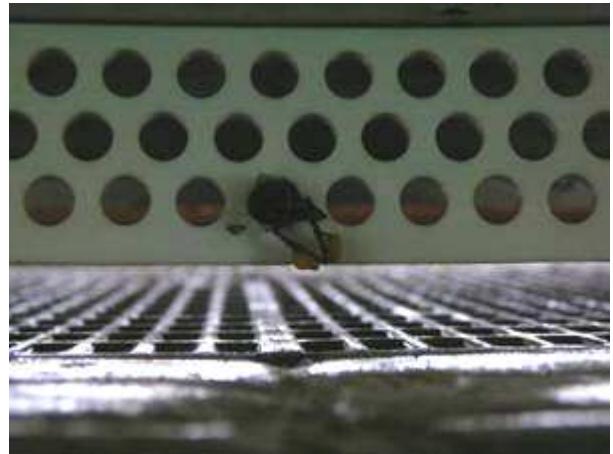
3

Entrée de la ruche (1et 2). Rien ne gène le passage des butineuses ayant les pattes postérieures chargées de pollens.

L'apiculteur, lorsqu'il veut récolter du pollen, ferme l'entrée habituelle de la ruche en retournant la porte d'entrée (3). Les petits trous ne permettent pas aux ouvrières de pénétrer dans la ruche.



4



5

Elles passeront donc par une autre entrée située dessous (4).
Les trous sont assez larges pour que les abeilles puissent passer.
Les pattes chargées de pollen ne peuvent cependant pas passer et les pelotes sont alors détachées des pattes (5).

Un bac récupérateur situé sous la trappe à pollen permet de récupérer le pollen (6).



6

5. Extraire le miel

5.1. Extraire le miel

La désoperculation



La première étape consiste en la désoperculation. A l'aide d'un couteau, l'apiculteur ôte les opérules de cire refermant les alvéoles contenant le précieux miel.

L'extraction

Les cadres sont placés à la verticale dans l'extracteur, qui est en fait une centrifugeuse. La force centrifuge va alors éjecter le miel hors des alvéoles.

Il faut tourner lentement au début afin de ne pas endommager le cadre (les rayons chargés de miel sont lourds et fragiles), et faire tourner dans un sens puis dans l'autre afin de bien vider chaque côté du cadre.



La maturation

Le miel est alors filtré à l'aide d'un tamis, au dessus du maturateur, un bidon muni d'un robinet à sa base qui servira à faire décanter le miel.

Au bout d'une dizaine de jours de repos, les impuretés vont soit s'être déposées au fond juste en dessous du niveau du robinet, soit surnager en surface car moins denses que le miel.

Le miel peut alors être mis en pot et dégusté pour le plus grand plaisir des papilles.



5.2. Le nourrissage



Au sortir de l'hiver il arrive que les abeilles aient épuisé leur stock de nourriture. L'apiculteur peut alors procéder au nourrissage c'est-à-dire l'apport complémentaire de nourriture afin d'aider les abeilles à passer ce cap difficile. Il dispose alors le nourrisseur au dessus des cadres et y dépose du sucre, ou du sirop prêt à l'emploi.

Les abeilles n'ont alors pas besoin de sortir de la ruche pour se nourrir. Un cache est disposé sur le trou d'entrée afin que les abeilles ne s'engluent pas dans le sirop.

Le nourrisseur est un récipient muni d'une cheminée centrale. Celui-ci est disposé entre le toit et le couvre cadres lorsque l'apiculteur estime qu'un apport de

nourriture complémentaire est nécessaire.

Les abeilles peuvent alors s'alimenter sans sortir de la ruche.

6. Les produits de la ruche

6.1. La cire

La cire est utilisée dans la ruche pour fabriquer alvéoles et rayons. C'est un produit coûteux pour la ruche : pour produire 1kg de cire, 30 000 abeilles consomment 10kg de miel. D'où, l'intérêt pour l'apiculteur de fournir à la colonie des rayons préfabriqués que les ouvrières n'auront plus qu'à terminer.

Pendant longtemps, ce fut le produit le plus précieux récolté dans la ruche. Utilisée pour la fabrication de bougies, confection des tablettes d'écriture, fonte des objets métalliques et modelage des statues « à la cire perdue », la cire d'abeille s'emploie aujourd'hui en pharmacie pour la composition de pommade par exemple.

6.2. La gelée royale

La gelée royale est une substance blanchâtre aux reflets nacrés, à consistance gélatineuse, de saveur chaude, acide et très sucrée. Très riche en protéines, acides aminés, lipides, vitamines et sucres, elle constitue la nourriture exclusive :

- de toutes les larves de la colonie, sans exception, de leur éclosion jusqu'au 3^{ème} jour de leur existence ;
- des larves choisies pour devenir reines jusqu'au 5^{ème} jour de leur existence ;
- de la reine de la colonie pendant toute la durée de son existence à partir du jour où elle quitte la cellule royale.

La production de gelée royale fait appel à des techniques particulières, car les abeilles produisent juste la quantité nécessaire à l'élevage du couvain et à la reine et elle n'est pas stockée. Elle est pratiquée par des apiculteurs spécialisés. Les ruches sont conduites comme pour l'élevage de reines, la ruche est rendue orpheline en lui enlevant la reine. Des cadres sont placés dans la ruche avec des ébauches de cellules royales dans lesquelles l'apiculteur a mis des larves d'ouvrières âgées de 12 à 36 heures qu'il a prélevé à l'aide d'un picking. Les ouvrières vont donner à ces ébauches la taille définitive des cellules à reines.

Les nourrices servent de la gelée royale en abondance aux jeunes larves. Après 3 jours les cellules ont atteint leur maximum d'abondance. Les cadres sont alors retirés, la gelée royale est prélevée par aspiration cellule par cellule. Une ruche peut donner au maximum 300 grammes de gelée par an.

Dès son prélèvement, la gelée royale est mise en flacons de verre. Les flacons sont hermétiquement fermés par un bouchon en plastique (le métal est attaqué car la gelée royale est acide et a un pH de 4), puis entreposés au froid (entre 2 et 5°C) dans une atmosphère exempte d'humidité et à l'abri de la lumière. Dans de telles conditions, la gelée royale se conserve parfaitement pendant plusieurs mois.

La gelée royale contient une proportion considérable de protéines, d'acides aminés, de lipides, de vitamines et de sucres. Elle est traditionnellement utilisée comme fortifiant des réponses immunitaires, en réalité, peu d'études scientifiques ont mis en évidence les bienfaits de la gelée royale sur la santé humaine.



Larve dans une cupule

6.3. La propolis

La propolis est une matière gluante (résine végétale) qui se récolte sur les bourgeons et l'écorce de certains arbres comme l'épicéa, les pins, les sapins, les bouleaux, les saules, le frêne...

Après transformation (cf. partie 1.5.), elle est utilisée pour réduire le trou d'envol, cimenter la ruche afin d'en maintenir l'équilibre thermique, réparer les rayons défaillants, vernir les surfaces internes de la ruche, aseptiser les alvéoles avant la ponte de la reine, momifier les cadavres d'animaux (papillons, lézards, rats...) que les abeilles ne peuvent évacuer.

Utilisée dans l'ancienne Egypte pour l'embaumement des momies, employée par les luthiers pour la fabrication de leur vernis (certains violons italiens lui devraient leurs belles sonorités), la propolis fut un temps dédaignée avant que sa récolte ne devienne systématique.

Riche en flavonoïdes (matières végétales odorantes à caractère vitaminé), la propolis est également un antiseptique naturel et possède des propriétés médicamenteuses, notamment antibiotiques et antifongiques.

7. Abeilles et environnement

7.1. Indispensables abeilles, garantes de la biodiversité

En butinant les fleurs pour en récolter le nectar et le pollen, les abeilles assurent naturellement la pollinisation de milliers d'espèces végétales, et permettent la fécondation nécessaire à la production de fruits et de graines.

À l'heure actuelle, avec d'autres insectes polliniseurs, elles permettent à plus de 80 % des espèces de plantes à fleurs d'assurer leur reproduction (plantes sauvages ou plantes cultivées) et donc leur survie. De plus, cette production de fruits et graines est essentielle à la survie de très nombreuses espèces animales.



Photo M. Lallée

L'homme lui non plus ne peut se passer des abeilles : 35% de notre alimentation dépend exclusivement de leur action fécondatrice.

Les cultures qui nécessitent cette pollinisation sont les arbres fruitiers (pommiers, cerisiers, etc.), les arbustes "à petits fruits" (fraisiers, framboisiers, etc.), les légumes (tomates, courges, etc.), les oléagineux (colza, tournesol) et les productions fourragères (luzerne, trèfles, etc.).

Une source de revenus des apiculteurs consiste d'ailleurs à louer leurs ruches à des agriculteurs, en installant les ruches pour quelques semaines sur leurs cultures.

« *Si l'abeille venait à disparaître, l'homme n'aurait plus que quelques années à vivre* » disait Einstein.

7.2. Abeilles en déclin

7.2.1. Le constat

Cependant, les abeilles sont actuellement menacées, subissant les mutations profondes de l'environnement engendrées par l'action de l'homme.

On constate en effet dans le monde entier, des surmortalités inquiétantes chez ces insectes. Aux Etats-Unis ce phénomène est appelé le « Colony collapse disorder » = syndrome d'effondrement des colonies.

Les chiffres de l'apiculture en France illustrent les conséquences de cet effondrement des populations d'abeilles : en 10 ans de 1994 à 2004, on estime que 500 000 ruches ont disparu, soit 1/3 des ruches en France. On dénombre 15000 apiculteurs de moins entre 1995 et 2005 (tableau 1).

Tableau 1 : Conséquences des surmortalités d'abeilles sur l'apiculture en France
(source : H.Clément, 2009)

Année	Nombre d'apiculteurs	Production nationale de miel	Importation
1995	85 000	33 000 tonnes	7 000 tonnes
2005	70 000	20 000 tonnes	20 000 tonnes

D'autre part, dans diverses régions du monde les rendements des productions de fruits et légumes baissent par manque de fécondations des plants.

Les causes de ces surmortalités semblent être dues à une combinaison de facteurs. Toutefois ce phénomène touche tous les pays pratiquant l'agriculture intensive, et un des paramètres majeurs réside en l'emploi abusif de produits phytosanitaires sur les cultures.

7.2.2. Le cas des produits phytosanitaires

Avec l'intensification de l'agriculture au lendemain de la Seconde Guerre mondiale, l'emploi des pesticides (insecticides, herbicides, fongicides) s'est généralisé et est aujourd'hui en cause dans le déclin des colonies d'abeilles.

D'une part, la réglementation pour l'usage de ces produits chimiques n'est pas toujours respectée (appliquer avant la floraison, ou à la tombée de la nuit).

D'autre part dans les années 90, de nouvelles générations d'insecticides dits « insecticides systémiques neurotoxiques» ont été mis sur le marché. Appliqués sur les semences ces insecticides très puissants se transmettent dans toute la plante via la sève, y compris dans le pollen. En rapportant à la ruche, les abeilles contaminent leur colonie.

A la même époque, de nombreux apiculteurs observent des troubles de comportements des abeilles : désorientations, disparitions dans la nature, défauts d'atterrissement à la ruche, etc....

En France, certains insecticides enrobant les semences de tournesols et de maïs ont été retirés du marché dans les années 2000, mais de nouvelles molécules similaires tentent de prendre le relai.

7.2.3. Les autres causes

La surmortalité des abeilles peut aussi s'expliquer par :

- des maladies (nosémose) et parasites (depuis 1982, par l'acarien *Varroa* venu d'Asie)
- des problèmes climatiques (chute de température, sécheresse)
- la diminution de la diversité florale (conséquence de l'agriculture intensive : monocultures et disparition des haies suite au remembrement des terres agricoles)
- des prédateurs (tel le frelon asiatique *Vespa velutina* arrivé en France en 2004, présent actuellement sur le quart du territoire).

Il est donc possible d'imaginer une origine multifactorielle aux problèmes rencontrés par les apiculteurs, sans toutefois sous-estimer l'impact majeur des pesticides.

7.3. L'abeille, sentinelle de l'environnement

L'abeille joue le rôle d'un indicateur majeur de l'état des écosystèmes, de notre « biosphère ».

Les abeilles sont en effet fortement sensibles à la qualité de l'environnement végétal et des conditions climatiques, et sont confrontées aux contaminations chimiques dues aux activités humaines.

Dans le cadre de la recherche de divers produits chimiques, des chercheurs utilisent la perception fine des particules atmosphériques par les abeilles, pour détecter par exemple la présence de poudres d'explosifs (abeilles dressées en laboratoire). Elles sont utilisées également pour la « biodétection » de la qualité de l'air, avec la pose de ruches en bordure de routes ou d'usines. En effet, elles recueillent dans leur duvet d'infimes particules de poussières, d'eau et d'air issues de leur environnement.

En 2005, un programme intitulé « Abeilles, sentinelles de l'environnement » a été créé par l'Union Nationale de l'Apiculture Française, pour alerter les décideurs et le grand public de la situation inquiétante des abeilles, des mesures à prendre pour leur sauvegarde, et l'enjeu déterminant qu'elles représentent en termes de biodiversité.

Un regain d'intérêt pour les abeilles et une mobilisation massive du grand public seront les garants de l'avenir de ces indispensables auxiliaires de biodiversité.





LE MONDE DES ABEILLES EN QUESTIONS...

Niveau Primaire

1. A chaque fleur son pollen

La couleur du pollen varie (change) d'une fleur à l'autre.
VRAI ou FAUX

2. L'abeille en puzzle

Le corps des insectes, et donc de l'abeille, est divisé en 5 parties.
VRAI ou FAUX

3. L'abeille à la loupe

Combien d'ailes une abeille possède-t-elle ?

- a) 2
- b) 4
- c) 6

4. Une architecture performante

Les abeilles construisent des alvéoles en forme de carrés.
VRAI ou FAUX

5. De l'œuf à l'adulte

La croissance de l'abeille se fait en

- a) 3 étapes
- b) 4 étapes
- c) 5 étapes

6. Voir comme une abeille

Les abeilles voient ce qui les entoure :

- a) en noir et blanc
- b) en couleur et sous forme de mosaïque
- c) elles ne voient rien car elles sont aveugles

7. De rôle en rôles

Numérote de 1 à 5 les différentes tâches effectuées par une abeille tout au long de sa vie.

- a) butineuse
- b) nourrice
- c) gardienne
- d) nettoyeuse
- e) bâtisseuse

8. À l'intérieur de l'abeille

Les abeilles possèdent un cerveau.
VRAI ou FAUX

9. Odeurs de miel

Quelle est la couleur du miel d'acacia ?

- a) jaune
- b) marron
- c) rouge foncé

Réponses – niveau primaire

1. Vrai
2. faux, il est divisé en 3 parties : la tête, le thorax et l'abdomen.
3. 4 ailes (2 paires)
4. faux, les abeilles construisent des alvéoles de forme hexagonale (avec 6 côtés)
5. 4 étapes : l'œuf, la larve, la nymphe et l'adulte.
6. les abeilles voient ce qui les entoure sous forme de mosaïque à cause des multiples facettes de leurs yeux, et en couleur. Cependant, elles ne perçoivent pas les mêmes couleurs que les hommes.
7. au cours de leur vie, une abeille est tour à tour : nettoyeuse, nourrice, bâtisseuse, gardienne et butineuse.
8. vrai
9. jaune

Niveau Collège

1. A chaque fleur son pollen

La moutarde blanche possède un pollen de couleur :

- a) rouge foncé / marron
- b) vert
- c) jaune

2. L'abeille en puzzle

Quelles sont les 3 parties qui composent le corps de l'abeille ?

.....
.....
.....

3. L'abeille à la loupe

A quoi sert la langue de l'abeille ?

- a) à aspirer le nectar des fleurs
- b) à sentir les odeurs
- c) à rien

4. Une architecture performante

Quelle est la forme des alvéoles construites par les abeilles ?

- a) carrées
- b) rondes
- c) hexagonales

5. De l'œuf à l'adulte

Comment appelle-t-on le 2^{ème} stade de développement de l'abeille ?

- a) nympha
- b) larve
- c) pollen

6. Voir comme une abeille

Quelles sont les ondes lumineuses que perçoivent les abeilles et pas l'Homme ?

- a) les infrarouges
- b) la lumière jaune
- c) les ultraviolets

7. Echange de bons procédés

En butinant les fleurs de sauge, l'abeille permet à cette plante de :

- a) grandir
- b) se reproduire
- c) fleurir

8. De rôle en rôles

A quelle période de sa vie une abeille joue-t-elle le rôle de magasinière ?

- a) du 21^{ème} au 35^{ème} jour
- b) du 16^{ème} au 20^{ème} jour
- c) après le 35^{ème} jour

9. À l'intérieur de l'abeille

Le jabot est un des organes internes des abeilles. Mais à quel système appartient-il ?

- a) le système nerveux
- b) le système respiratoire
- c) le système digestif

10. Citez plusieurs facteurs entraînant la disparition des abeilles

.....
.....
.....

Réponses – niveau collège

1. Jaune
2. La tête, le thorax et l'abdomen.
3. La langue des abeilles leur sert à aspirer le nectar des fleurs.
4. Les alvéoles que construisent les abeilles sont de forme hexagonale.
5. La larve
6. Il s'agit des rayons ultraviolets.
7. En butinant de fleur en fleur, l'abeille permet à la sauge de se reproduire. Ce phénomène s'appelle la pollinisation.
8. Les abeilles sont magasinières entre le 16^{ème} et le 20^{ème} jour de leur vie.
9. Le jabot fait partie du système digestif.
10. L'utilisation intensive des insecticides sur les récoltes, la présence d'autres insectes qui parasitent les larves d'abeilles (*varroa*), l'introduction accidentelle dans leur environnement de prédateurs (frelon asiatique)....

Niveau Lycée

1. A chaque fleur son pollen

Quelle est la couleur du pollen de la fleur de chardon ?

2. L'abeille en puzzle

Le squelette de l'abeille est un squelette externe. Comment s'appelle-t-il ?

- a) le thorax
- b) la cuticule
- c) la mandibule

3. L'abeille à la loupe

Citez les « outils » que possède l'abeille pour récolter le pollen :

-
-

4. Une architecture performante

Pourquoi la forme hexagonale est-elle la mieux adaptée à la construction des alvéoles ?

.....
.....
.....

5. De l'œuf à l'adulte

Après 6 jours de vie, en quoi la larve d'abeille se métamorphose-t-elle ?

- a) en nymphe
- b) en chrysalide
- c) en reine

6. Voir comme une abeille

De quoi sont constitués les yeux composés de l'abeille, et quelle en est la conséquence sur sa perception de l'environnement ?

.....
.....
.....

7. Echange de bons procédés

À partir de l'exemple de la sauge, résumez le processus de pollinisation.

.....
.....
.....

8. De rôle en rôles

Quand l'abeille joue-t-elle le rôle de porteuse et en quoi consiste cette tâche ?

.....
.....
.....

9. À l'intérieur de l'abeille

Les organes internes de l'abeille sont oxygénés par :

- a) des branchies
- b) des trachées et des sacs aériens
- c) des prises d'air situées entre chaque segment de l'abdomen

10. Citez plusieurs facteurs entraînant la disparition des abeilles

.....
.....
.....

Réponses – niveau lycée

1. Le pollen de la fleur de chardon est de couleur rouge sombre / marron.
2. Le squelette externe (ou exosquelette) de l'abeille est appelé cuticule.
3. Les outils dont sont équipées les abeilles pour la récolte du pollen sont le peigne et la corbeille.
4. La géométrie hexagonale des alvéoles permet d'optimiser l'espace de stockage en utilisant le moins de matière (la cire) possible.
5. La larve se transforme en nymphe.
6. Les yeux sont composés de facettes appelées ommatidies ; les abeilles voient donc leur environnement sous forme de mosaïque et en ont une vision peu précise.
7. La pollinisation est le transport des grains de pollen (élément mâle) sur le pistil (élément femelle) de la fleur pour assurer la fécondation. Ce transport peut être effectué par le vent, les insectes comme les abeilles, ou d'autres animaux.
8. Les abeilles effectuent cette tâche entre le 21^{ème} et le 35^{ème} jour de leur vie. Etre porteuse consiste à récolter de la propolis et/ou de l'eau, puis de les ramener à la ruche.
9. Des trachées et des sacs aériens
10. L'utilisation intensive des insecticides sur les récoltes, la présence d'autres insectes qui parasitent les larves d'abeilles (*varroa*), l'introduction accidentelle dans leur environnement de prédateurs (frelon asiatique)....



CONCLUSION :

Le rôle des médiateurs ne se limite pas à l'accueil lors de votre visite. Il comprend la préparation de votre venue (la construction sur mesure de votre visite au CCSTI) ainsi qu'une aide ultérieure si le besoin s'en fait sentir. N'hésitez donc pas à nous contacter.

Fabien Champagnat
fchampagnat@agglo-annecy.fr

Benjamin Rétho
bretho@agglo-annecy.fr

Pierre-Marie Verjus
pmverjus@agglo-annecy.fr

Tel : 04 50 08 17 00
Fax : 04 50 08 17 01

Conception et réalisation de ce document :

Elodie Brickler
Fabien Champagnat
Muriel Lallée
Pierre-Marie Verjus

Professeurs relais :
Danièle Bertoncello
Françoise Chevalier
service.edu@ville-crangevrier.fr

ANNEXES : LES LIENS AUX PROGRAMMES

« Secrets d'Abeilles, une histoire d'ailes et de Miels »»

Thèmes

Ecole maternelle, cycle 1	<p>ECOLE PRIMAIRE, B.O N°3 19 JUIN 2008 HORS SERIE</p> <p><u>CYCLE DES APPRENTISSAGES FONDAMENTAUX : CP ET CE1</u></p> <p>Découvrir le monde du vivant, de la matière, des objets</p> <p>Les élèves repèrent des caractéristiques du vivant ; naissance croissance et reproduction, nutrition et régime alimentaire des animaux ... Ils comprennent les interactions des êtres vivants et leur environnement et ils apprennent à respecter l'environnement et le protéger.</p> <p>CYCLE DES APPROFONDISSEMENTS Programme du CE2, CM1 et CM2</p> <p>Familiarisés avec une approche sensible de la nature, les élèves apprennent à être responsables face à l'environnement, au monde vivant, à la santé, Ils comprennent que le développement durable correspond aux besoins des générations actuelles et futures.</p> <p>Les êtres vivants dans leur environnement : L'adaptation des êtres vivants aux conditions de milieu. Place et rôle des êtres vivants : notion de chaîne et de réseau alimentaire.</p>	<p>DANS L'EXPOSITION</p> <p>La vie dans la ruche</p> <p>Les dangers guettant les abeilles</p>
----------------------------------	---	--

CLASSES	COLLEGE SVT	DANS L'EXPOSITION
COLLEGE SVT classe de 6ème	<p>Des pratiques au service de l'alimentation humaine (6h)</p> <p>La production alimentaire par l'élevage ou la culture L'Homme élève des animaux ou cultive des végétaux pour se nourrir Elevage ou culture nécessitent une gestion rationnelle. Des améliorations quantitatives et (ou) qualitatives de la production sont obtenues en agissant sur la reproduction, les conditions d'élevage ou de culture, les apports nutritifs. <i>Activité envisageable : réalisation d'une enquête sur une pratique agroalimentaire</i></p>	Les ressources de la ruche
COLLEGE SVT classe de 3 ^{ème}	<p>Responsabilité collective : biodiversité et activités humaines 6- La modification des milieux de vie, par les choix en matière d'alimentation influence la biodiversité planétaire et l'équilibre entre les espèces. Exemple d'activité : recherche documentaire sur l'évolution actuelle de la biodiversité, les intérêts de la biodiversité et sur les solutions envisagées actuellement pour la préserver.</p>	La raréfaction des abeilles

LYCEE classe de Ts	<p>PROGRAMME DE TERMINALE Spécialité SVT HS du BO n° 30 aout 2001</p> <p>Les enjeux actuels des biotechnologies</p> <ul style="list-style-type: none"> • La transgénèse et la construction d'organismes génétiquement modifiés (OGM) : La capacité d'introduire dans un organisme un gène (modifié ou étranger) conduit à la production d'un organisme transgénique acquérant des propriétés nouvelles. 	OGM, pollinisation et abeilles
--------------------	---	---------------------------------------

REFERENCES

Une bibliographie à été réalisé à partir des fonds documentaires du CCSTI et de la médiathèque de la turbine, vous pouvez la télécharger sur notre site internet :
<http://www.ccsti74-crangevier.com/>

Ouvrages :

- ALTEC (CCSTI de l'Ain), 2008. *Guide d'animation de l'exposition « Secrets d'abeilles, une histoire d'ailes et de miel »*. 23 p.
- ROGEZ Léon, 2007. *La Ruche*, Collection carnets de nature, 31 p. Ed. Milan
- MARCHENAY Philippe et BERARD Laurence, 2008. *Des Abeilles*. 70 p. Ed. Gulf Stream
- VANNIER Paul, 1999. *L'ABCdaire du Miel*. 120 p. Ed. Flammarion
- CLEMENT Henri, 2009. *Abeille, sentinelle de l'environnement*. 144 p. Ed. Alternatives.

Sites internet :

- <http://tecfa.unige.ch/tecfa/teaching/UVLibre/0001/bin35/abeilles/danse/danse.html>
- http://www.fr.ch/mhn/produits/abeilles/table_matiere.htm
- <http://www.ruche.com/>
- <http://environnement.ecoles.free.fr/miel.htm>
- <http://www.mellifica.be/fr/abeille-noire/biologie/hyman.html>
- http://fr.wikipedia.org/wiki/Apis_%28genre%29
- http://www.passeportsante.net/fr/Solutions/PlantesSupplements/Fiche.aspx?doc=pollen_ps
- <http://www.sauvonslesabeilles.com/spip.php?rubrique9>
- www.wikipedia.org
- [http://fr.wikipedia.org/wiki/Apis_\(genre\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Apis_(genre))
- www.mieldronet.com
- http://www.futura-sciences.com/fr/doc/t/zoologie-1/d/labeille-sentinelle-ecologique_684/c3/221/p4/
- <http://tecfa.unige.ch/tecfa/teaching/UVLibre/0001/bin35/abeilles/communic/communic.html>
- www.lemiracledeabeille.com
- <http://www.cdurable.info/Si-l-abeille-disparait-de-la-planete,498.html>
- <http://www.inra.fr/opie-insectes/pdf/i142darrouzet.pdf>
- http://www.developpement-durable.gouv.fr/spip.php?page=article&id_article=2776

DVD :

« *Abeilles mutantes* » de Thierry BERROD, 52 minutes. Centre de ressources et d'information sur les multimédias pour l'enseignement supérieur (CERIMES). Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche.