

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة خميس مليانة
Université de Khemis-Miliana



كلية علوم الطبيعة و الحياة و علوم الارض
Faculté des Sciences de la nature et de la vie et des Sciences de la terre
قسم العلوم الزراعية
Sciences Sciences Agronomiques

POLYCOPIE

Cours d'apiculture

Destiné aux étudiants en 1^{er} année Master option :
Production animale

Présenté par : **D^r KOUACHE Benmoussa**

Année universitaire :2020-2021

Semestre : II Intitulé de l'UE : UEF 2 Matière 1.

Intitulé de la matière : Apiculture. Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement Apprendre à l'étudiant les techniques d'élevage de l'abeille ainsi que les procédés utilisés pour extraire les produits de la ruche. **Connaissances préalables recommandées** Connaissances en physiologie animale et en biologie.

Contenu de la matière

Chapitre I : Principaux caractères définissant les Hyménoptères.

I1. Classification et taxonomie

I2-Qu'est-ce que les abeilles?

Chapitre II : Importance de l'abeille.

II1- Rôle pollinisateur

II2- Rôle biologique

II3- Rôle économique

II4- Rôle de bioindicateur

II41- Biodiversité

II42-Biomonitoring

Chapitre III : Aspects généraux.

III.1-les ruches d'abeilles

III2- L'Installation d'un rucher

III3-Matériel et outillage d'élevage Apicole.

Chapitre IV : Rôles de l'abeille au sein de la ruche.

IV 1- La reine

IV 2- Les ouvrières

IV 21- Les nettoyeuses

IV 22- Les nourrices

IV 23- Les bâtisseuses

IV 24- Les butineuses

IV 25- Les manutentionnaires

IV 26- Gestionnaire

IV 27- Les ventileuses

IV 28- Les gardiennes et les soldats

IV3- Les faux-bourdon

Chapitre V : Produits de la ruche.

V 1. Miel et miellat

V 2. Pollen

V 3. Propolis

V 4.Cire

V 5.Gelée royale

V 6.Venin.

V 7.Larves

Chapitre VI : Les maladies des abeilles et leur traitement.

VI 1.- Maladies des abeilles adultes

VII1-L'acariose

VI 12-La nosémose

VI 2.- Maladies typiques du couvain

VI 2.1. - Loque américaine

VI 2.2. - Loque européenne

VI 2.3.- Le couvain plâtré ou Ascospherose

VI 3. - Maladies communes au couvain et aux abeilles adultes

VI 3.1. - Varroase

VI 3.2.- Les virus

VI 4- Autres parasites et ennemis des abeilles

VI 41-Le frelon asiatique

VI 42- Effets des pesticides

VI 43- Les monocultures

Lexique

Références bibliographique

Introduction :

La Production Animale, avec l'ensemble de ces filières, à savoir, bovine, ovine, caprine, apicole, avicole et cunicole demeure névralgique vu sa qualité de pourvoyeur en produits alimentaires d'origine animale. De ce fait, la Production Animale peut connaître un développement réel, qui passerait par la formation de cadres de haut niveau capable de développer une réflexion scientifique afin de construire une base de développement durable. Le polycope proposé est motivé, d'une part, par le souci d'atteindre un véritable développement de la filière apicole qui s'impose, vu la conjoncture actuelle, afin de réduire la dépendance aux hydrocarbures dont les retombées commencent à être connues. D'une autre part, ladite formation en apiculture donnera un ensemble de connaissances techniques, scientifiques et économiques qui permettra une réflexion approfondie et apportera des solutions en matière de promotion de la production nationale et de l'atteinte d'une auto suffisance en produits de la ruche.

Ce cours est élaboré en faisant recours à diverses sources bibliographiques ; essentiellement ouvrages et article. Il est destiné aux étudiants sciences agronomiques de première année Master spécialité production animale.

Comme il peut constituer un support pédagogique très utile pour tous les étudiants des autres spécialités issues de la filière des sciences agronomiques et tout public qui s'intéresse à l'apiculture.

De nombreux schémas, illustrations et tableaux complètent ce présent document.

On note que le contenu de ce cours a été organisé en six chapitres.

Le volume horaire global du module est de 67.5 heures soit un volume horaire hebdomadaire de 1h30min pour le cours, 3h TP.

Chapitre I :

Principaux caractères définissant les Hyménoptères.

I1 Classification et taxonomie

Comme tous les autres organismes, les abeilles sont classées selon un système taxonomique à plusieurs niveaux hiérarchiques. Cette classification est basée en grande partie sur la phylogénie, c'est-à-dire l'étude des relations de parenté entre êtres vivants.

L'abeille domestique, *Apis mellifera*. Son nom scientifique complet est *Apis mellifera* Linnaeus 1758. Cette appellation vient du fait qu'elle lui a été attribuée pour la première fois par Carl von Linné, un naturaliste suédois, en 1758 (Linné, 1758). D'autres appellations sont parfois utilisées pour la décrire, la plus répandue étant *Apis mellifica*, introduite par Linné lui-même, quelques années après.

En raison des pertes qu'elles subissent actuellement et de leur importance pour l'écosystème humain, les abeilles comptent à l'heure actuelle parmi les insectes les plus étudiés dans le monde. Elles forment un groupe de près de 16 000 espèces .

Les Hyménoptères (**Fig 1**), du grec *hymen*, « membrane » et *pteron*, « aile », possèdent des ailes membraneuses traversées de nervures. Les représentants les plus connus sont les abeilles, les guêpes et les fourmis. sont ainsi caractérisés par : Deux paires d'ailes membraneuses reliées entre elles par un système **de couplage** (**Fig 2**)

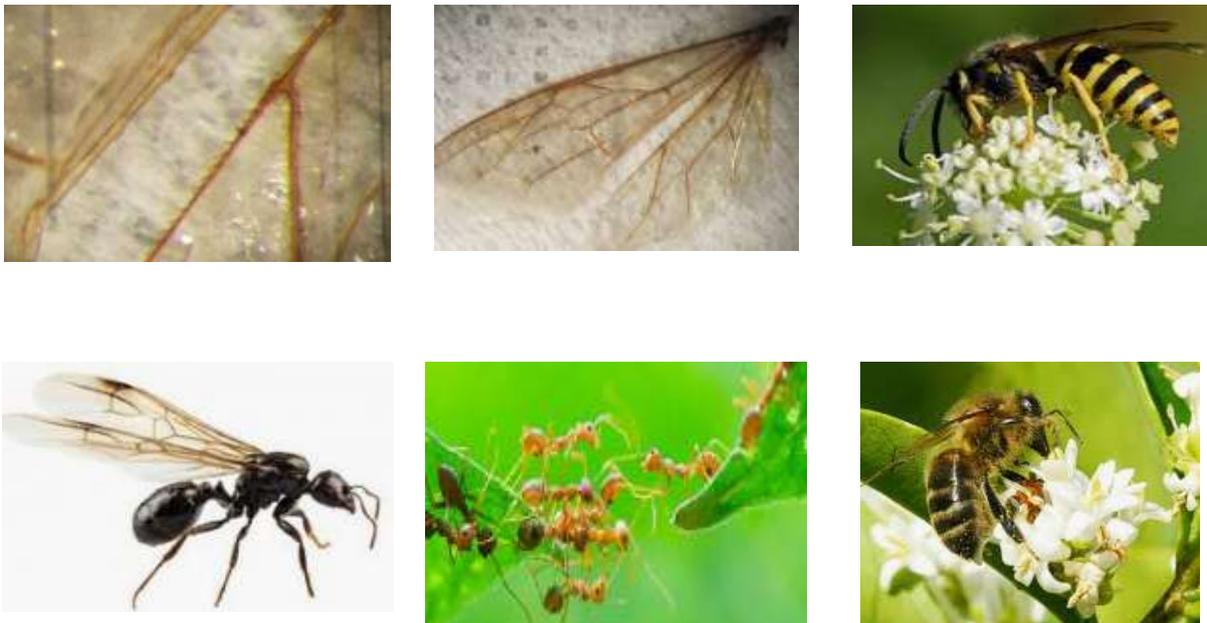


Fig 1 : Les hyménoptères les abeilles, les guêpes et les fourmis

vu au microscope, le système d'accrochage que constituent les *hamuli*, assurant la réunion des ailes des abeilles lors du vol , Cela permet une surface alaire augmentée et donc un vol optimal pour la recherche du pollen et du nectar.

De ce fait, une autre explication possible serait une référence à l'ancien dieu grec des cérémonies de mariage **Hymen**, car les ailes de ces insectes « se marient » en vol.

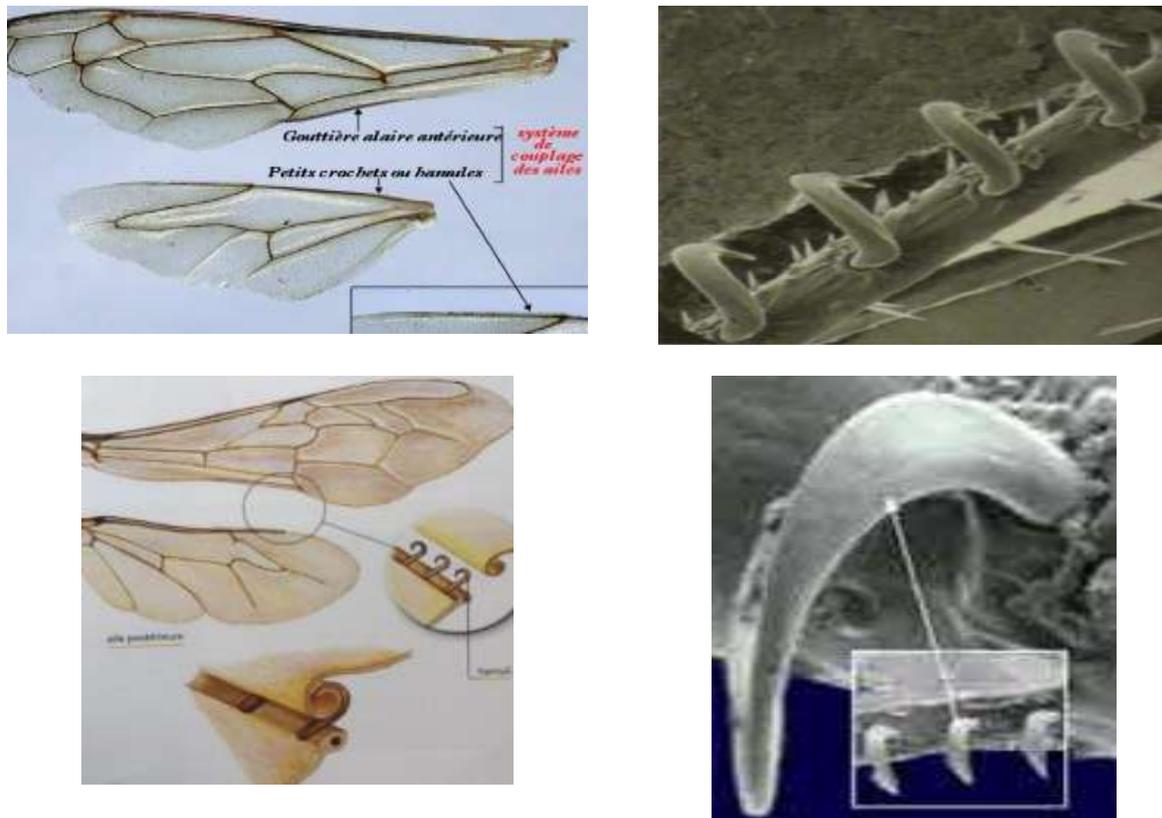


Fig 2 : système de couplage chez les Hyménoptères

Les Apocrites sont caractérisés par un abdomen bien distinct du thorax du fait d'un étranglement, la « taille de guêpe ». Le premier segment abdominal, le propodéum, est entièrement fusionné au thorax. Les Apocrites sont subdivisés en deux infra-ordres, les Térébrantes et les Aculéates. Chez les Aculéates dont fait partie l'abeille domestique, la partie terminale de l'abdomen, l'oviscapte (ou ovipositeur), a perdu sa fonction de ponte pour devenir l'aiguillon, une arme d'attaque ou de défense selon les espèces. *La super-famille des Apoidea regroupe toutes les abeilles au sens large*, dont le régime alimentaire est basé uniquement sur le nectar (ou miellat) et le pollen. Elle rassemble 6 familles, 130 genres et plus de 200.000 espèces .

I2- Qu'est-ce que les abeilles?

Un groupe majeur de l'ordre des hyménoptères, sont généralement plus robustes et poilues (fig 3) que les guêpes. Les abeilles diffèrent de presque toutes les guêpes en ce qui concerne le pollen recueilli sur les fleurs comme source de protéines pour nourrir leurs larves et probablement aussi pour le développement ovarien par les femelles pondeuses.

Contrairement aux guêpes sphéloïdes, les abeilles ne capturent pas les araignées ou les insectes pour nourrir leur progéniture.

Il y a environ vingt mille espèces d'abeilles, dont environ 250 sont des bourdons, 500 à 600 sont des abeilles sans aiguillon et 7 sont des abeilles mellifères. Le reste sont les abeilles solitaires.

La plus petite abeille du monde est *Quasihesma* sp (fig 4)., Seulement 0,07 pouce (1,8 mm) de long, trouvé en Australie. En revanche, l'abeille géante de Wallace ,a une longueur de 1,54 pouce (39 mm) et une envergure de 2,48 pouces (63 mm) (fig 5 et 6).



Fig 3 : Abeille poilue



Fig 4: La plus petite abeille *Quasihesma* sp



Fig 5 :l'abeille géante de Wallace

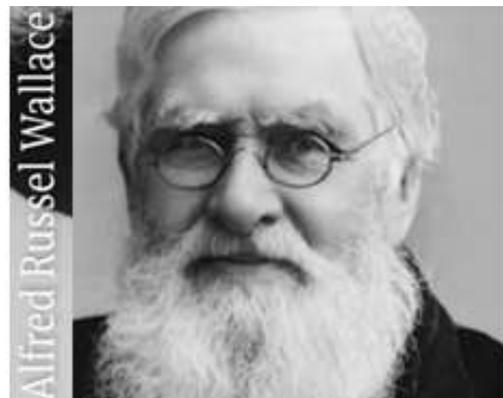


Fig 6 : chercheur Wallace

Chapitre II : Importance de l'abeille.

L'abeille domestique : une formidable « usine » de production ; le nom scientifique de cet insecte (d'abeille domestique) a subi quelques modifications. **En 1758**, Linné désigne par *Apis mellifera* toutes les abeilles connues mais également certaines guêpes dorénavant dénommées par les genres *Zethus*, *Sapyga* et *Bembix* . **En 1761**, Linné change le nom d'espèce d'*Apis mellifera* en *Apis mellifica* – le miel étant préparé par les abeilles (*melli-fica*) plutôt que récolté (*melli-fera*).

III1- Rôle pollinisateur

« si les abeilles disparaissent, la reproduction des principaux éléments de la flore peut être sévèrement limitée»

L'activité la plus importante des abeilles, en termes de bénéfices pour les humains, est probablement leur pollinisation de la végétation naturelle.

Les produits des abeilles, la cire et le miel, ainsi que de petites quantités de gelée royale, sont manifestement de valeur négligeable par rapport au rôle profondément important des abeilles comme pollinisateurs.

La pollinisation est le transfert du pollen des anthères (partie mâle de la fleur) aux stigmates (partie femelle de la fleur) (**Fig 7**) . Par

- l'entomophilie (pollinisation par les insectes) 80% des plantes sont entomophiles, les abeilles sont très poilues (**Fig 8**) .
- l'anémophilie (pollinisation par le vent) (**Fig 9**).
- la zoophilie, notamment dans les régions froides ou peu d'insectes pollinisateurs survivent (**Fig 10**).

Certaines plantes nécessitent plusieurs visites d'abeille pour que tous les œufs des fleurs soient fertilisés, exemple

- les fraises qui ont besoin d'environ 20 graines de pollen par fruit,
- pommiers qui requièrent quatre à cinq visites pour être totalement fertilisées.

Les abeilles mémorisent également les cycles physiologique des plantes, d'autres ne pollinisent que certaines espèces spécifiques. En temps normal une abeille peut faire entre 7 à 14 voyages par jour. Une colonie composée de 25.000 ouvrières faisant chacune en moyenne 10 voyages par jour est ainsi capable de polliniser 250 millions de fleurs.

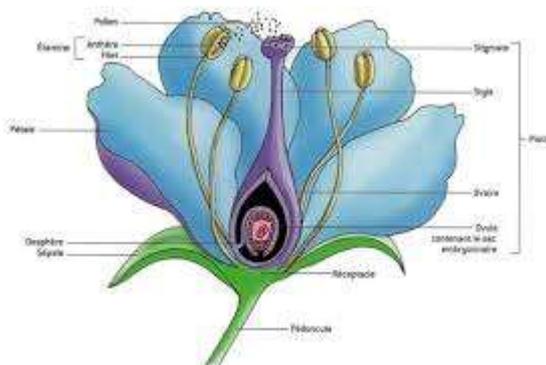


Fig 7: Coupe longitudinale d'une fleur



Fig 8 :Entomophilie : pollinisation par les insectes



Fig 9 :L'anémophilie (pollinisation par le vent)



Fig 10 : la zoophilie

II2- Rôle biologique :

Pour remplir son jabot de 70 mg de nectar, l'abeille doit parfois visiter plus de mille fleurs ; en une heure une butineuse visite ainsi 600 à 900 fleurs (et parfois bien plus).

En accroissant ainsi les chances de fécondation des plantes et en contribuant à l'enrichissement incessant de son environnement.

Les **plantes à fleurs** représentent **70% du règne végétal**, soit environ 240 000 espèces dans le monde. Environ 1 000 espèces de plantes ne peuvent se reproduire que grâce aux abeilles, car elles ne disposent pas d'autre moyen de réaliser la pollinisation, aucun autre insecte, aucun agent atmosphérique n'étant en mesure de l'assurer.

L'abeille domestique n'est bien sûr pas le seul insecte pollinisateur mais c'est le plus fréquent.

II3- Rôle économique

L'abeille participe activement à la pollinisation de la flore sauvage (aubépine (*Crataegus oxyacantha*), églantier (*Rosa canina*), sorbier (*Sorbus domestica*)...) mais également des plantes cultivées, favorisant ainsi leur reproduction et améliorant les récoltes. **Plus de 70 % des 124 types de cultures les plus importantes au niveau mondial** (à la base de l'alimentation humaine), dont la quasi-totalité des arbres fruitiers, **bénéficient de l'activité pollinisatrice des abeilles** sauvages ou domestiques.

II4- . Rôle de bioindicateur

II41-Biodiversité

Rio (1992), définit la biodiversité comme « la variabilité des organismes vivants de toutes origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre les espèces ainsi que celle des écosystèmes ».

les abeilles permettent une protection de la forêt et des zones boisées , en pollinisant les arbres, les arbustes et les herbacées, les abeilles sont importantes pour la production des aliments comme les baies, les graines et les fruits que tous les autres animaux et les oiseaux qui dépendent de l'écosystème forestier consomment pour se nourrir.

Un autre aspect de l'impact des abeilles sur la biodiversité est leur capacité à créer un brassage génétique au niveau d'une même espèce végétale.

II42-Biomonitoring :

Le biomonitoring a pour objectif de prédire l'influence des mutagènes environnementaux. Les insectes représentent un modèle intéressant de par leur nombre et leur sensibilité aux modifications de leur environnement.

L'abeille, Une espèce indicatrice répond à trois critères principaux :

- L'absence de cette espèce dans un écosystème est le symptôme d'un grave dysfonctionnement de cet écosystème.
- En cas de présence de cette espèce dans un écosystème, la perturbation de l'environnement est en rapport avec les perturbations de l'espèce indicatrice.
- Une espèce indicatrice est une espèce facile à observer, qui permet de collecter et d'accumuler les données.

L'abeille peut également être utilisée comme bioindicateur de la santé de l'écosystème dans lequel elle évolue, sa sensibilité aux toxiques présents dans l'environnement de cet insecte très courant peut également être mis au service de l'homme.

Chapitre III : Aspects généraux.

III.1-les ruches d'abeilles

Il existe deux types de ruche d'abeilles :

III.11-les ruches traditionnelles (Fig 10)



Ruche en roseau



Ruches en paille



Ruches tronc d'arbres

Fig 10 : les ruches traditionnelles

III.12- les ruches modernes (Les standards de ruches)

Il existe de nombreux standards de ruche dont seulement trois sont largement utilisés par les apiculteurs de tous pays. Ces trois standards sont : la ruche de type **LANGSTROTH**, La ruche de type **DADANT** et La ruche de type **VOIRNOT**

a- la ruche de type **LANGSTROTH** :

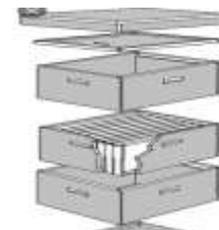
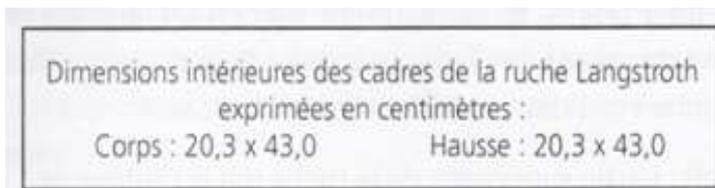
La ruche langstroth a été inventée par l'Américain Lorenzo Lorraine Langstroth (1810- 1895). Le corps et les hausses sont identiques : mêmes dimensions et même nombre de cadres, en l'occurrence 10.

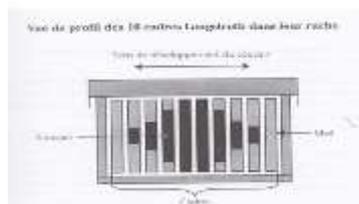
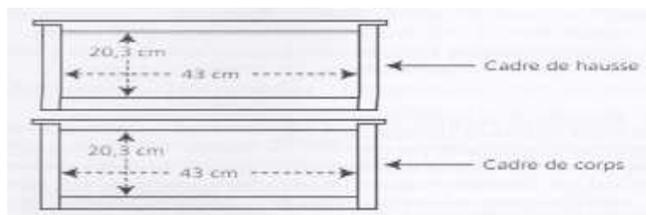


Lorenzo Lorraine

a1-Caractéristiques de la ruche Langstroth

Dans une ruche Langstroth, le nid à couvain est en sphère écrasée, ce qui n'est pas favorable au bien être de la colonie. C'est n'est pas gênant pour l'extraction pour l'extraction du miel car dans ce type de ruche, les cadres de corps et de hausses sont de mêmes dimensions (on appelle ce type de ruche une ruche divisible)





a2-Avantages et inconvénients de la ruche Langstroth

Avantage:

- 1- volume intérieur du corps ajustable : 44 ou 88 litres selon la prolificité de la reine.
- 2- Echange possible de cadres entre le corps et la hausse, car les cadres sont de même dimensions.
- 3- essaimage artificiel aisé car il s'agit d'une ruche divisible : on peut prélever indifféremment les cadres dans la hausses ou dans le corps de ruche pour effectuer un essaim artificiel.
- 4- facile à transhumer sur un seul corps.

Inconvénients

- 1- hausse lourde, difficile à récolter et rendant la transhumance sur deux corps impossible à une seule personne.
- 2- hivernage délicat dans certaines régions car il n'y a pas de plafond de miel sur les cadre : les abeilles donc mal protégées du froid. De plus sur deux corps, à cause des lattes supérieures et inférieures des cadres ; il y a une zone de transition qui peut être infranchissable par les abeilles en conditions climatiques rigoureuses.
- 3- nid à couvain en forme de sphère écrasée, ce qui est inconfortable pour le bien être de la colonie.
- 4- présence du couvain dans la hausse, ce qui rend plus longues les manipulations de récolte du miel (il faut inspecter chaque cadre).

b- La ruche de type DADANT

Créée par le Français Charles Dadant (1817- 1902), elle est composée de 10 à 12 cadres.



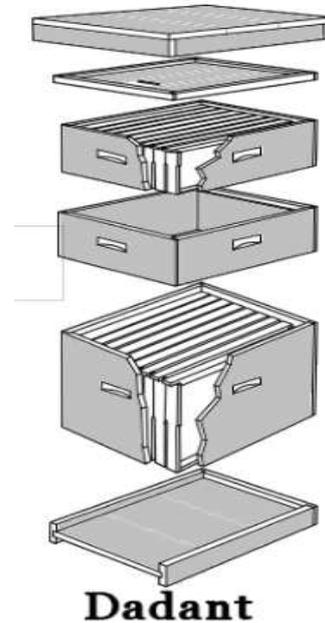
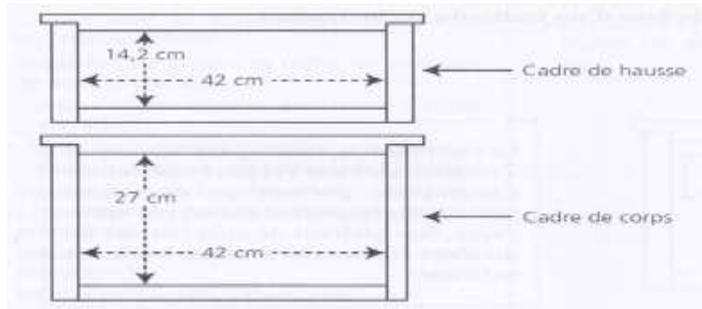
Charles Dadant

b1- Caractéristiques de la ruche DADANT

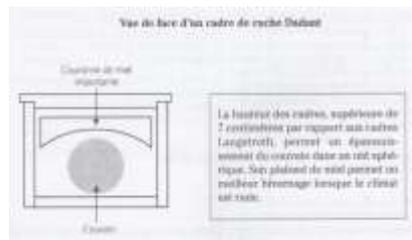
La ruche DADANT 10 cadres a une capacité de 54 litres et ce volume convient bien à l'abeille noire locale. La ruche DADANT 12 cadres a une capacité de 65 litres et ce volume convient mieux aux autres races d'abeilles plus prolifiques.

Dans ces ruches, le couvain se développe de bas en haut.

Dimensions intérieures des cadres de la ruche Dadant
exprimées en centimètres :
Corps : 27,0 x 42,0 Hausse : 14,2 x 42,0



Dadant



Dans les hausses d'une ruche Dadant, on place un ou deux cadres de moins que dans le corps de ruche (ce qui facilite le travail ultérieur en miellerie). Ces cadres ont pour dimensions intérieures : 14.2 cm de haut et 42 cm de long.

Ils sont mieux adaptés aux petites miellées. De plus, ils sont moins lourds à manipuler et leur contenu est plus facilement extractible.

b2- Avantages et inconvénients de la ruche DADANT:

Avantage :

- 1- si on utilise une grille à reine ; les cadres de hausses sont exempts de couvain et se conservent de nombreuses années. En effet, la grille empêche la reine de monter dans la hausse pour y pondre.
- 2- cadres hauts, ce qui augmente la capacité de réserve de miel.
- 3- possibilité de choisir sa ruche en fonction de sa race d'abeille.
 - pour l'abeille noire locale : ruche dadant 10 cadres.
 - pour les abeilles plus prolifiques ou pour un rucher sédentaire : ruche Dadant 12 cadres.
- 4- volume de la ruche permettant un meilleur épanouissement de la colonie.
- 5- présence d'une couronne de miel
- 6- hausse plus légère à manipuler
- 7- ruche Dadant 10 cadres facile à transhumer.
- 8- Contenu des cadres facile à extraire.

Inconvénients:

- 1- deux types de cadres sur l'exploitation
- 2- attention : entre la Dadant 10 et 12 cadres, aucun élément n'est compatible (ex : couvre cadres, hausses, plateaux...), sauf les cadres.
- 3- la DADANT 12 cadres est difficile à transhumer car elle est plus lourde (environ 10 kg)

c- La ruche de type VOIRNOT

Créée par l'abbé Voirnot (1844 -1900) son cadre est carré.

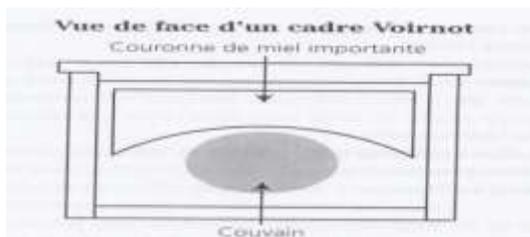
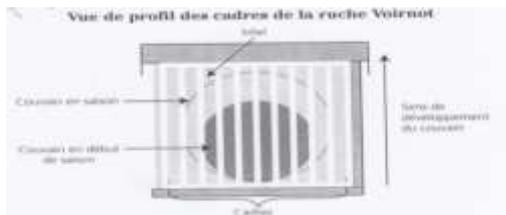


Abbé Voirnot

c1- Caractéristiques de la ruche DADANT

La ruche Voirnot est adaptée aux zones de montagne, grâce à son volume intérieur proche de celui de la Dadant 10 cadres et à la forme de ses cadres plus hauts. Le couvain se développe verticalement, du bas vers le haut.

Le stockage du miel s'effectue au dessus du couvain. Cette couronne de miel importante permet aux abeilles d'être toujours en contact avec leurs provisions même en période de très grand froid.



c2- Avantages et inconvénients de la ruche VOIRNOT :

Les Avantages :

- 1- cadres hauts, ce qui augmente la capacité de réserve en période hivernale (présence d'un large plafond de miel).
- 2- hausse de volume inférieur à celui des autres types de ruche, donc plus légère ; ce qui facilite la récolte.

Les Inconvénients :

- 1- cadres hauts (33 cm) et assez difficiles à sortir du corps de ruche sans écraser les abeilles. Ruche difficile à transporter par une seule personne du fait de sa hauteur.
- 2- cadres difficiles à manipuler.
- 3- ruche peu utilisé en dehors de certaines zones géographiques, ce qui limite les transactions entre apiculteurs.

III2- L'Installation d'un rucher

Les facteurs pris en compte pour l'installation d'un rucher sont :

- 1- les conditions climatiques.
- 2- les conditions d'accessibilité et d'aménagement de l'emplacement de rucher (facile d'accès, Abrisé des vents dominants, Suffisamment ensoleillé et Situé sur un versant plutôt que dans une cuvette.
- 3- les ressources en flore (Proche d'une source de nourriture, à proximité de plantes mellifères, dans un rayon de 1 à 2 km).
- 4- le bien être des colonies, grâce à une disposition des ruches étudiée (éloigner des sources de contamination possible des produits de la ruche -incinérateur, autoroute, complexe industriel..).

III3-Matériel et outillage d'élevage Apicole.

Idéal pour travailler sur vos ruches en toute sécurité, ce pack comprenant une combinaison à col et un voile rond avec chapeau vous offrira une protection intégrale

Économique et pratique, le kit apiculteur vous offre l'essentiel des vêtements de protection et matériel pour visiter vos ruches en toute sérénité.



une combinaison

une paire de gants en cuir de vache est idéale pour la manipulation de vos ruches.



La brosse à abeille



**Lève-cadres
Américain**



Enfumeur

Chapitre IV : Rôles de l'abeille au sein de la ruche.

Une abeille domestique isolée ne peut survivre : la plus petite unité viable est la colonie. On parle de colonies eusociales car elles sont caractérisées par trois principes fondamentaux :

- l'existence d'une coopération dans les soins aux formes immatures.
- le chevauchement d'au moins deux générations (ce qui permet aux descendants d'assister leurs parents pendant une partie de leur vie) ;
- la présence de femelles spécialisées dans la reproduction, les autres femelles s'investissant dans d'autres tâches.

En milieu de saison Printanière, une colonie d'abeilles est composée de 40 000 à 70 000 individus, entre 0 et 6 000 faux-bourçons et une seule reine..

Leurs adaptations morphologiques, physiologiques et comportementales leur permettent de réaliser de façon optimale leurs tâches respectives.

IV 1- La reine

La reine se distingue des autres individus de la ruche par sa grande taille (20mm), son abdomen n'est pas entièrement recouvert par ses ailes, et sa couleur avec reflets chauds ou bronzés, son poids plus élevé variant entre 178 et 292 mg à l'âge adulte, ses pattes sont dépourvues de brosses, de peignes et de corbeilles, sa langue est plus courte et ses yeux ont moins de facettes, son dard est plus lisse ; il lui est surtout utile pour vaincre les autres reines potentielles, mais elle ne saura plus s'en servir une fois ses ovaires développés, la reine peut retirer son dard et piquer à nouveau. Son système olfactif est moins performant et elle n'a pas de glandes cirières, sa démarche est très lente. (fig 11,12,13 et 14)

Durant son stade larvaire, elle consomme uniquement de grandes quantités de gelée royale pendant environ 4 à 6 jours lui permettant d'atteindre un poids. Une semaine après sa naissance, la reine s'accouple une seule fois avec 6 à 30 mâles durant un vol d'accouplement, elle stocke le sperme dans un organe spécialisé appelé spermathèque. Elle est unique et son rôle est de pondre des œufs femelles pour assurer la relève : elle peut en pondre environ 2 000 œufs en 24 heures. (Fig 15)

La reine a aussi une fonction de cohésion dans la colonie par la sécrétion de phéromones.



Fig 11 : Reine d'abeille



Fig 12 : Dard lisse de la reine



Fig 13 : La reine est unique et son rôle est de pondre des œufs



Fig 14 : Cellule royale

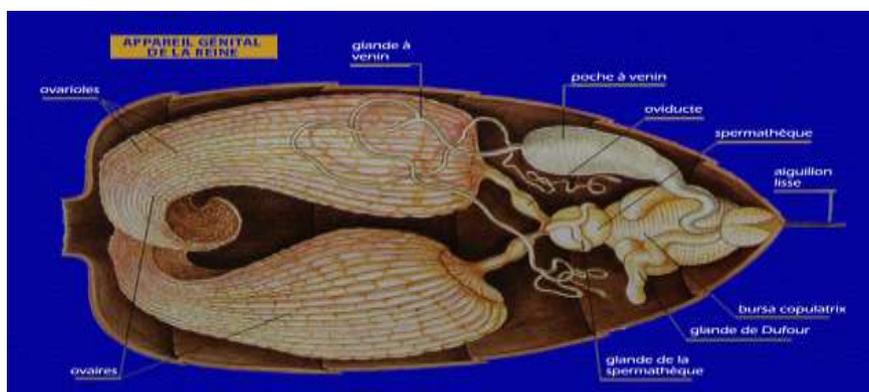


Fig 15 : Appareil génital de la reine (spermathèque)

IV 2- Les ouvrières

L'œuf qui donnera l'ouvrière sera déposé dans une cellule normale. Contrairement à la reine, l'ouvrière mettra 21 jours avant d'émerger de la cellule. Comme la reine, l'œuf éclora au bout de 3 jours, le stade larvaire durera 10 jours, le stade nymphal 8 jours et une ouvrière parfaite émergera 21 jours après la ponte. (fig 16)

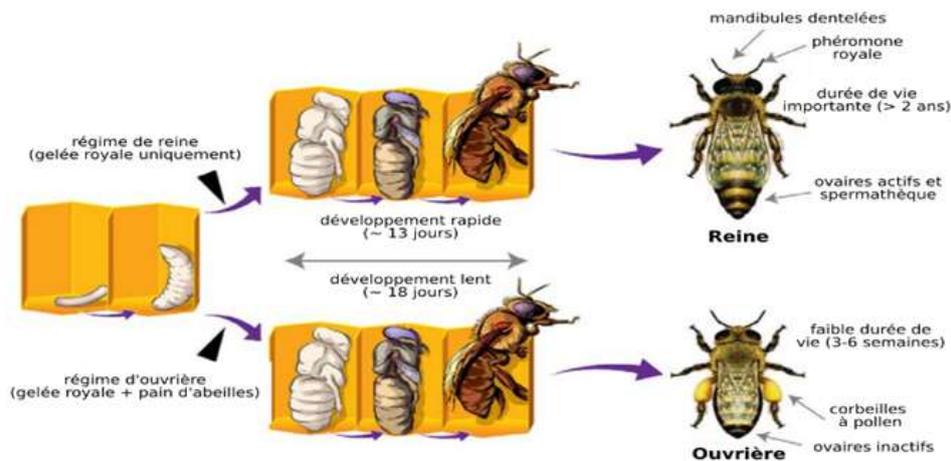


Fig16 : Développement de l'abeille domestique

L'ouvrière est dotée de glandes qui seront plus ou moins développées en fonction de son âge et lui permettront d'effectuer des tâches déterminées :

Elles sont plusieurs dizaines de milliers dans la colonie. Plus petite que la reine, une ouvrière mesure en moyenne 10 à 12 mm de long pour 4 mm de diamètre de thorax. Elle pèse entre 81 et 151 mg.

Deux catégories se succèdent au cours de l'année : les abeilles d'été qui vivent environ quarante jours (entre trois et six semaines) et les abeilles d'hiver qui survivent jusqu'au printemps suivant, soit quatre à cinq mois.

Dès leur naissance, les ouvrières réalisent une série de tâches dont la séquence est une partie intégrante de l'organisation sociale de la colonie.

IV 21- Les nettoyeuses

Une fois la cuticule durcie, l'ouvrière effectue ses premiers travaux de nettoyeuse. Sa tâche consiste à préparer l'alvéole pour la ponte en éliminant les débris (débris de cire, les morceaux de pollen et les fèces laissés par les nymphes écloses) et en polissant les parois avec de la propolis. Après quelques jours de travail, elles participent également à l'évacuation des débris présents au fond de la ruche (opercules de couvain, écailles de cire, cadavres, etc.).

IV 22- Les nourrices : vers six jours, elles assurent l'alimentation des larves. Sur la base de signaux chimiques et mécaniques, elles apprécient l'âge et la caste des larves pour distribuer l'alimentation adéquate. Les glandes impliquées dans cette dernière sont les glandes hypopharyngiennes qui produisent respectivement une sécrétion blanche riche en lipides et une substance riche en protéines. Au bout de trois jours, les nourrices sont capables de nourrir des larves grâce à leurs glandes mandibulaires. Une alvéole fait l'objet de 2 000 à 3 000 visites de la part des nourrices en six à dix jours selon la caste de la larve.(fig 16)



Fig 16 : Les glandes hypopharyngiennes (en bas à droite) et salivaires (en haut à gauche) d'une abeille ouvrière.

Les nourrices vont consommer une grande quantité de pollen pour stimuler leurs glandes et fournir aux larves la quantité nécessaire de nourriture, en groupe, elles élaborent les alvéoles qui remplissent les rayons tandis que les réparations, modifications et operculations des alvéoles se réalisent individuellement.

IV 23- Les bâtisseuses

Quinze jours après l'émergence, les glandes mandibulaires de l'ouvrière sont atrophiées. Au contraire, les glandes cirières sont arrivées à maturité et produisent de petites écailles de cire qui seront mélangées à de la salive par l'abeille maçon et seront employées à la construction de nouvelles alvéoles (**Fig 17**)



Figure 17 : Paillettes de cire produites par les glandes cirières chez l'abeille maçon.

IV 24- Les butineuses:

Au-delà du 20^{ème} jour l'abeille devient une butineuse et récolte nectar et la propolis. Le nectar et la propolis sont récoltés par pompage avec leur langue, et stockés dans le jabot. L'adaptation morphologique de la troisième paire de pattes permet la récolte du pollen. Cette tâche est la plus épuisante et la plus risquée ; ces abeilles vont effectuer au maximum 10 voyages de 3 km par jour.



Les ouvrières dorment principalement la nuit dans des communautés, de temps en temps, une butineuse peut être trouvée endormie sur une fleur dans le champ.



IV 25- Les manutentionnaires : du 11^{ème} au 20^{ème} jour elle travaille à la périphérie du nid à couvain, elle continue à construire les rayons et assure la réception du nectar, les décharge du pollen, de la propolis à l'entrée de la ruche puis confectionnent le miel et stockent le pollen dans des alvéoles. C'est une magasinnière.



IV 26- Gestionnaire

Chez l'abeille gestionnaire les glandes cirières sont atrophiées. Sa tâche est de récupérer le nectar des butineuses par trophallaxie à l'entrée de la ruche, de le régurgiter et de l'ingurgiter à plusieurs reprises dans le but de le déshydrater. Quand le nectar atteint une teneur en eau de 18%, il est stocké dans une alvéole. Il est alors appelé miel. Pour le pollen, c'est la butineuse qui le dépose dans une alvéole et c'est la gestionnaire qui le mélange avec du miel. Elle rajoute des enzymes comme l'invertase, l'amylase, la gluco-oxydase. Produites par les glandes salivaires de l'abeille, elles permettent l'hydrolyse des glucides et une action bactéricide pour une longue conservation du miel et du pollen .

IV 27- Les ventileuses

Leur âge moyen est de dix-huit jours. Elles régulent le microclimat de la colonie (température, hygrométrie, taux de dioxyde de carbone) à une température comprise entre 32°C et 36°C. elles sont aussi capables de la réchauffer en se collant aux cadres et en faisant vibrer leurs muscles thoraciques, ce qui produit de la chaleur.

Dans les parties abritant du couvain, les abeilles ventileuses coordonnent leur travail avec les abeilles porteuses d'eau afin de maintenir une hygrométrie élevée, comprise entre 90 et 95 % d'humidité, en particulier pour l'incubation des oeufs et l'élevage du premier stade larvaire .Au contraire, dans les parties abritant les réserves, les ventileuses diminuent l'hygrométrie pour déshydrater le nectar.

Si la température dépasse 100°F (38°C) ou plus, les abeilles sort de la ruche pour se rafraîchir, Une fois que la température diminue la colonie retourne au travail à l'intérieur du nid

L'eau récoltée par les abeilles est distribué en petites gouttes et en une fine couche sur les surfaces à l'intérieur de la ruche.



IV 28- Les gardiennes et les soldats

Entre 12 et 25 jours, les gardiennes se placent à l'entrée de la ruche et observent les éventuels ennemis de la colonie et vérifient également l'identité des abeilles qui entrent (odeur spécifique à la colonie) pour éviter le pillage en temps de disette . En cas de danger, elles libèrent des phéromones d'alarme alertant les soldats qui interviennent pour chasser l'intrus. Si le danger persiste, elles piquent.



IV3- Les faux-bourçons

Individus mâles, issues des œufs non fécondés. Ils se caractérisent par un corps massif (diamètre thorax de 5,5 mm) et peuvent atteindre 12 à 14 mm de long. Ils pèsent entre 196 et 225 mg.

Ils sont dépourvus de dard, de plaques cirières et du système collecteur de pollen de la troisième paire de pattes.

Ils jouent un rôle principalement dans la reproduction, ce qui aboutit à leur mort et peuvent également participer à la ventilation en cas de forte chaleur, Grâce à un mécanisme musculaire.

Au printemps, durant le vol nuptial, la reine s'accouple avec plusieurs mâles. A la fin, la jeune reine rentre à la ruche et est accueillie par les ouvrières. La présence du « signe d'accouplement : endophallus » du dernier mâle prouve que la nouvelle reine est féconde et qu'elle peut désormais assurer son rôle. Le sperme des mâles est stocké dans une poche appelée spermathèque, et est utilisable pendant toute la durée de la vie de la reine, de trois à cinq ans.

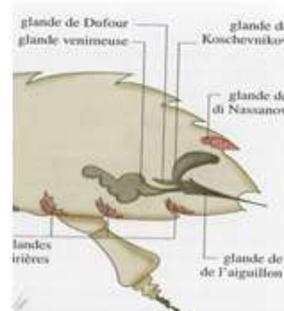
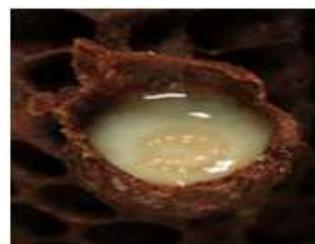
Pendant le printemps, Les faux-bourçons sont seulement acceptés, tandis qu'en automne, ils sont chassés ou tués. Leur durée de vie au stade adulte ne dépasse pas 60 jours et souvent moins en cas d'accouplement



Chapitre V : Produits de la ruche.

Les produits issus de la ruche sont utilisés depuis des millénaires et leurs emplois sont retrouvés dans plusieurs civilisations et croyances. Il est donc nécessaire de faire connaître l'importance de ce petit insecte et les produits dérivés de la ruche.

Certains composants sont utilisés dans la vie courante, notamment en alimentation (le miel), en médecine (l'Apithérapie), en pharmaceutique (le pollen, la propolis, la gelée royale, le miel et aussi le venin), en médecine vétérinaire ou encore en cosmétique.



V 1- Le miel

V11) Production

L'annexe I du décret ministériel du 30 juin 2003, reprenant la Directive Européenne du 20 Décembre 2001, définit le miel comme « la substance sucrée naturellement produite par les abeilles de l'espèce *Apis mellifera* à partir du nectar des plantes ou des sécrétions provenant de parties vivantes des plantes ou des excréments laissés sur elles par des insectes suceurs qu'elles butinent, transforment, en les combinant avec des matières spécifiques propres, déposent, déshydratent, entreposent et laissent mûrir dans les rayons de la ruche ».

Le miel constitue la réserve énergétique de la ruche. On peut évaluer la consommation en miel d'une abeille à 120-170 mg par jour, sachant qu'il peut y avoir jusqu'à 200 000 naissances par an dans une colonie bien nourrie, cela correspond à une consommation annuelle de 30-40 kg de miel. L'apiculteur prélève le surplus que les abeilles ont emmagasiné ; s'il ne laisse pas suffisamment de réserves à la colonie, il devra la nourrir pendant l'hiver. La production française annuelle de miel s'élève à 25 000 tonnes dont plus de 14 000 produites par les apiculteurs professionnels.

a- Miel de nectar :

Le nectar, sécrété par les nectaires des fleurs, a pour fonction d'attirer les insectes pollinisateurs ; sa production dépend grandement des conditions météorologiques. C'est une substance sucrée (glucose, fructose, saccharose, teneur en sucre très variable, de 10 à 70 %), souvent odorante et riche en sels minéraux. Il peut contenir jusqu'à 80 % d'eau ; on y trouve également des traces d'acides aminés, de vitamines, d'hormones végétales et de pigments.

Le nectar est aspiré par la butineuse à l'aide de sa trompe, puis emmagasiné dans son jabot et régurgité dans la ruche à une seconde ouvrière qui va le faire transiter à plusieurs reprises entre sa bouche et son jabot. La teneur en eau diminue et les polysaccharides du nectar sont modifiés sous l'action d'enzymes contenues dans les sécrétions des glandes salivaires (saccharase (appelée également invertase), amylase a et b, gluco-oxydase, phosphatases...). Plus le nectar est concentré au départ, moins il est travaillé et moins il se charge en enzymes.

Le nectar ainsi modifié est déposé dans une cellule de cire, où il subit une concentration par évaporation, jusqu'à ce que son humidité se réduise à un niveau allant entre 17 et 19 %. Dès que le miel est parvenu à maturité, il est operculé, ce qui empêche une réhydratation due au pouvoir hygroscopique du miel.

Chaque voyage permet de rapporter environ 40 mg de nectar. Plus d'un million de fleurs sont visitées pour faire 1 kilo de miel (environ 50 000 vols). On admet que tout ce qui se situe dans un rayon de 3 km autour de la ruche est exploitable ; au-delà, la durée du vol et l'énergie dépensée sont trop importantes

b- Miel de miellat

Le miellat est récolté et transformé de la même façon mais le nectar est remplacé par l'excrétion sucrée, rejetée par certains insectes parasites de plantes. Le produit final se distingue du miel par sa consistance plus poisseuse de couleur ambre foncé et sa forte teneur en acides aminés et en oligoéléments.

Contrairement aux nectars, les miellats ne sont avantageux ni pour la plante qui les produit, ni pour l'abeille qui les récolte. Ce parasitisme peut être très nuisible pour les végétaux. La présence de nombreux éléments indigestes pour les abeilles (dont certains sucres polyholosides) abrègent la durée de vie des abeilles d'hiver, dans le système digestif desquelles les résidus s'accumulent .

La forte teneur en minéraux entraîne une conductivité électrique supérieure à celle du miel et la composition en sucre des miels de miellat (sucres très typiques comme le mélézitose, sucre très peu soluble qui rend le miel de miellat très visqueux et difficile à extraire et le tréhalose produit par l'insecte) modifie le pouvoir rotatoire spécifique qui de lévogyre pour le miel devient dextrogyre 2.

En France, les principales ressources de miellats sont les forêts de résineux et de chênes. Tous les résineux ont leurs parasites, sapin (*Abies pectinata*), épicéas (*Picea*), pins (*Pinus*), mélèzes (*Larix*), cèdres (*Cedrus*) ; souvent des pucerons de l'espèce *Cinara* (chaque espèce de conifère a son *Cinara* spécifique). On peut également citer *Physokermes piceae*, cochenille parasite de l'épicéa (*Picea*), qui produit du miellat en abondance. Le chêne (*Quercus*) est parasité par un puceron, *Lachnus roboris*, son miel de miellat est brun foncé ..

Metcalfa pruinosa est une cicadelle originaire d'Amérique du Sud. Elle a progressivement envahi, à partir de l'Italie, la forêt méditerranéenne et remonte dans la vallée du Rhône où elle menace les cultures arboricoles. Son miellat est récolté par les abeilles et donne un miel très particulier 2.

Certains arbres produisent à la fois du nectar et des miellats, tels tilleuls (*Tilia sp.*), érables (*Acer sp.*) et châtaigniers (*Castanea vulgaris*). Plus ou moins selon les années, les miels issus de ces arbres combinent donc les deux origines avec une variabilité assez importante dans la couleur la physico-chimie, les caractéristiques sensorielles...

V12) Composition

Le miel est un assemblage de différents sucres, principalement fructose et glucose. (Tableau 1)

L'origine végétale du nectar détermine grandement la teneur finale du miel. Certains nectars ont une teneur en saccharose prédominante alors que chez d'autres les sucres simples prédominent (avec un

rapport Fructose/Glucose pouvant aller jusqu'à 28). Un diholoside, le turanose, peut être utilisé comme marqueur des miels (liaison entre une molécule de glucose et une molécule de fructose différente de celle du saccharose).

La teneur maximale du miel en saccharose est précisée dans le décret du 30 Juin 2003, du miel.

La teneur en minéraux (calcium, magnésium, phosphore et fer) et oligo-éléments, comme la composition en substances aromatiques, varie considérablement selon l'origine géobotanique. On a dénombré **plus de cinquante substances aromatiques**, des plus connues comme le colza (*Brassica napus*), le tilleul (*Tilia*) ou la lavande (*Lavendula sp.*) jusqu'aux plus rares comme l'abricotier (*Prunus armeniaca*), le caféier (*Coffea arabica*), le citronnier (*Citrus limon*).

Le miel est habituellement de saveur sucrée ; il peut également être amer (arbousier (*Hippophae rhamnoides*)). Son pH varie entre 3,9 et 4,5. Composé préalablement digéré par les abeilles, le miel est rapidement assimilé. Il possède une très grande valeur énergétique puisque 100 g de miel fournissent 1389 kJ (326,4 kcal). elle est fixée à 5 % avec des exceptions pour certains miels qui sont naturellement plus riches (jusqu'à 10 % dans le miel de robinier faux acacia (*Robinia pseudoacacia*), 15 % dans le miel de lavande (*Lavendula*)).

Il contient aussi, en moindre quantité, des substances azotées ; la proline est l'acide aminé le plus important du miel. Parmi ces substances, on trouve également des enzymes ; la concentration en amylase (qui n'intervient pas dans l'hydrolyse du saccharose) est utilisée comme indice de la teneur en enzymes d'un miel.

La couleur du miel, du blanc (sainfoin) au verdâtre (conifère), est due aux pigments (caroténoïdes et flavonoïdes) qu'il contient ; elle varie selon l'origine géographique et florale

Tableau 1. Composition moyenne d'un échantillon de miel.

17-18 % d'eau	
75 % de sucres	dont environ 60 % de sucres simples glucose : 31 % fructose : 25 %
	7 % de disaccharides maltose : 6 % saccharose : 1 %
	1 à 5 % de polysaccharides
	moins de 3 % d'autres sucres
7 % de protéines	Enzymes, albumine (1 %)
Sels minéraux (dans 1 kilo)	205 à 1676 mg de potassium 50 mg de calcium 40 mg de phosphore 2,4 à 9,4 mg de fer
Oligo-éléments	Dont cobalt
Vitamines	Bêta-carotène
Grains de pollen	Acides aminés, pigments (caroténoïdes et flavonoïdes)
Substances aromatiques	Polyphénols, BHA (butylhydroxyanisol, antioxydant)
Facteurs antibiotiques	
Levures et ferments	

Certaines espèces végétales butinées permettent la récolte de miels monofloraux (de tilleul (*Tilia*), d'acacia (*Robinia pseudoacacia*), de lavande (*Lavendula*), de pissenlit (*Taraxacum officinale*).... Les **miels monofloraux** sont caractérisés par la **dominante d'une espèce de plante** (à 100 - 70 % pour

pouvoir être commercialisé sous le titre de miel monofloral), ce qui détermine des caractéristiques précises quant à leur goût et à leur aspect, ainsi que certaines propriétés.

Une flore variée permet l'obtention de miels multif floraux, « miel toutes fleurs » ou « miel mille fleurs », qui diffèrent selon leur région d'origine ; leur saveur variant au gré de la flore butinée et des aléas climatiques.

V13) Utilisations faites par l'homme

Le miel était déjà apprécié par les Romains qui l'utilisaient aussi bien comme aliment que comme ingrédient médical et cosmétologique 2. Dès 2 700 avant J.C. les Mésopotamiens se servaient du miel comme médicament. HIPPOCRATE, « père de la médecine », le conseillait dans le traitement de nombreuses affections.

a) En médecines

Les propriétés médicinales du miel varient selon les nectars recueillis par les abeilles, puisque son activité a deux sources : animale (salive) et végétale (nectar). On observera ces différentes propriétés dans le miel.

Le miel est émollient, fébrifuge, laxatif, hypotenseur, cardio et hépatoprotecteur, sédatif et cicatrisant ; il réduit l'acidité gastrique dans les cas d'ulcères et soulage la toux. Son utilisation dans le domaine de la santé fait l'objet depuis quelques années de recherches approfondies.

Le pouvoir laxatif doux du miel repose sur sa forte concentration en fructose, ce sucre provoquant un appel d'eau osmotique dans la lumière intestinale.

L'action cardiotonique du miel est due à une substance sécrétée par l'abeille ; de plus la présence d'un facteur cholinergique (acétylcholine) aurait une fonction de ralentissement et de régularisation du rythme cardiaque .

L'action énergétique du miel favorise la multiplication cellulaire et améliore l'aspect des tissus cicatriciels, elle procure un gain de 30 à 50 % sur le temps de guérison.

b) En cuisine

Le miel a longtemps été la principale source de sucre (le raffinage de la canne à sucre ne s'implanta qu'au XVIe siècle) et était également utilisé pour la fabrication d'hydromel et de liqueurs diverses. Il tomba en désuétude au Moyen-Age et plus encore à partir de l'implantation au XVIe siècle du raffinage de la canne à sucre en Europe puis de la betterave sucrière.

Le miel est un excellent « compagnon de cuisine ». Il remplace utilement le sucre : son pouvoir sucrant étant supérieur, la quantité indiquée pour le sucre peut être diminuée d'un bon quart. Il se marie à beaucoup d'épices (gingembre, cannelle, poivre, anis vert...). Il peut servir à accommoder nombre de plats, de l'entrée au dessert. Il faut néanmoins garder à l'esprit qu'au-delà de 40°C certaines enzymes et vitamines sont détruites.

Le miel est distillé pour la fabrication d'hydromel et sa fermentation acétique permet la fabrication de vinaigre de miel, aux qualités gastronomiques et nutritionnelles remarquées

V 2- Le pollen

Contrairement au miel qui est un produit transformé, le pollen, unique source protéique de l'alimentation des abeilles, est récolté à la fin de l'hiver et au printemps par les abeilles ; le choix du pollen par les butineuses variant fortement en fonction de l'origine géographique de la colonie. Il se présente sous la forme d'une fine poussière généralement jaunâtre mais quelques fois blanche, rouge, rose, violette, verte, marron ou noire.

Pour récolter le pollen, les abeilles butineuses sortent de la ruche surtout le matin, avant 10-11 h. Leur vol de récolte dure de 3 à 15 min. Elles mordillent avec leurs mandibules les anthères de la fleur et engluent les grains de salive, de nectar ou de miel

Les 10 ou 20 mg de pollen récolté à chaque voyage (2 à 3 kg de pollen par mois et par ruche) sont ramenés à la ruche, déposés dans une alvéole où une jeune ouvrière comprime le pollen avec sa tête en y insérant une fine couche de propolis. La cellule est ensuite operculée, ce qui empêche tout échange gazeux. En quelques jours de fermentation anaérobie, le pollen perd son pouvoir germinatif. La consommation annuelle de la ruche peut être évaluée à 14-18 kg ; d'autres auteurs l'estiment à 35-40 kg/an, soit autant de pollen que de miel.

V 21- Le mécanisme de confection des pelotes.

- * Les grains sont piégés dans les poils du corps de l'abeille et collectés par les mandibules.
- * Les pattes antérieures rassemblent le pollen accumulé sur la partie antérieure du corps.
- * Ce pollen est repris par les pattes médianes qui nettoient également le pollen piégé sur le thorax et l'abdomen.
- * Ce pollen est ramené aux corbeilles directement ou via la brosse des pattes postérieures (figure 13).
 - Une patte médiane passe entre les tarsi des pattes postérieures qui retiennent le pollen grâce à leur peigne.
 - Le pollen est enfin rassemblé par le peigne de la patte postérieure opposée et tassé en pelote dans la corbeille. Chaque pelote est composée de 100.000 à 5.000.000 de grains et peut peser entre 4 et 10 mg, soit un chargement de 8 à 20 mg, résultat de la visite de 80 fleurs en moyenne. L'aspect des pelotes varie d'une espèce à l'autre.

Pour récolter du pollen pour l'utilisation humaine, les apiculteurs utilisent des trappes à pollen posées à l'entrée de la ruche, dont la taille des mailles doit permettre de recueillir 70 % du pollen apporté. Les pelotes qui se détachent tombent dans un tiroir. La récolte doit être quotidienne car le pollen frais a une durée de vie très courte et se dégrade rapidement (prise d'humidité, fermentations). Le pollen est disposé sur des claies, puis immédiatement **congelé** ou **séché** pendant une dizaine d'heures au moyen d'un courant d'air chaud et sec. Séché et désinfecté au chlorure de carbone, il peut se conserver longtemps.

La récolte de pollen est ajustée aux besoins de la colonie. Sur une année un apiculteur scrupuleux, laissant aux abeilles assez de nourriture, pourra récolter entre 2 et 4 kg par ruche, soit environ 10 % de la récolte totale. On peut également consommer le pollen déposé par les abeilles dans les alvéoles, on parle de « **pain d'abeille** », qui contient en plus des sécrétions apiaires

V 22) Composition

Les pollens sont spécifiques de la région dont sont issues les plantes qui les produisent. Les caractéristiques géographiques et pédologiques affectent les particularités des plantes.

Le pollen est très riche en protéines ; 100 g de pollen apportent autant de protéines que 7 œufs ou 400 g de viande de bœuf. Sa richesse en acides aminés est quantitative mais également qualitative.

Il est également très riche en minéraux. (Tableau2)

V 23) Utilisations faites par l'homme

Le pollen est utilisé comme complément alimentaire fortifiant. Par leur teneur en vitamines B et E, en phospholipides, en flavonoïdes et en acide glutamique (acide aminé capable de traverser la barrière hémato-encéphalique et de stimuler l'activité des neurones), le pollen et le pain d'abeille exercent une action sur le processus de vieillissement généralement à l'origine de **pertes de mémoire**. Le pollen est le composé alimentaire le plus riche en Sélénium (anti-oxydant). Le pollen contribue à restaurer une bonne circulation chorio-rétinienne et est utilisé dans le traitement de **certaines rétinopathies** et pour combattre les fatigues visuelles.

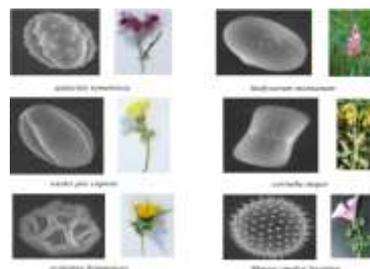
A part le marché très spécifique de l'alimentation des bourdons utilisés en pollinisation de serres (relativement rare en France), le pollen est également intéressant pour l'**alimentation animale**. Il favorise la croissance des jeunes, limite le recours aux antibiotiques et abaisse la mortalité.

Il est utilisé avec succès en **pisciculture** où en plus de fournir des nutriments essentiels, ses caroténoïdes contribuent à affermir la coloration des crevettes et écrevisses.

Son efficacité a été démontré sur les **oiseaux** en captivité (mais certains sont incapables de digérer le pollen) ; le poulet répond bien à un tel complément alimentaire. **Porcelets** et **jeunes bovins** voient de même la qualité de leur engraissement amélioré.

. **Tableau 2.**Composition moyenne du pollen récolté par l'abeille domestique

27 % de glucides	
20 % de protides	21 acides aminés connus
	Tous les acides aminés essentiels en proportions intéressantes :
	Leucine 9,06 %
	Lysine 7,70 %
	Isoleucine 7,00 %
	Valine 6,91 %
	Phénylalanine 5,94 %
	Thréonine 5,28 %
Méthionine 1,17 %	
Tryptophane moins de 1%	
18 % de substances cellulosiques	
15-18 % d'eau	
5 % de lipides	
5 % de minéraux	
Vitamines	vitamine A (retinol)
	vitamine B1 (thiamine)
	vitamine B2 (riboflavine)
	vitamine B3/PP (nicotinamide)
	vitamine B5 (acide pantothénique)
	vitamine B6 (pyridoxine)
	vitamine C (acide ascorbique)
vitamine E (tocopherol)	
Oligo-éléments	
Une hormone de croissance	
Des substances antibiotiques	
3 % de composants divers non encore identifiés.	



V 3- La propolis

V 31) Production

La propolis désigne toute une série de substances résineuses, gommeuses et balsamiques, de consistance visqueuse, recueillies par les abeilles sur certaines parties de végétaux (essentiellement les bourgeons et les écorces de certains arbres), substances qu'elles rapportent à la ruche et qu'elles modifient vraisemblablement en partie par l'apport de certaines de leurs propres sécrétions (cire et sécrétions salivaires principalement).

Etymologiquement, « *pro* » (devant) et « *polis* » (cité) veut dire « devant la cité » ou « protège la cité ». Son nom résume bien à lui seul les propriétés et les rôles de cette substance d'origine à la fois végétale et animale. Bien que la composition soit relativement différente selon l'origine géobotanique, l'activité des diverses propolis reste commune. Deux théories avaient été énoncées quant à l'origine précise de la propolis. Certains auteurs pensaient que des variétés de propolis étaient obtenues à partir du pollen accumulé provisoirement dans les intestins de l'abeille.

Sa couleur dépend de la plante dont elle est issue, jaune, rougeâtre, cendrée ou verdâtre. Les butineuses la ramènent ensuite dans leur paniers à pollen et la mélangeant à de la cire, la rendent plus molle et plus malléable. Une colonie suffisamment peuplée récolte en moyenne 200 grammes de propolis par an.

Le rôle de la propolis dans la ruche est double : par ses propriétés mécaniques (mastic) et par ses propriétés chimiques (bactériostatique, bactéricide, fongicide, antiseptique). Les résines aromatiques deviennent plus foncées et plus dures en vieillissant. Les abeilles utilisent la propolis dans la ruche comme **mastic**, pour réduire la taille d'une entrée par exemple. Elle sert aussi à embaumer les prédateurs trop volumineux pour être évacué de la ruche. Ses propriétés antiseptiques assurent un environnement sain, les parois des cellules en sont badigeonnées après chaque éclosion.

Pour l'usage thérapeutique on la trouve sous forme de teinture officinale (dilution à 25 % de propolis pure dans une solution d'alcool à 70°). La lyophilisation permet une durée de conservation quasi illimitée.

V 32) Composition

La propolis est un mélange de résines et de cires végétales, auquel l'abeille a ajouté sa propre cire. On a pu identifier jusqu'à 150 constituants différents dont la vitamine A et les vitamines B 2. (Tableau3)

Tableau 3 .Composition moyenne de la propolis récoltée par l'abeille domestique.

50-55 % de résines aromatiques
30-40 % de cire
5 à 10 % d'huiles essentielles
5 % de pollen
Vitamines
5 % de matières diverses, organiques et minérales (fibres végétales, petits fragments d'abeille, poussière...)

V 33) Utilisations faites par l'homme

Dans l'antiquité, les Grecs l'utilisaient pour fabriquer des pommades et les Egyptiens pour la momification. En France, elle apparaît pour la première fois au XVIe siècle dans les écrits d'A. PARE. Un mélange propolis/vaseline servait à l'asepsie des plaies pendant la guerre des Boers de 1899 à 1902

Cette résine naturelle a été employée depuis des siècles pour la fabrication de vernis brillant, dont les propriétés physiques varient à l'extrême selon l'origine de la propolis. Elle peut également servir à préparer du mastic pour greffes, des adhésifs, à faire briller les meubles en la mélangeant à de l'huile de lin.

La propolis peut être utilisée telle quelle ou en solution alcoolique (qui permet à la fois de la dissoudre et de la débarrasser de ses impuretés) 2.

La propolis est un antibiotique naturel ; elle présente des **propriétés bactéricide, fongicide, acaricides et anti-oxydante**. Quarante huit composés ont été identifiés par chromatographie gazeuse et spectrométrie de masse. Des préparations éthanoliques d'extrait de propolis montrent une haute activité anti-bactérienne contre les coques **Gram-positif** (*Staphylococcus aureus*) mais son activité est faible contre les bactéries Gram-négative (*Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*) et les levures (*Candida albicans*).



V 4- La gelée royale

La gelée royale d'*Apis mellifera* est une substance naturelle hautement active et probablement l'une des plus intéressantes des produits naturels.

V 41-Production

La gelée royale est constituée de 2 phases : la blanche et la claire très acide, sécrétée par les glandes hypopharyngiennes, mandibulaires et post-cérébrales des jeunes abeilles dites "nourrices", âgées de 5 à 14 jours, destinée aux larves de futures reines

Les larves de futures reines sont celles recevant le plus de phase blanche. Le premier jour, elles reçoivent 50% de phase blanche contre 20% pour les larves d'ouvrières. Ensuite, la proportion de phase blanche diminue légèrement pour les larves royales et fortement pour les autres. Des fluctuations existent aussi en fonction des saisons.

La gelée royale joue un rôle clef dans la reproduction, la croissance, l'immunité et l'organisation sociale des abeilles. Une ruche produit chaque année quelques centaines de grammes de gelée royale, destinée à la consommation des larves et de la reine, la production est stimulée par une alimentation riche en pollen.

Un apiculteur doit organiser un élevage de reines pour aspirer dans chaque cupule les 200 mg de gelée royale dans lesquelles baignent la larve (jusqu'à 250 ou 300 mg). Le rendement peut atteindre 5 à 7 kg annuels par ruche

La gelée royale fraîche doit être conservée au froid (entre 2 et 5°C) dans des pots en verre protégés de la lumière ; on peut également la trouver lyophilisée, sa conservation ne demande alors aucune précaution particulière

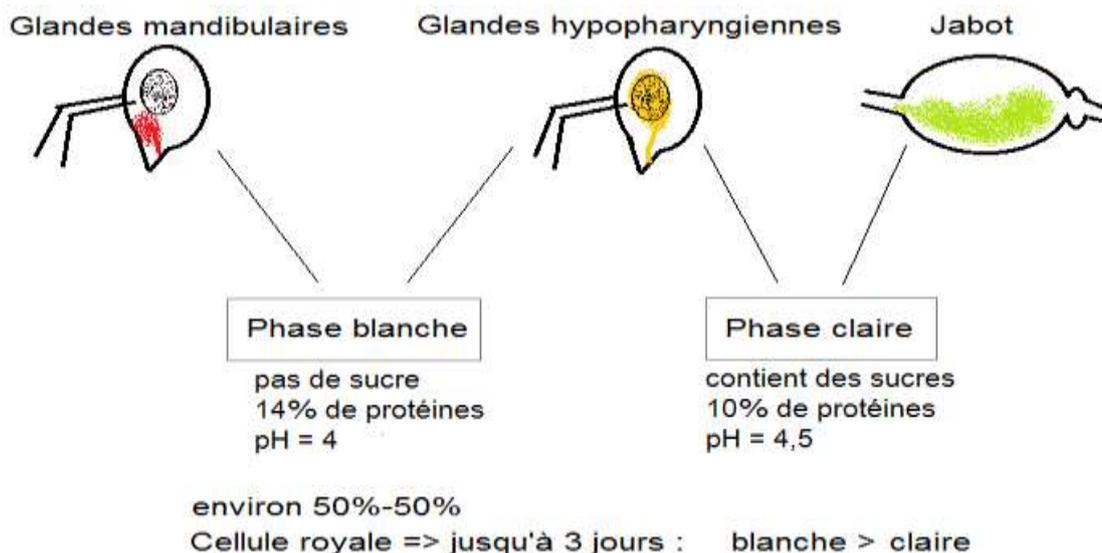


Fig Constitution et production de la gelée royale

V 42- Composition

Les différences entre les gélées sont beaucoup moins marquées que pour le miel.

- L'eau représente près de 70% du poids total
- Le goût très acide de la gelée royale est dû à son pH avoisinant les 3-4. On retrouve les trois grands groupes de nutriments à savoir les glucides, lipides et protides dont la gelée royale est très riche qualitativement
- **4 peptides aux propriétés antibactériennes** présents dans la gelée royale. Ces peptides, nommés Jelleines I, II, III et IV, sont sécrétés par les ouvrières et ne présentent aucune similitude avec les autres peptides anti-microbiens trouvés chez les abeilles. Les Jelleines I-III présentent une activité contre les levures et les bactéries Gram positif et négatif.
- Elle contient un acide gras aux propriétés antifongiques, antibactériennes et antigerminalives : l'acide hydroxy 10 décène 2 ioïque .
- Elle contient des vitamines (B1, B2, B3, B5, B6, B8, B12), de l'inositol, de l'acide folique, des acides aminés, un principe hyperglycémiant³³ et des antibiotiques.
- Ils ont mis en évidence une variation des concentrations : entre 2 300 et 3 600 mg/kg pour le potassium (teneur moyenne de 2 920 mg/kg), 270 et 500 mg/kg pour le magnésium (391 mg/kg), 110 et 170 mg/kg pour le sodium (131 mg/kg), 80 et 180 mg/kg pour le calcium (136 mg/kg) et entre 16 et 30 mg/kg pour le zinc (22 mg/kg) .
- On y trouve de l'**acétylcholine** (jusqu'à 1 mg/g) dont les propriétés vasodilatatrices rendent intéressant l'utilisation de gelée royale dans le traitement des troubles circulatoires.
- Elle contient également un **constituant peptidique de type insuline-like** .

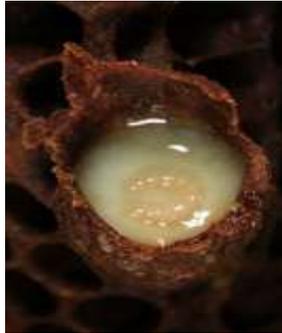
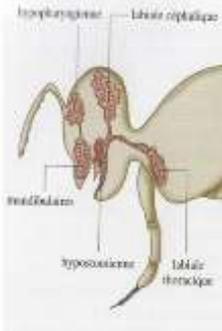
V 43)-Utilisations faites par l'homme

L'activité de la gelée royale sur la prévention des troubles trophiques cérébraux et sur le fonctionnement des connexions nerveuses a beaucoup été étudiée.

Elle possède des constituants, doués de propriétés érythropoïétiques, granulopoïétiques et thrombopoïétique .

Des études expérimentales attestent de l'influence positive de la gelée royale sur l'artériosclérose (régression progressive de la plaque d'athérome) .

La pulvérisation de gelée royale est utilisée dans le traitement des affections chroniques des voies respiratoires supérieures. En ophtalmologie, elle contribue au traitement des kératites et des ulcères de la cornée.



V 5- le venin

L'abeille n'est généralement pas agressive : elle ne pique que lorsqu'elle se sent menacée.

Selon l'individu, la réponse de l'organisme au venin d'abeille va de la simple douleur avec un petit œdème local, à la réaction allergique plus ou moins sérieuse, jusqu'au choc anaphylactique, parfois mortel . La première description d'un choc anaphylactique date de 2000 ans avant J.-C. sur des hiéroglyphes égyptiens.

La réaction immunitaire face au venin d'abeille se décompose en 3 étapes :

- l'injection de venin entraîne la production d'IgE par les lymphocytes ;
- les IgE se fixent sur les mastocytes ;
- lors d'un second contact, l'antigène se fixe aux IgE, entraînant la dégranulation des mastocytes, d'où libération d'histamine.

Une réaction allergique sera observée s'il y a une quantité importante de mastocytes et d'IgE. Les IgG ont quant à elle un rôle bloquant. Seulement 0,7 % de la population présente une véritable allergie au venin d'abeille et 1 % de ce pourcentage court un risque de choc mortel .

V 51) Production

Le venin est un liquide incolore, sécrété par deux glandes, l'une acide, l'autre alcaline relié à l'appareil vulnérant de l'abeille, situé entre le cinquième et le sixième segment abdominal.

Bien que la reine soit également équipée d'un appareil vulnérant, celui-ci n'est utilisé que contre les autres reines. Son venin est deux fois moins actif que celui des ouvrières et perd en activité au fur et à mesure que la reine vieillit.

Pour injecter du venin à but thérapeutique, on peut utiliser les abeilles vivantes ; on parle alors d'apipuncture. On peut aussi récolter du venin. Pour cela, une technique consiste à faire passer un courant électrique de 20 à 30 volts dans un fin treillis de caoutchouc sur l'aire d'envol. Cette stimulation entraîne une piqûre réflexe sans perte du dard, les autres abeilles excitées se mettent à leur tour à piquer la membrane. En 1 à 2 heures sur vingt colonies, on peut ainsi récolter 1 g de venin séché sur une plaque de verre placée sous la membrane, soit l'équivalent de 10 000 piqûres, mais non sans perturber la colonie 2. On peut récolter 1 g de venin par kg d'abeille.

V 52) Composition

Le venin d'abeille est un mélange très complexe. Constitué à 85 % d'eau, il contient de la mellitine, des phospholipases, de l'histamine, une lysolécithine, de l'apamine et deux enzymes protéolytiques, semblables à celles que contient le venin de certains serpents. Il contient également des glucides et des composés volatils.

L'apamine est responsable localement d'un oedème et d'un prurit et peut être à l'origine de crampes, d'une hémolyse et de convulsions.

Les peptides les plus abondants dans le venin d'abeille sont la **mellitine** et la **phospholipase A2** (la plus toxique lors d'essais réalisés sur des souris), et ce sont eux qui supportent l'activité du venin, sans synergie observée.

Comme le venin de nombreux arthropodes, le venin d'abeille contient de l'**acide citrique** en quantité importante (9 %). Son rôle fait l'objet de controverses : est-il un inhibiteur endogène d'enzymes dépendantes d'ions divalents (telle les phospholipases) ou a-t-il également un effet direct dans l'activité du venin ?

V 53) Utilisations faites par l'homme

Le venin d'abeille a des vertus antiseptiques ; il s'oppose au développement bactérien lorsqu'il est inoculé². Il est utilisé en pharmacie pour ses **propriétés vasodilatatrices** (notamment au niveau des capillaires cérébraux), **anticoagulantes**, **cardiotoniques** et **révulsives** ; c'est également un agent immunologiquement actif, il bloque l'influx nerveux, stimule l'activité de l'axe hypothalamo-surrénal et la production de cortisol. Il entre dans la composition de produits contre l'arthrose, les polyarthrites aiguë et suraiguë, les douleurs rhumatismales, les myalgies, les myosites, les névralgies, névrites, sciatiques, migraines, inflammations chroniques des tissus mous et osseux, les troubles cardiaques et les allergies. Le venin soulage les douleurs chroniques d'origines orthopédiques ou rhumatologiques chez les deux tiers des sujets traités.

L'utilisation de venin donne des résultats très prometteurs dans le traitement de la **sclérose en plaques**. D'après T. CHERBULIEZ et R. DOMEREGO², C. MRAZ a développé cette technique aux Etats-Unis, où entre 30 000 et 40 000 personnes se font traiter chaque année par apipuncture, « Bee Venom Therapy » (Thérapie par le venin d'abeille).

La désensibilisation au venin d'abeille est moins efficace que celle au venin de guêpe (85-90 % de réussite contre > 90 %) et dans 10 à 30 % des cas la désensibilisation n'est que temporaire (quelques années).

V 6- La cire

V 61) Production

La cire est produite par les glandes cirières des ouvrières, seules celles âgées de 12 à 18 jours possèdent les glandes sécrétrices nécessaires entre les plaques chitineuses des segments 3 à 7 de leur abdomen.

C'est une substance grasse (acides gras et alcool) qui se solidifie sous la forme de fines lamelles blanches, quasi transparentes. Chaque lamelle (d'un peu moins d'un milligramme) est malaxée et mêlée aux sécrétions salivaires avant d'être utilisée. La couleur jaune associée à la cire est donnée par les substances (pollen, miel, propolis) qui lui sont incorporés². La composition de la cire est stable : elle dépend peu de la région et de la variété d'abeille.

La cire sert de matériau de structure dans la fabrication des rayons. Il faut 7-10 kg de miel et 80 000 heures de travail pour fabriquer 1 kg de cire (ce qui représente 100 000 alvéoles sur dix cadres, soit la quantité de cire dans un corps de ruche). On comprend donc que l'apiculteur considère souvent la cire comme un gaspillage d'énergie et fournit à ses abeilles des rayons préfabriqués (feuilles de cire gaufrée) qui guident la construction des rayons et épargnent la fabrication d'une quantité appréciable de cire et leur permettent de se concentrer sur la fabrication de miel.

Dans l'apiculture moderne, la cire récoltée provient des opercules qui fermaient les alvéoles de miel et la refonte des rayons usagés ou brisés durant les manipulations. Mais ce travail de récupération ne permet de récupérer que 10 à 20 % du poids du rayon recyclé soit entre 12 et 24 g par cadre.

V 62) Composition

La cire est un mélange complexe de plus de trois cents composants ; elle contient **92- 95 % de cire pure**, mélangée à du pollen et à de la propolis.

La chromatographie en phase gazeuse couplée à une détection spectrométrique a permis d'étudier sa composition complexe. La cire contient pour plus des deux tiers des esters et pour moins d'un tiers des hydrocarbures (saturés et insaturés), des acides gras insaturés libres, des alcools, plusieurs hydroxyacides et des substances colorantes ; 6 % de substances diverses sont encore indéterminées.

3) Utilisations faites par l'homme

Très prisée dans l'antiquité, la cire était utilisée en médecine pour le traitement des plaies et des brûlures ; elle servait également à sceller les récipients contenant des aliments et à la fabrication de statuettes (antiquité égyptienne). La technique de la cire, répandue dans de nombreuses civilisations et perdue aujourd'hui, est à l'origine de chefs d'oeuvre en bronze .

La cire était utilisée pour faire des cierges de qualité ; elle a longtemps été indispensable à la réalisation des cierges des églises et des bougies de luxe comparées à celles réalisées à partir de suif. On en enduisait les cordes pour empêcher leur dégradation et leur pourriture à l'humidité ; on en vernissait le marbre dont la cire augmente l'éclat et ravive la couleur. Elle était également utilisée par les Grecs et les Romains comme support d'écriture .

La cire est encore aujourd'hui utilisée pour réaliser des bougies odorantes. Elle sert également au traitement des bois et des cuirs, ainsi qu'en médecine, aéronautique et parfumerie. Ses indications en cosmétologie sont nombreuses ; ses propriétés cicatrisantes et anti-inflammatoires la rendent utile dans le traitement d'abcès, brûlure, escarres, plaies...

Les laboratoires STEUART commercialisent depuis 1985 un produit appelé "Miracle Heal". Il est composé d'une base de cire d'abeilles et de lanoline. Il est indiqué pour être appliqué sur les **blessures** de la peau des chevaux. Il est efficace pour traiter les blessures qui cicatrisent lentement et les autres petites affections cutanées en médecine humaine.



V 7.Larves

Même si c'est un produit de la ruche peu connu des Européens, la consommation de larves est fréquente aux Etats-Unis, au Canada et au Japon, où le couvain est très apprécié pour ses **qualités nutritionnelles** et sa **richesse en vitamines A et D**.

Les larves sont triturées de manière à obtenir un produit homogène et fluide qui est ensuite lyophilisé avant sa préparation en capsules, dragées ou comprimés.

En **cuisine**, les larves sont conservées dans la saumure, fumées, préparées en friture, flambées à l'alcool... Elles peuvent également être consommées fraîches, leur saveur rappelant celle des noix ou du pop corn.

L'homme a observé les bienfaits qu'il tirait des produits de la ruche. La recherche confirme ces activités et en explique les mécanismes. La ruche apparaît comme une véritable pharmacie ; dont les produits servent à l'apithérapie, littéralement : « se soigner par les abeilles ».

Chapitre VI : Les maladies des abeilles et leur traitement.

Dans cette partie, on s'intéresse aux maladies les plus dangereuses qui touchent les abeilles adultes et le couvain. Il s'agit de présenter l'agent causal, les principaux symptômes et les facteurs de propagation. Ensuite on conclue avec les moyens de préventions et les traitements disponibles.

VI 1- Maladies des abeilles adultes

V.I.1.1.- L'acariose

C'est en 1921, en Angleterre, que cette maladie fut identifiée pour la première fois. L'acariose est une maladie parasitaire contagieuse de l'appareil respiratoire de l'abeille adulte. Elle est causée par un acarien microscopique *Acarapis woodi*. C'est un arthropode de la classe des Arachnides, de l'ordre des Acariens, de la famille des Tarsonémidés. Le mâle mesure de 96 à 102 μm de long par 60 à 63 μm de large et la femelle mesure de 123 à 180 μm par 76-100 μm (Fig. 4). Les oeufs sont très gros: ils mesurent de 110 à 128 μm par 54 à 67 μm .

V.I.1.1.1.-Etiologie

Acarapis woodi infeste les trois castes des abeilles : les ouvrières, les faux bourdons et les reines. Cet acarien est un parasite interne qui vit, se nourrit et se reproduit dans le système respiratoire des abeilles. Tous les stades de son développement y habitent et occupent principalement la première paire de trachées thoraciques (Fig. 18 et 19).

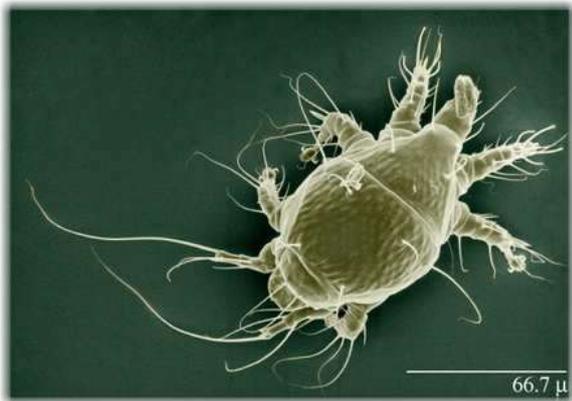


Fig18 - *Acarapis woodi* observé avec microscope électronique



Fig19 - Femelle adulte d'*Acarapis woodi* dans la trachée d'une abeille.

VI.1.1.2.- Biologie

Au cours de la vie de l'acarien, on reconnaît successivement : un oeuf, une larve, une nymphe, et des adultes mâles et femelles. Le cycle de vie de cet acarien se déroule entièrement dans les trachées du système respiratoire de l'abeille adulte sauf pour de courtes périodes migratrices. Dans les 24 heures suivant la sortie de l'abeille de son alvéole, les acariens adultes femelles vont pénétrer dans les trachées en passant au travers des stigmates thoraciques et vont y demeurer jusqu'à la mort de leur hôte. Les femelles de l'acarien, après avoir été fécondées à l'intérieur de la trachée vont chercher une autre abeille sur laquelle elles vont migrer.

VI.1.1.3.- Dispersion et transmission

Le parasitisme le plus important pour une colonie est sans doute celui des ouvrières, en raison du nombre d'individus et de leur rôle dans la production et la survie de la colonie. Les faux bourdons constituent les hôtes préférés des acariens. La taille des trachées est plus grande et c'est peut être l'une des raisons de cette préférence. Concernant les reines, ils ont une durée de vie plus longue, elles peuvent reconstituer un réservoir important pour les acariens. La possibilité de l'essaimage et le parasitisme dans la production de reines, peuvent permettre la dispersion de la maladie à de grandes distances. La transmission de la pathologie s'effectue directement d'abeille à abeille, elle se fait également par l'achat de colonies ou de reines et par le pillage des abeilles .

VI.1.1.4.- Pathogénie

Les effets pathogènes trouvés chez les abeilles infectées dépendent du nombre de parasites dans la trachée et ils sont attribuables aux dommages mécaniques et aux désordres physiologiques consécutifs à l'obstruction des conduits d'air, aux lésions dans les parois des trachées et à la réduction de l'hémolymphe.

BAILEY en 1961 a montré que le parasitisme réduit la longévité des abeilles. Celles qui sont parasitées vont mourir avant celles qui ne le sont pas, ou vont présenter une importante perte de production.

L'action spoliatrice de l'acarien ouvre la voie à des infections secondaires et provoque également une perte de substances nutritives pour l'abeille .

VI.1.1.5. - Traitements

Un examen attentif de la trachée est nécessaire pour déterminer l'infestation par les acariens. Il n'existe aucun traitement efficace à 100% pour l'acariose.

Une fois la maladie présente dans le rucher, l'apiculteur devra vivre avec et contrôler son développement à un niveau qui ne portera pas atteinte à la santé de la colonie. Plusieurs produits permettent de traiter cette infestation parasitaire : le menthol, le thymol, l'acide formique et des produits chimiques comme l'amitraz, le fluméthrine et le fluvalinate .

VI 12. - La nosémose

VI 1.2.1. - Agent infectieux

La nosémose des abeilles est une maladie provoquée par une microsporidie du genre *Nosema* qui touche le système digestif de l'abeille adulte. Les trois castes peuvent en être atteintes. Les microsporidies sont des eucaryotes unicellulaires apparentes aux champignons. Ils sont des parasites intracellulaires obligatoires sur de nombreuses espèces connues, la plupart sont des parasites des poissons et des arthropodes. En 1909, ENOCH ZANDER décrit le germe agent causal de la nosémose pour la première fois (protozoaire) *Nosema apis*: Parasite intracellulaire obligatoire, dont le cycle se déroule dans la cellule de l'abeille. Au cours de son cycle évolutif, *Nosema* peut se trouver sous deux formes. Au stade végétatif, le parasite se reproduit dans l'organisme de l'abeille et au stade de spore, une forme passive et infectieuse responsable de la transmission de la maladie. La spore est de forme ovoïde et d'une longueur de 6 µm, une largeur de 3 µm . Plus récemment, un autre microsporidé, *Nosema ceranae* a été mis en évidence en Europe. Les spores de *Nosema ceranae* sont légèrement plus petites que celles de *Nosema apis*.(fig 20,21,22 et 23).

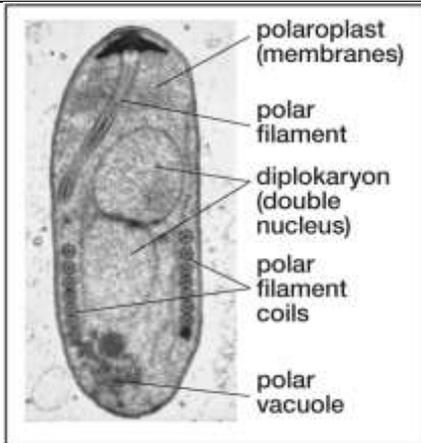


Fig 20. Organites majeurs à l'intérieur d'une spore microsporidienne infectieuse.



Fig 21 : Cellules de l'épithélium intestinal infestées de très nombreuses spores. (Gros. 1 : 920)

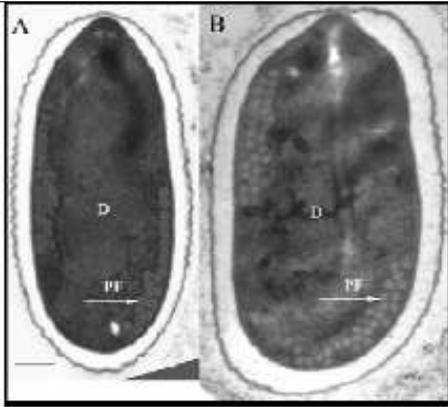


Fig 22 : - *Nosema cerana* (A) et *apis* (B) observés avec microscope électronique

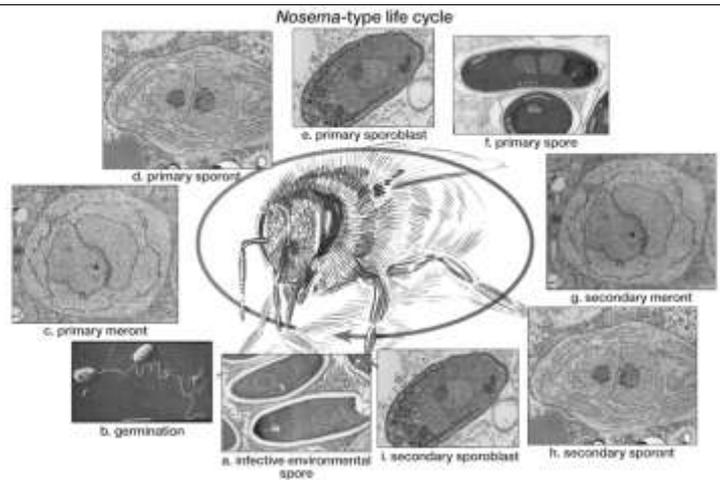


Fig23 : Cycle de vie de nosema Apis

VI 1.2.2 - Epidémiologie et mode de propagation

Les abeilles atteintes de nosémose vont déféquer sur les cadres à l'intérieur de la ruche alors que leurs excréments contiennent des millions de spores. Leurs congénères s'infectent en effectuant le nettoyage ou en consommant de la nourriture contaminée. La situation est aggravée en période de infection peut se propager à la faveur de la dérive des abeilles, du pillage, de l'achat d'abeilles et par l'utilisation par l'apiculteur de matériel souillé de matières fécales, de l'eau ou du miel contaminé. Les insectes parasites comme la fausse teigne *Galleria melonella* peuvent également transmettre les spores.

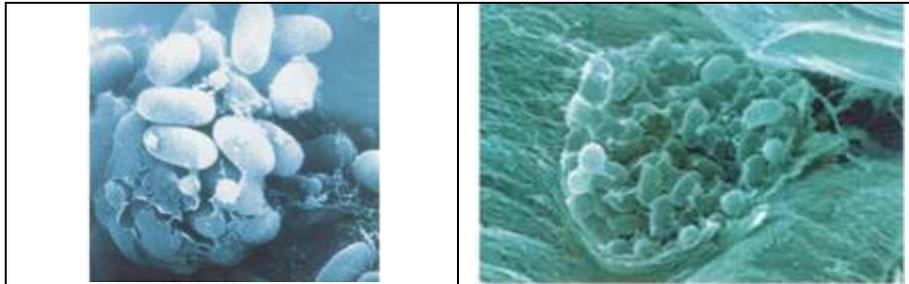
VI 1.2.3. - Causes favorisantes

Les causes qui favorisent le développement et la propagation de cette pathologie sont liées essentiellement durant les hivers longs au confinement prolongé de l'abeille à l'intérieur de la ruche. D'autres facteurs peuvent contribuer aussi au développement de la maladie comme :

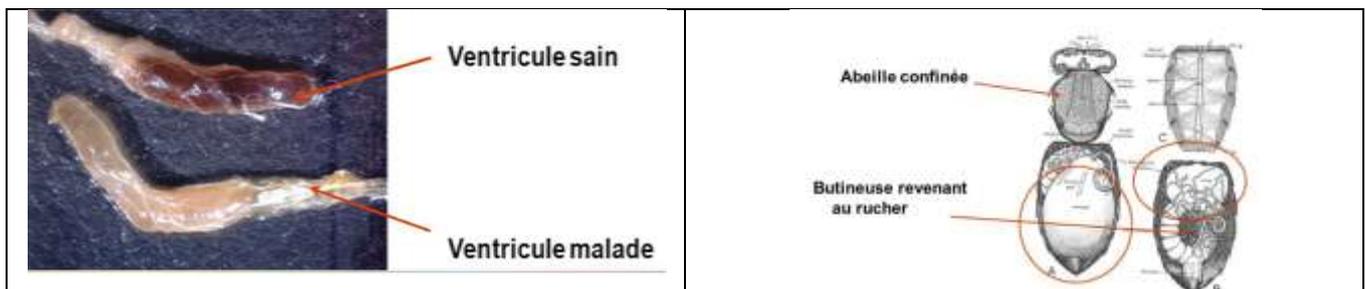
- l'installation inadéquate de colonies dans des zones humides déposées directement sur le sol
- Abeilles en contact avec les déjections infectées lors du nettoyage de la ruche
- Lors de la trophallaxie : échange de nourriture et d'informations.
- Certains auteurs pensent que des spores peuvent s'accumuler dans les glandes hypopharyngiennes et être données à des congénères par ce biais.
- Matériel apicole souillé
- Abeilles pillardes, la dérive
- Par les insectes parasites comme *Galleria monella*.
- Un mauvais nourrissage artificiel donné aux abeilles favorise également l'apparition de la pathologie

VI 1.2.4 - Symptômes

Les abeilles fortement infectées ne peuvent digérer convenablement leur nourriture puisque les cellules épithéliales de l'intestin ont été endommagées par *Nosema*. Il en résulte une forme de diarrhée chez l'abeille, qui peut alors déféquer dans la ruche ou sur le plateau d'envol. On observera alors une souillure plus ou moins importante de la ruche. Ces souillures renferment des millions de spores qui deviennent une source de contamination pour les abeilles affairées au nettoyage. Cette pathologie provoque un affaiblissement des colonies et une augmentation du nombre de butineuses: la colonie meurt avec de fortes provisions de miel et de pollen.



La nosérose provoque également une modification de la partie postérieure de l'abdomen. Chez les abeilles malades, il est blanchâtre, dilaté et ne présente pas de constriction habituelle, alors que chez les abeilles saines, il est de teinte jaune à rougeâtre et marqué de constriction. L'infection provoquée par *Nosema cerana* est différente de celle induite par *Nosema apis*. *Nosema cerana* perturbe les abeilles de plusieurs façons : stress énergétique, diminution de la durée de vie et de la capacité de vol, perturbation du comportement de butinage.



VI 1.2.5. Prévention

En prévention, on doit prévenir l'apparition de la maladie

Eviter le passage de la nosérose chronique à la nosérose aiguë

- Surveiller ses colonies et appliquer les mesures prophylactiques défensives sévères.
- Annuler les facteurs favorisants
- on doit faire une sélection minutieuse des sites d'hivernage.

Eviter les perturbations des colonies

L'hivernage

- Il doit avoir lieu tôt
- Activer dès le début de l'automne la production de couvain (population d'abeilles jeunes pour hiverner avec un corps)

Bonne pratiques apicoles

- Assurer aux colonies des provisions suffisantes et de qualité, dépourvues de miel de miellat.
- Le lieu de l'hivernage doit être sec et ensoleillé.
- Entretien des ruchers.
- Eliminer les colonies faibles

- Posséder de jeunes reines vigoureuses et des colonies fortes
- Renouveler périodiquement les rayons.
- Désinfecter régulièrement le matériel
- Eviter que le point d'eau soit souillé par des déjections
- Eviter que les abeilles se noient dans les nourrisseurs
- Eviter la dysenterie
- Surveiller attentivement essaims et colonies achetées.

VI 1.2.6 - Traitements

Le seul traitement qui existe est l'antibiotique fumidil (fumagiline), cet antibiotique est mélangé avec le sirop de sucre et distribué à la colonie. Les expériences de laboratoire effectuées en Belgique suggèrent que la nourriture acidifiée entraîne la baisse du développement de *Nosema apis* dans l'intestin.

En bref, • La nosérose est une maladie parasitaire touchant les trois castes d'abeilles adultes. • Les signes cliniques sont inconstants et non spécifiques. Les mortalités d'abeilles sont parfois importantes et peuvent conduire dans les cas graves à un effondrement de la colonie. • Il n'existe pas de traitement : les mesures hygiéniques et les bonnes pratiques apicoles sont à privilégier. • Le diagnostic de cette maladie est toujours délicat même avec l'aide des analyses de laboratoire.

VI 2.- Maladies typiques du couvain

VI 2.1. La loque européenne

VI 2.11 - Agent causal

La loque européenne est une maladie infectieuse et contagieuse du couvain d'abeille moins dangereuse que la loque américaine. L'agent causal principal est une bactérie : *Melissococcus pluton*. D'autres germes se développent secondairement (*Lactobacillus eurydice*, *Paenibacillus alvei*, *Paenibacillus apiarius*, *Enterococcus faecalis*).

VI 2.12.- Pathogénie :

Les trois castes d'abeilles sont atteintes par la maladie. *Melissococcus pluton* affecte le couvain, principalement avant l'operculation. Les formes encapsulées de cette bactérie sont ingérées par les jeunes larves avec la nourriture. Elles se développent dans l'intestin moyen sous leur forme végétative et s'y multiplient en masse. Les germes secondaires pénètrent dans la larve et la détruisent. Les larves âgées de plus de 2 jours sont difficilement contaminables et les abeilles adultes sont résistantes.

Le degré de mortalité des larves mesuré dans une expérience est directement lié à la quantité de bactéries présentes dans les alvéoles. Les larves sont moins résistantes lorsque le nombre de bactéries est très important.

VI 2.13.- Biologie et diffusion de la maladie

L'agent pathogène *melissococcus pluton* ne produit pas de spores, mais il peut conserver sa virulence pendant une année. Les abeilles adultes éliminent une partie des larves malades ou mortes, mais quelques larves malades parvenant à survivre vont vider leur intestin et contaminer les cellules.

A l'intérieur de la colonie, les abeilles font le nettoyage des cellules, puis quand elles nourrissent les larves, elles peuvent les contaminer. Les abeilles peuvent être contaminées directement par trophallaxie avec des abeilles qui ont été en contact avec l'agent pathogène.

Les ruches peuvent être atteinte par la maladie, sans présenter de symptômes clinique et celle ci peut passer inaperçue aux yeux de l'apiculteur. La propagation de la pathologie entre les colonies et entre les ruchers est liée à plusieurs facteurs tels que le pillage, la dérive, le déplacement des colonies infestées et les échanges de cadres de provisions contaminés).

VI 2.14. Symptômes

Lors d'une infection, les larves prennent une teinte jaunâtre et tournent sur la paroi inférieure de la cellule, le dos face à l'ouverture. Les larves saines, quant à elles, sont blanches et remplissent toute la

cellule. Une odeur acidulée typique émane du couvain malade. Selon l'activité de nettoyage des abeilles, les larves malades sont éliminées du couvain, il s'ensuit ainsi un nid à couvain lacunaire. Les larves d'abeilles atteintes de loque européenne meurent 1 ou 2 jours avant l'operculation des cellules, parfois juste après, mais toujours avant la métamorphose en chrysalide.

VI 2.1.5.- Réceptivité et causes favorisantes

Les bactéries se multiplient durant la période de production de couvain causant les symptômes cliniques. L'apparition de la maladie est favorisée essentiellement par une carence alimentaire en pollen et le mauvais temps qui peut être à l'origine de cette carence. Une colonie affaiblie par *Varroa* ou une autre cause est très sensible également au développement de la pathologie. (fig 24)

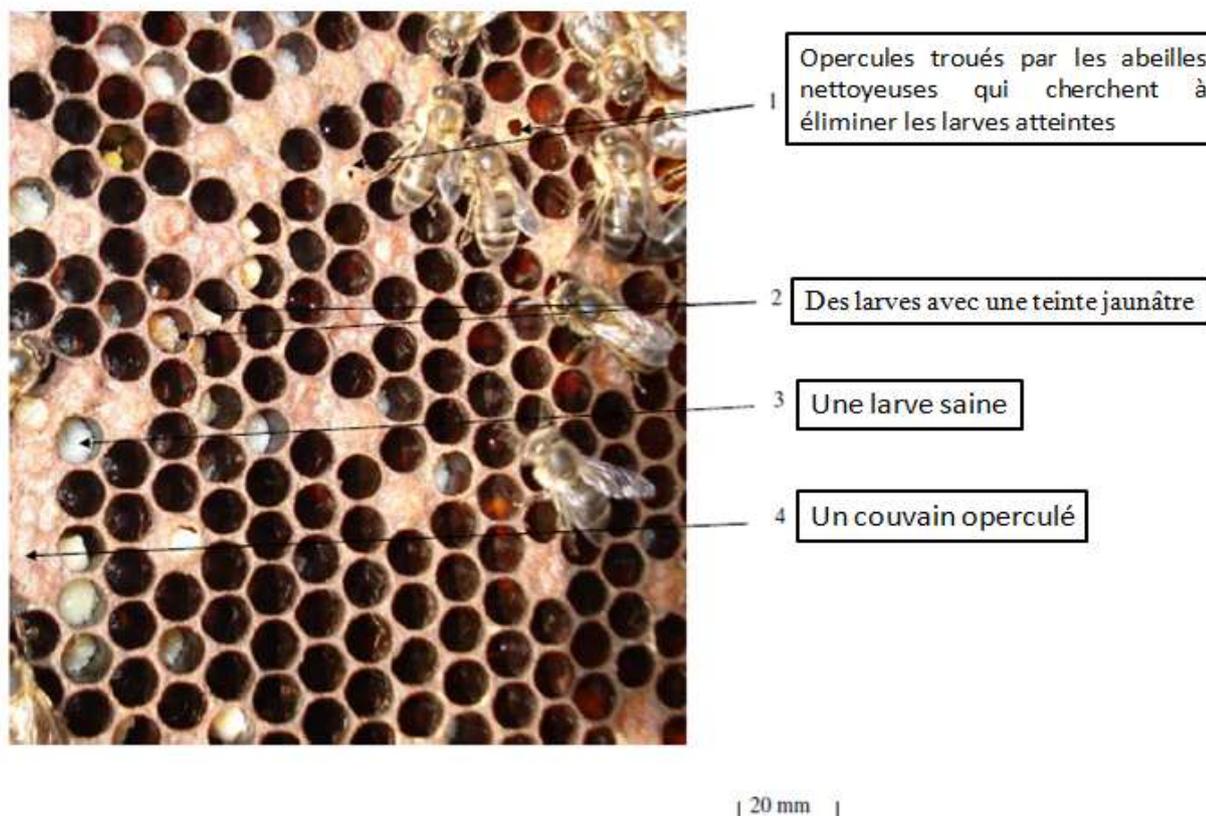


Figure 24 - Symptômes de la loque européenne sur un cadre du couvain (Original).

Les mesures relatives à l'assainissement et à la prévention du rucher sont les mêmes que pour la loque américaine. Le traitement chimique s'effectue avec des antibiotiques tels que tylosine, terramycine et oxytétracycline. Ces dernières sont actuellement interdites depuis des années dans les pays européens. La destruction de la colonie, le nettoyage du matériel et des cadres sont obligatoires pour les apiculteurs.

VI 2.2- La loque américaine

En 1769, le naturaliste SCHIRACH, attribua différentes origines à la loque américaine : mauvaise ponte de la reine, mauvaise position de la larve. C'est en 1885 que fut soupçonnée par CHESHIRE et CHEYNE la nature bactérienne de l'agent de la loque américaine.

Vers 1903, WHITE a remarqué la présence d'une bactérie associée à une maladie qui affectait le couvain d'abeilles et a nommé la bactérie, *Bacillus larvae*. La maladie a été nommée loque américaine, parce que les premières investigations ont été faites dans l'Etat de New York. Ensuite la bactérie a été classifiée sous le nom de *Paenibacillus larvae ssp larvae*.

VI 2.2.1. - Agent causal

La bactérie *Paenibacillus larvae subsp. Larvae* est un bacille gram positif, de la forme d'un bâtonnet droit ou légèrement incurvé de 1,5 à 6 µm de long et environ 0,5 µm de large. Le bacille est mobile grâce à la présence de trente à trente-cinq cils vibratiles. Cette forme végétative peut se transformer en forme de résistance, la spore qui est fusiforme dépourvue de cils et qui ne fait plus que 1,1 à 1,9 µm de long pour 0,4 à 0,7 µm de large. Seule cette spore présente un pouvoir pathogène, et elle peut rester virulente de nombreuses années dans l'environnement.

Elle est très stable aux températures extrêmes et résistante aux agents chimiques.

VI 2.2.2. - Pathogénie

Les spores ingérées arrivent au niveau du tube digestif d'une larve d'abeille et germent dans l'intestin après 12 heures. Après la destruction des tissus, la bactérie franchit la barrière intestinale et se multiplie dans l'hémolymphe provoquant une septicémie et la mort de la larve. Les larves sont les plus vulnérables à l'infection au cours des premiers stades larvaires, c'est-à-dire 12-36 h après l'éclosion des œufs. Les abeilles adultes ne sont pas infectées lors de l'ingestion de spores de la bactérie.

VI 2.2.3. - Symptômes

Les symptômes de la maladie s'observent sur le couvain operculé dont les opercules sont affaissés et percés. Les larves mortes qu'il contient sont filantes ou desséchées sous forme d'écailles et il se dégage une forte odeur d'ammoniac.

Lors de l'examen d'un cadre de couvain, on constate que l'operculation du cadre n'est pas homogène et qu'il y a de nombreuses cellules désoperculées avec une répartition irrégulière. Dans les cellules désoperculées on trouve des larves à plusieurs stades. C'est un couvain en mosaïque, à l'intérieur des cellules du couvain des écailles de couleur brun foncé à noir en forme de languette plate. Les larves et nymphes infectées par la loque américaine se dénaturent et, avec les bactéries, forment un produit élastique qui s'étire lorsqu'on introduit un petit cure-dents dans l'alvéole affectée.

VI 2.2.4. - Propagation

La propagation de la maladie se fait par les abeilles, en particulier les nourrices, qui sont en contact avec les larves malades ou mortes et qui véhiculent ainsi les spores d'une larve à l'autre. Le tableau 2 résume les modes de transmission de la bactérie *Paenibacillus larvae* à l'intérieur de la colonie et entre colonies. (tableau 4)

Tableau 4 - Mode de transmission de *Paenibacillus larvae* à l'intérieur de la colonie et entre colonies (LINDSTROM *et al*, 2008).

	Horizontal	Vertical
A l'intérieur de la colonie	- De l'ouvrière au couvain, à l'ouvrière ou au mâle - Du mâle à l'ouvrière ou au mâle	- De la reine à la fille (ouvrière) - De la reine à la fille (reine) - De la reine au fils (mâle)
Entre colonies	- De l'ouvrière à l'ouvrière ou au mâle - De mâle à l'ouvrière ou au mâle (dérive, pillage)	- Essaimage

VI 2.2.5. - Techniques de diagnostic :

Les techniques incluent la caractérisation microbiologique, biochimique et l'amplification en chaîne par polymérase. Le diagnostic de la loque américaine est basé uniquement sur l'identification de l'agent pathogène. Des méthodes d'identification nécessitent une étape préalable de culture, tandis que d'autres peuvent être réalisées directement sur les prélèvements.

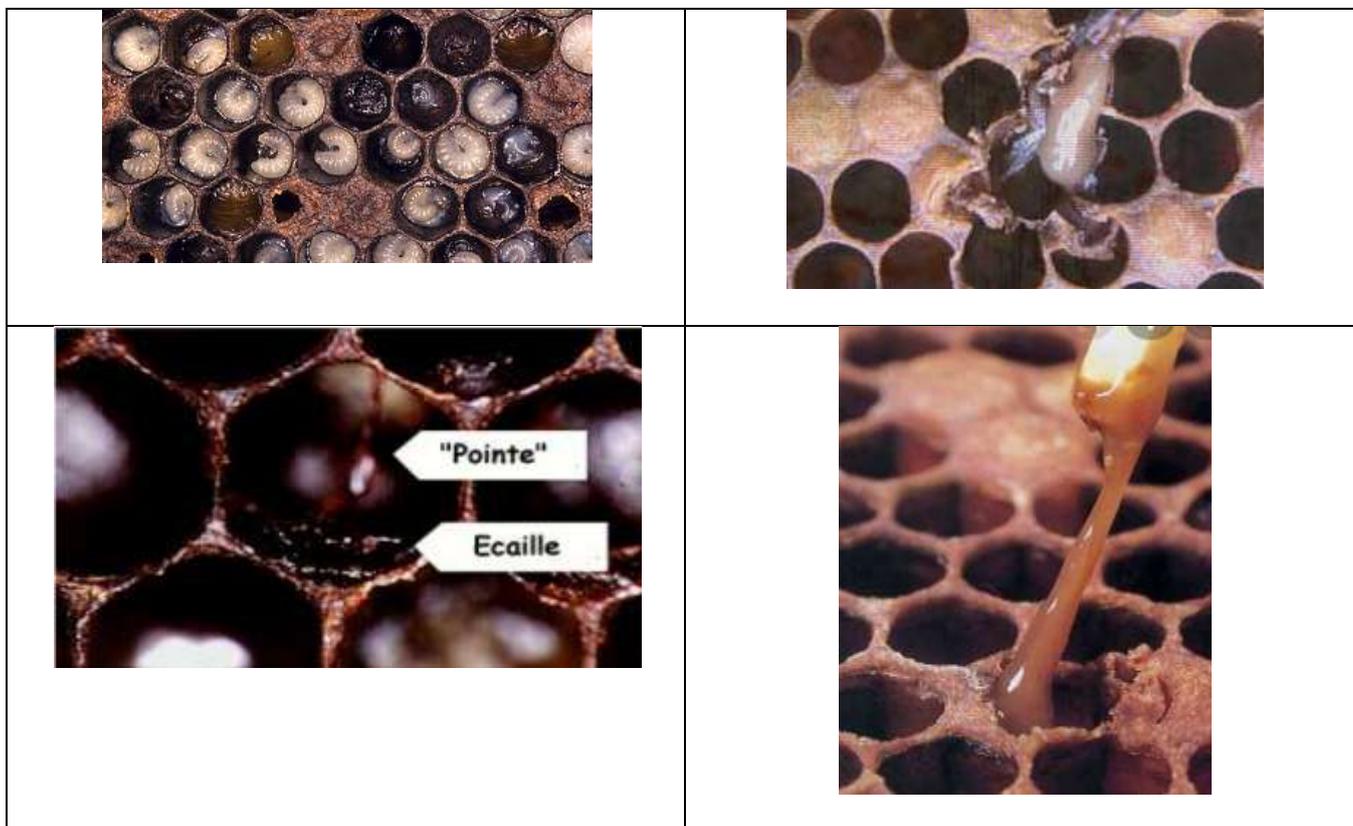
VI 2.2.6. - Mesures préventives

Pour protéger son rucher de cette pathologie, l'apiculteur doit éviter la contamination due à des ruchers déjà infectés et il doit également sélectionner des colonies à forte vitalité. Le maintien d'un niveau d'hygiène élevé dans la conduite du rucher constitue aussi une mesure de prévention très importante. La résistance vis-à-vis de la loque américaine est héréditaire et répond à une sélection artificielle des abeilles avec un comportement hygiénique intense. Le comportement hygiénique est défini comme étant la capacité des abeilles à reconnaître, désoperculer et éliminer les larves ou nymphes mortes ou malades.

VI 2.2.7. - Traitements

Le traitement de cette maladie dépend de son stade de développement dans la colonie. Une colonie très infestée sera obligatoirement détruite par le feu. Une colonie contenant quelques cellules loqueuses pourra être traitée par un antibiotique. La présence de spores nécessitera de transvaser les abeilles dans une autre ruche saine, de les traiter aux antibiotiques et de brûler les cadres de la ruche malade. Il faut procéder aussi à une désinfection minutieuse de tous les objets qui ont été en contact avec les produits de la ruche loqueuse. Les antibiotiques arrêtent la croissance des bactéries ou même les détruisent à condition d'agir pendant la vie active de ces bactéries, mais les antibiotiques restent sans effet sur les spores. Plusieurs antibiotiques peuvent être utilisés dans la lutte contre la loque américaine comme streptomycine, terramycine et tétracycline.

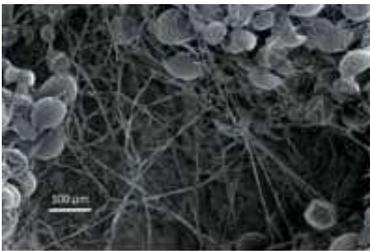
Cependant depuis plusieurs années, des souches de *Paenibacillus larvae* résistantes à ces antibiotiques sont apparues dans de nombreuses régions du monde. L'utilisation incontrôlée des antibiotiques présente un risque sur les produits de la ruche à travers la présence des résidus.



VI 2.3- Le couvain plâtré ou Ascospherose

VI 2.3.1-Agent causal

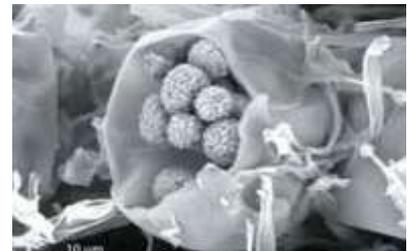
L'ascospherose est une maladie du couvain provoquée par un champignon filamenteux de la famille des Ascomycètes, *Ascospheera apis* qui constituent une vaste division de champignons. Les Ascomycètes se caractérisent par la formation de spores sexuelles, appelées « ascospores », à l'intérieur d'organes particuliers, les asques. Les filaments, ou hyphes, de cette espèce fongique sont segmentés et mesurent autour de 5 µm en diamètre. La ramification des filaments forme un mycélium. Pour sa reproduction sexuée, *A. apis* nécessite deux genres de mycéliums, morphologiquement semblables mais physiologiquement différents, ayant des polarités contraires : l'un de signe « + » ; l'autre de signe « - ». C'est ce qu'on appelle un champignon hétérothallique. Lorsque des mycéliums de sexes opposés entrent en contact, il y a formation de corps de fructification : des sortes de globules de 80 µm de diamètre en moyenne ; ce qui équivaut au diamètre de la section d'un cheveu. Les corps de fructification, aussi appelés « sporocystes », sont de couleur vert foncé, brun foncé ou noirs .



des mycéliums (globules de 80 µm, ramification des filaments forme un mycélium- cheveu-



Sporocystes (couleur vert foncé, brun foncé ou noirs)



Les sporocystes sont remplis des « asques ». Ces sphères sont entourées d'une membrane dite « évanescente »

VI 2.3.2.- Infection et multiplication

Les spores du champignon sont ingérées par les larves âgées de 3 à 4 jours avec la nourriture. Une fois parvenues dans l'intestin, elles germent et produisent un mycélium qui grandit et finit par transpercer les larves. Si à la surface du corps des mycéliums mâles et femelles se rencontrent, il se forme un corps de fructification noir contenant de nouvelles spores qui constitue la forme de résistance. Les larves infestées de champignons que l'on appelle aussi momies, deviennent foncées et sont contagieuses.

VI 2.3.3.- Transmission et causes favorisantes de la maladie

La propagation se fait par les spores de ce champignon avec deux voies de contamination.

- a- La voie buccale est la plus fréquente, elle se fait par ingestion de la nourriture souillée.
- b- la voie transcutanée qui affecte au début l'intestin moyen des abeilles et finit par envahir l'organisme entier.

La diffusion de l'ascospherose entre les colonies se fait lors de pillage, de dérive et lors des manipulations apicoles. L'apparition de cette pathologie est favorisée par une chute brutale de la température (le refroidissement du couvain est une des causes favorisant l'apparition de la maladie) et par des conditions d'humidité. le développement rapide de la colonie au printemps, c'est à dire l'augmentation du ratio couvain-abeille adulte constitue un risque pour le refroidissement du couvain.

VI 2.3.4.- Symptômes

Parmi les symptômes typiques de la pathologie, on observe devant la ruche ou sur la planche d'envol des larves momifiées, dures et blanches.

Concernant le couvain, il apparaît clairsemé, "mosaïque" et non compact avec une répartition aléatoire des larves d'âges différents. La pathologie provoque également la formation autour des larves d'un amas cotonneux de filaments mycéliens blancs qui occupe l'alvéole.



Momies à différents stades d'évolution



Cellule royale atteinte de mycose



Couvain clairsemé "mosaïque" et non compact



Formation autour des larves d'un amas cotonneux de filaments mycéliens blancs

VI 2.3.5.- Prévention et traitement :

Certain nombre de facteurs favorisent l'apparition de la maladie du couvain plâtré, à savoir, entre autres :

- L'humidité.
- Une ventilation insuffisante de la ruche.
- Un temps trop froid pendant le développement de la colonie.
- L'atteinte des abeilles par d'autres agents pathogènes (Varroa, loques, virus).
- Des manipulations techniques, comme la formation d'essaims par exemple, qui diminuent le rapport abeilles adultes/couvain.

Deux actions prépondérantes permettent de réduire la charge infectieuse d'une colonie d'abeilles touchée par *A. apis*.

1) La conduite hygiénique des abeilles, qui repose sur un mécanisme complexe de détection et d'extirpation des larves infectées.

2) Le diagnostic précoce de la maladie par l'apiculteur qui assainira la ruche parasitée.

Il n'y a aucun traitement pour lutter contre la maladie. Dans le cas d'une infestation légère, l'apiculteur doit remplacer la reine et introduire de préférence des reines sélectionnées sur la base du comportement de nettoyage et enlever également les rayons fortement infestés. Dans le cas d'une forte infestation, il faut former un essaim artificiel et le mettre dans une ruchette contenant des nouveaux cadres. Cependant, il est intéressant de noter que des chercheurs français ayant fait un essai de médication à base d'huile essentielle de sarriette, incorporée dans un nourrissage hivernal à base de candi à une concentration de 0,1 %, ont enregistré une nette régression de l'affection pendant les 75 jours suivant le traitement.

VI 3. - Maladies communes au couvain et aux abeilles adultes

VI 3.1-La varroase

Le *Varroa destructor* est l'acarien le plus dévastateur au monde pour les abeilles, *Apis mellifera* Linnaeus (Hymenoptera: Apidae) (Anderson et Trueman, 2000), ectoparasite, se nourrit de l'hémolymphe des abeilles mellifères immatures et adultes. Les acariens femelles adultes peuvent vivre en dehors des cellules du couvain et sont également présents sur les faux bourdons, les ouvrières et provoquent une forte mortalité des abeilles, puis un affaiblissement de la colonie et peuvent entraîner l'effondrement de colonies non traitées en quelques années.

VI 3.1.1- Taxonomie de *V. destructor*

Le genre *Varroa* est actuellement représenté par au moins quatre espèces d'acariens ectoparasites obligatoires. Nous citons :

Varroa jacobsoni Oudemans : décrit pour la première fois comme un acarien ectoparasite naturel de l'abeille *A. cerana* à Java (Oudemans, 1904 ; Anderson et Trueman, 2000) et a une large distribution sur la même abeille en Asie et *Apis nigrocincta* en Indonésie. Quant à *Varroa underwoodi*, il a été décrit pour la première fois chez *A. cerana* au Népal, *Varroa rindereri* décrit à partir d'*Apis koschevnikovi* à Bornéo. *V. destructor* a été décrit à la fois chez *A. cerana* (hôte original) et *A. mellifera* (nouvel hôte), classé auparavant comme *V. jacobsoni*. Cette espèce regroupe 6 haplo types infestant *A. cerana*: les haplotypes japonais, thaïlandais, coréen se révélant plus pathogène pour l'abeille avec une propagation mondiale sur *A. mellifera*, que l'haplo type japonais/thaïlandais (J1-1), chinois, népalais, vietnamien et sri lankais. Deux nouveaux haplotypes de *V. destructor* ont été identifiés en 2004 en Chine sur *A. cerana* : les haplotypes chinois 1 et chinois 2 .

VI 3.1.2- Répartition géographique

VI 3.1.2-1- Dans le monde

Varroa jacobsoni fut signalé sur *A. cerana* la première en 1939, par une apicultrice indochinoise *i* sur *A. cerana*, sans lui accorder une grande importance. Bien que *V. jacobsoni* ne constitue pas aujourd'hui une menace pour *A. cerana*, son hôte naturel est *Apis cerana* avec qui, il est en équilibre. Grâce aux échanges commerciaux enregistrés au cours du siècle dernier précisément durant les années quarante, *Apis mellifera* s'est vu déplacé d'Asie vers l'Europe et a vu sa propagation sur tout le globe terrestre. Le *Varroa* aurait été observé la première fois dans le couvain d'*A. mellifera* en Corée dans les années 1950 puis en 1958 au Japon et en Chine, pour envahir ensuite toute l'Europe dans les années 70 et la France en 1982 . D'après Robaux (1986), des enquêtes ont confirmé le passage du *Varroa* de l'ex Union Soviétique vers les pays de l'ex Europe de l'Est par le biais des exportations massives d'essaims contaminés puis regagner ceux de l'ex Europe de l'Ouest pour atteindre les rivages méditerranéens par le biais de la Grèce et l'ex Yougoslavie --(Figure 24).

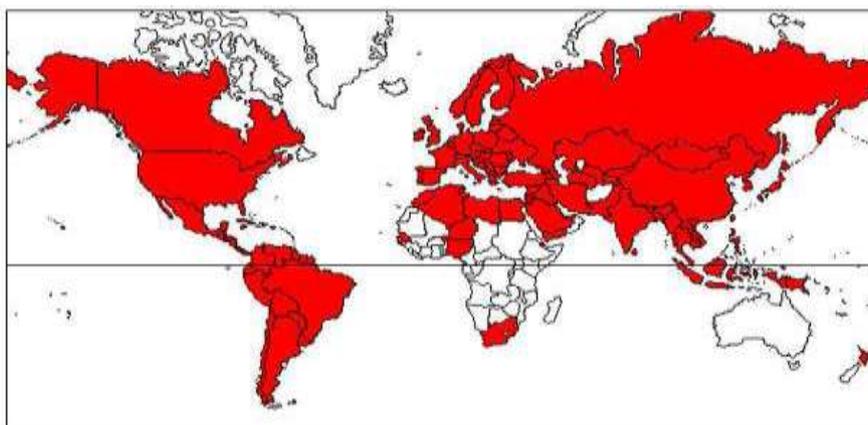


Figure 24. Répartition géographique actuelle de *Varroa destructor*

(Ellis et Zettel Nalen, 2010).

Les zones colorées en rouge indiquent la présence de *V. destructor* sur le territoire.

Aujourd'hui, *V. destructor* est presque cosmopolite, mais il n'a pas encore été identifié en Australie . De plus, l'abeille européenne n'est pas capable de se débarrasser du varroa qui s'y installe donc définitivement .

VI 3.1.2.2- En Algérie

La varroase a été signalée pour la première fois à l'Est du pays, en juin 1981, dans un rucher appartenant à la coopérative apicole d'Oum Teboul, près d'El Kala. Ensuite, elle s'est propagée rapidement à travers tout le pays. Elle constituait déjà une menace d'infestation des ruches et la pénétration du varroa devenait alors inévitable. En effet, des informations précises et concordantes sur l'extension de la varroase sur le territoire. (Selon le bulletin sanitaire vétérinaire, des cas d'infestation de colonies d'abeilles par la varroase ont été signalés durant les années 2007,2008 et 2009.

VI 3.1.3- Morphologie et anatomie du *V. destructor*

VI 3.1.3.1- Morphologie et cycle évolutif de la femelle adulte *V. destructor*

Le poids d'une femelle adulte de *V. destructor* est de $325 \mu\text{g} \pm 26 \mu\text{g}$ en phase de phorésie. Ce poids augmente en phase de reproduction d'environ $480 \mu\text{g}$ deux jours après l'operculation de la cellule de couvain .Le corps de la femelle adulte *V. destructor* est ellipsoïdal, avec une largeur supérieure à la longueur, déprimé dorso-ventralement. Il a une longueur de $1167,3 \mu\text{m}$ ($\pm 26,8 \mu\text{m}$) et une largeur de $1708,9 \mu\text{m}$ ($\pm 41,2\mu\text{m}$) . Leurs corps incurvés s'insèrent dans les plis abdominaux de l'abeille adulte Le corps, est recouvert de différents types de poils qui pourraient avoir une fonction olfactive .

La femelle adulte *V. destructor* est de couleur brune claire après la dernière mue et évolue par la suite vers le brun foncé en l'espace de 24 à 48 heures (Figure 25).

Les pattes de la femelle sont courtes et fortes, et montrent des structures spécialisées, pour la fixation à l'hôte .Les organes génitaux femelles sont répartis en deux systèmes: l'un est formé par un ovaire, un utérus et un vagin, conduisant à l'orifice génital à travers lequel les œufs sont libérés. L'ouverture génitale est située entre la deuxième paire de jambes. La deuxième partie du système génital permet la réception et la maturation du sperme.

Le cycle de vie des femelles de *V. destructor* est divisé en phases phorétique sur les abeilles adultes et reproductive dans les cellules de couvain de faux bourdons et des ouvrières .

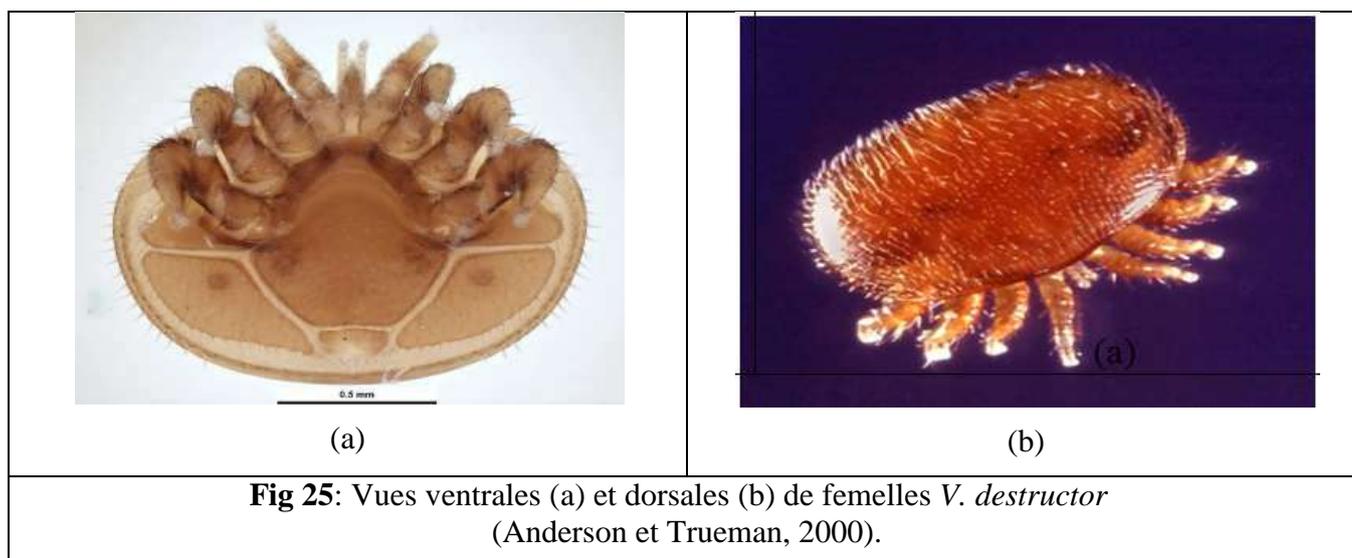


Fig 25: Vues ventrales (a) et dorsales (b) de femelles *V. destructor* (Anderson et Trueman, 2000).

Durant la phase phorétique, seules les femelles fondatrices *V. destructor* sont retrouvées sur les abeilles adultes, se reproduisent dans le couvain d'ouvrières, avec une préférence pour le couvain de faux bourdons d'*A. mellifera*. La femelle est transportée par une abeille adulte à proximité (quelques millimètres) d'une alvéole susceptible d'être infestée. Dans certains cas, l'acarien quitte son hôte pour

se placer sur le bord de l'alvéole, et se dirige rapidement vers le fond dans la gelée larvaire afin d'échapper à la vigilance des nourrices, en se mouvant entre la larve et la paroi de l'alvéole.

La période phorétique peut durer de 4 à 5 jusqu'à 11 jours lorsque le couvain est présent dans la ruche ou jusqu'à 5 à 6 mois durant l'hiver, lorsqu'aucun couvain n'est présent dans la ruche. Par conséquent, les mites femelles vivant en présence de couvain dans la colonie ont une espérance de vie moyenne de 27 jours, mais en l'absence de couvain, elles peuvent vivre plusieurs mois.

Afin de se reproduire, les acariens phorétiques doivent pénétrer dans les cellules du couvain d'abeille. Ils se mettent à pondre une soixantaine d'heures après operculation (entre 60 à 74 heures). La fécondation de la femelle s'effectue uniquement durant la période d'operculation du couvain, c'est-à-dire, pendant une durée de 270 à 280 heures pour le couvain d'ouvrières, 330 à 360 heures pour le couvain de faux bourdons.

La femelle pond un premier œuf, non fécondé (haploïde) qui donnera un mâle. Les œufs suivants, pondus environ toutes les trente minutes, donneront des femelles. La durée du stade œuf est de 20 à 28 heures pour les femelles et 26 à 30 heures pour les œufs mâles. Le nombre d'œufs pondus est de 5 (1 mâle et 4 femelles), très rarement 6 dans le couvain d'ouvrières (Figure 25). En revanche, dans le couvain de faux-bourdons, ce nombre est de 6 œufs (1 mâle et 5 femelles) et très rarement sept (07) (Figure 26). Leur développement peut durer 130 heures pour les femelles et 150 heures pour les mâles. Il y a cependant une mortalité importante durant ce développement. En moyenne, 1.45 femelles atteindront l'âge adulte dans une cellule ouvrière, contre 2.2 femelles dans une cellule de faux bourdon. Le comportement d'accouplement est initié par les phéromones sexuelles féminines. Les jeunes femelles fraîchement moulées sont nettement plus attractives que les femelles plus âgées ou les deutochrysalis, ce qui garantit que le mâle copule avec la femelle la plus jeune jusqu'à la prochaine deutochrysalis.

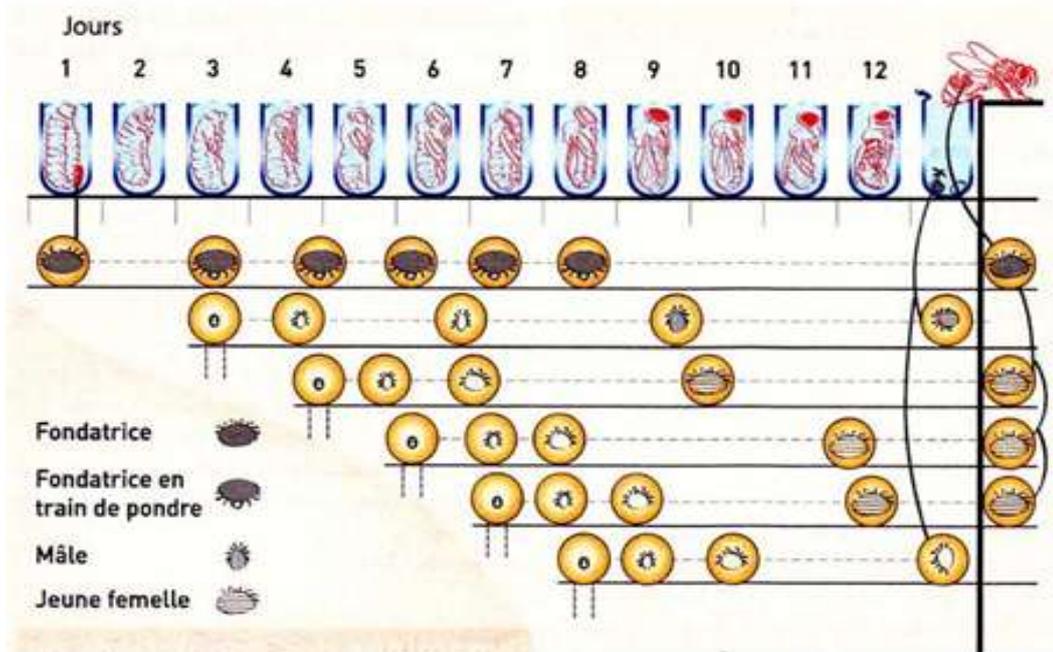


Fig 25 : Ontogénèse de *V. destructor* dans le couvain d'ouvrières (Coineau et Fernandez, 1997).

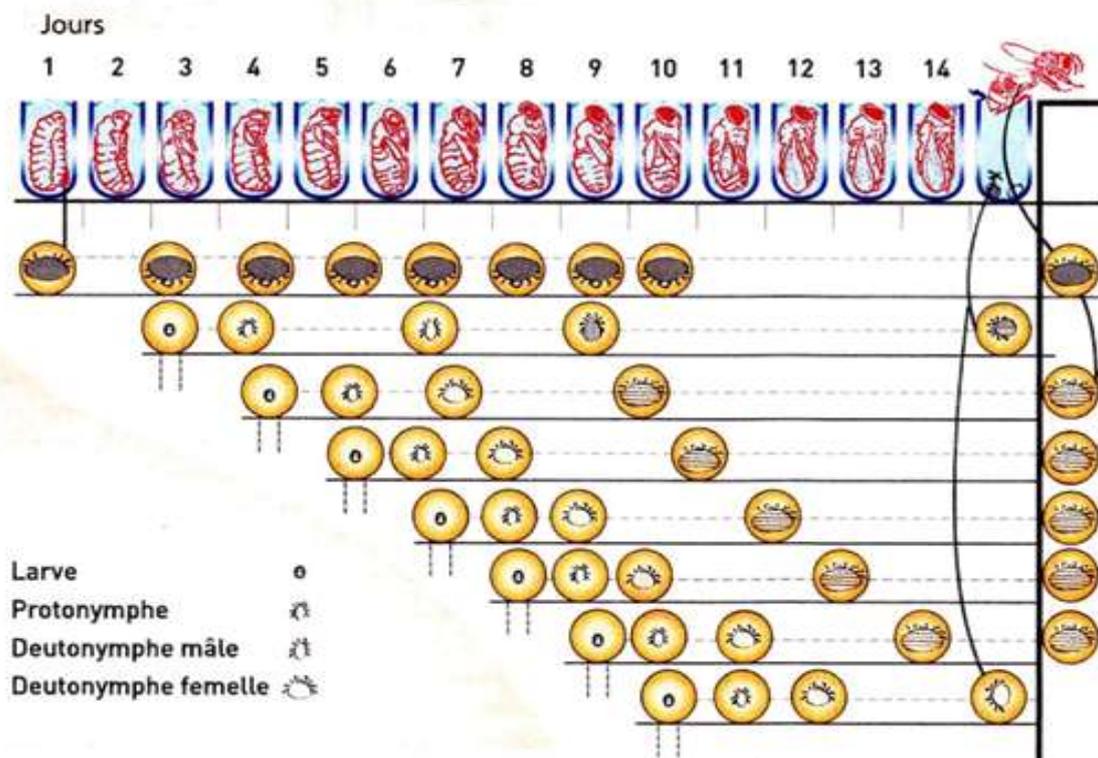


Fig 26 . Ontogénèse de *V.destructor* dans le couvain de faux – bourdon (Coineau et Fernandez, 1997).

Après la mue, les varroas deviennent des deutonymphes. À ce stade, les femelles ont à peu près la forme et la taille de l'adulte mais sont de coloration blanche. Il en est de même pour les deutonymphes mâles qui ressemblent à l'adulte mais sont plus petits et de forme globuleuse par rapport à la femelle . La femelle mère sortante avec des nouvelles femelles jeunes du varroa, débuterait la ponte 5 à 14 jours après la sortie de la jeune femelle de l'alvéole de naissance . Le mâle et les varroas immatures restent quant à eux dans l'alvéole. Une femelle fondatrice peut effectuer plusieurs cycles. Il est estimé que 50% de ces femelles peuvent en effectuer trois, et certaines pourraient faire plus de sept cycles et pondraient jusqu'à 35 œufs.

VI 3.1.3.2- Morphologie et cycle évolutif du male adulte du *V. destructor*

Les mâles sont nettement plus petits que les femelles quelques soient les stades de développement. Le corps du mâle *V. destructor* est jaune-verdâtre presque sphérique, en forme de poire (Figure 14) avec des jambes légèrement tannées. Il mesure environ 750 à 980µm de longueur et 700 à 880µm de largeur. Le mâle n'étant pas adapté au parasitisme, il est présent uniquement dans les alvéoles de couvain operculé où il a été pondue et a évolué en adulte. Il meurt après l'émergence des abeilles de façon inéluctable de déshydratation car il ne possède pas de pièce buccale lui permettant de percer la cuticule des abeilles pour se nourrir. Comme il peut être simplement détritivore ne vivant que pour se reproduire. Les membres sont longs et fins. Son corps est peu sclérotisé, excepté au niveau des membres. Le bouclier dorsal est finement couvert de soies (setae), très dense dans la partie postérieure. Il est à souligner qu'aucune différence n'existe, contrairement à la femelle, entre les setae périphériques et centraux. (Fig 27)

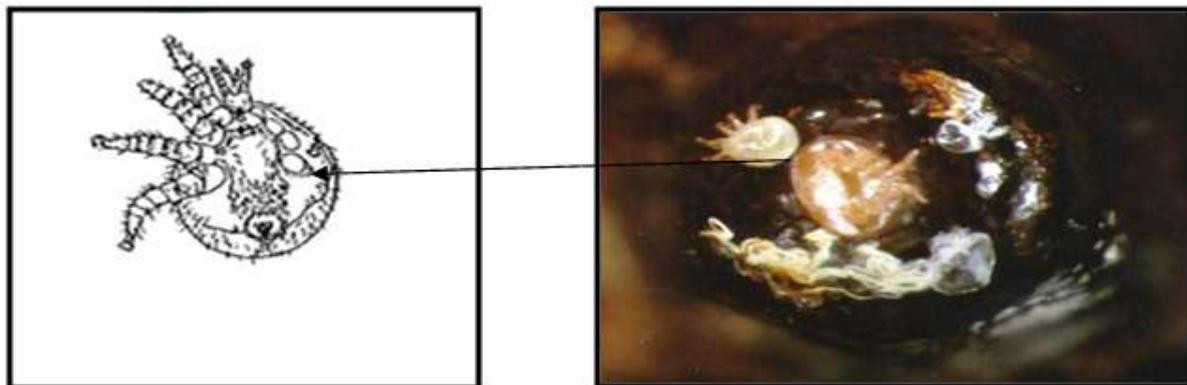


Fig 27: Mâle de *V. destructor* (adulte en vue ventrale) (Donzé, 1995).

VI 3.1.4- Moyens de lutte contre *V. destructor*

Les apiculteurs utilisent toute une série de moyens de contrôle pour limiter l'impact du parasite sur leurs colonies. Ces moyens se divisent en trois catégories :

VI 3.1.4-1- Acaricides chimiques

Le contrôle du parasitisme de *V. destructor* a été réalisé dans les années 80 par l'utilisation d'acaricides, ceux-ci devraient présenter à la fois, en terme d'efficacité et de répétabilité et tolérés par *A. mellifera*, une innocuité pour l'abeille, n'entraînant pas de résistance, ni une innocuité pour le manipulateur et ni une contamination des produits de la ruche. Le fluvalinate, l'amitraz et les organophosphates comme le coumaphos sont des substances chimiques à utilisation facile, économique et surtout très efficaces, cependant, leur utilisation pose de nombreux problèmes dont la présence de résidus dans le miel et la cire. Les populations d'acariens résistantes pourraient augmenter et se propager avec des conséquences prévisibles. De plus, les produits chimiques pourraient présenter des dangers pour la colonie d'abeille elle-même lorsque cette dernière est simultanément exposée à de multiples composés stockés dans la cire.

VI 3.1.4-2- Méthodes biotechniques et mécaniques

Les méthodes biotechniques "Piégeage de *Varroa destructor* dans le couvain de faux-bourçons, dans le couvain d'ouvrières, blocage de la ponte et division de la colonie" et les méthodes mécaniques "plateau grillagé, traitement thermique et saupoudrage" utilisent certaines particularités de la biologie du parasite et/ou de son hôte. Ils représentent la seule approche réellement durable de mise au point de techniques de contrôles du varroa dont les plus utilisées sont :

VI 3.1.4-2-1- Sélection de souches tolérantes/résistantes à *V. destructor*

Plusieurs programmes de sélection se sont attelés pour l'obtention d'abeilles capables de co-exister avec le varroa. La sélection naturelle ou "Bond test" qui consiste en l'arrêt de tout traitement acaricide. Après un déclin au cours des trois premières années, une petite population d'abeilles s'établit et survit sans aucun traitement.

Plusieurs auteurs ont observé l'évolution des colonies et ils avancent que celle-ci suit le principe suivant: les nouvelles reines sont alors issues des colonies ayant survécu au test en utilisant uniquement les colonies ayant à la fois la meilleure productivité en miel et le moins de *V. destructor*. En revanche, les pertes annuelles de colonies restent comparables à celles enregistrées par les apiculteurs utilisant des acaricides (15 %). Ceci mène à dire que la sélection naturelle pourrait donc conduire à des résultats inattendus concernant la performance de la colonie.

VI 3.1.4-2-2- Piégeage des varroas dans du couvain mâle

Fries et al. (1994) ont remarqué que les femelles de varroa préfèrent pondre dans les cellules du couvain de mâles (6 à 12 fois plus infesté que celui des ouvrières) d'où l'idée de retirer ce couvain au fur et à mesure de son operculature. Calderone, (2005) quant à lui a montré qu'un retrait une fois par mois (Juin, Juillet, Août et septembre) n'aurait aucune conséquence négative sur le développement et

les performances des colonies d'abeilles. Charriere et *al.* (2003) rajoutent que la pression parasitaire serait nettement réduite et pourrait être divisée par 3.5 en fin d'été. Cette méthode serait donc parfaitement recommandable et adaptable pour la gestion des ruchers aux effectifs réduits. Elle resterait envisageable pour des ruchers plus importants, même si cela nécessite une organisation particulière.

VI 3.1.4-2-3- Plateau grillagé

Afin de réduire l'infestation de la population de *Varroa*, les ruches sont dotées d'un faux-fonds, où un plateau grillagé, à maillage suffisamment fin pour laisser passer les varroas. En effet, régulièrement des varroas chutent au fond de la ruche et un certain nombre sont vivants et sans blessures. Ils sont incapables de regagner la colonie par leurs propres moyens. Il est à signaler que les parasites peuvent survivre jusqu'à 71 h en présence de cadavres d'abeilles, et seulement 21 h sans nourriture selon De Guzman, (2008). Aussi, la présence du plateau grillagé au fond de la ruche, empêche les ouvrières d'y accéder et évite les ré-infestations par les acariens tombés au fond de la ruche. À cet effet, Harbo et Harris, (2004) ont montré que le pourcentage de la population d'acariens située dans le couvain serait moins élevé dans les ruches à fond grillagé (57%) que dans les ruches classiques (74%). Or, cette population représente l'ensemble des acariens en cours de reproduction. La diminution de ce pourcentage indique que l'ajout d'un plateau grillagé au fond des ruches permet alors de freiner le niveau d'infestation des colonies.

VI 3.1.4-3- Acaricides biologiques (bactéries, virus, champignons et composés naturels)

En ce qui concerne les bactéries, peu d'entre elles, appartenant aux familles des Bacillaceae et des Micrococcaceae, ont été testées pour le contrôle de l'infestation par *V.destructor*. Toutefois, ces essais restent à l'échelle de laboratoire.

Pour ce qui est des virus, deux ont été identifiés comme d'iridovirus d'acariens issus d'une colonie d'abeilles moribonde au Nord-Est des Etats-Unis. Cependant, ce virus semble létal à la fois pour les varroas que les abeilles.

Quant aux champignons entomo-pathogènes (*Metarhiziu manisopliae*, *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecani...*), ils offriraient une perspective de lutte intéressante par pulvérisation ou avec des lanières chez *V. destructor* sans atteinte sur les ouvrières et sur la fécondité des reines .

En résumé, si la lutte biologique avec les bactéries , les virus et les champignons semblerait être une piste de recherche pour lutter contre *Varroa*, elle reste nécessairement risquée car nous ne pourrions jamais contrôler l'évolution naturelle des agents biologiques utilisés, une fois qu'ils seront intégrés aux colonies. Pour contrecarrer cette nouvelle donnée, les composés naturels utilisés sembleraient être une solution de remplacement. Ces produits, à savoir, l'acide formique, l'acide oxalique, l'acide lactique et le thymol représenteraient le cadre des composés naturels utilisés pour le contrôle de la varroase.

À cet effet, un grand nombre d'études ont été menées sur les applications sous différentes conditions climatiques et apicoles, à savoir, la concentration, la durée, le nombre de traitements et les méthodes d'application (poudrage, alimentation, évaporation, fumigation et pulvérisation). Les résultats obtenus ont été très prometteurs. Floris et *al.*, (2004) ; Bogdanov, (2006) ; Emsen et Dodologlu, (2009) ont trouvé des résidus infimes dans le miel et qui ne présenteraient aucun danger pour la consommation humaine.

Toutefois, il est utile de signaler que ce traitement ne serait efficace qu'en absence de couvain. Aussi, il constituerait souvent un traitement de début d'hiver complémentaire à un traitement de fin d'été selon Charrière.

VI 3.2.- Les virus

VI 3.2.1.- Description des agents causaux

Les virus sont des parasites intracellulaires obligatoires. Ils utilisent la machinerie cellulaire de l'hôte infesté pour se répliquer et causent de ce fait des dommages. Ils sont composés uniquement d'acides nucléiques entourés par une capsidie protéique. Chez l'abeille, environ 18 virus sont connus jusqu'à présent. A l'exception du virus filamenteux (FV, *filamentous virus*) qui est considéré comme un virus à génome ADN, tous les virus de l'abeille domestique identifiés à ce jour sont des petits virus à ARN

simple brin positif et à capsid non enveloppée. Les virus de l'abeille appartiennent à la famille des Dicistroviridae . Ils sont ronds et mesurent de 15 à 30 nm de diamètre.

VI 3.2.2.- Transmission

La transmission horizontale entre individus d'une même génération peut être directe ou indirecte. Celle directe peut par exemple survenir par contact cutané. Les abeilles peuvent transmettre le virus de la paralysie chronique (CBPV) par contact, notamment au niveau de blessures. La contamination est dite indirecte lorsqu'elle se fait via un intermédiaire. Les particules virales excrétées via les excréments d'abeilles touchées par le CBPV peuvent contaminer les individus en contact avec celles. La transmission des virus peut être également verticale. Une reine contaminée avec un virus mis en évidence dans les ovaires et la spermathèque peut pondre des œufs infestés.

VI 3.2.3.- Principaux virus de l'abeille

L'infection des abeilles par les virus est souvent latente et ne présente souvent pas de pathogénie ou de symptômes . Ceux présentés ci-dessous sont les plus connus et qui provoquent des problèmes aux colonies (Tab.3).

VI 3.2.3.1. - Virus des ailes déformés (DWV)

Le DWV (Deformed Wing Virus) a été initialement isolé à partir des abeilles adultes au Japon sur des colonies infestées par *Varroa destructor*. Il a ensuite été identifié comme une cause de la mortalité des colonies abeilles dans de nombreux pays. C'est le virus le plus prévalent et le plus dangereux actuellement .Le nom donné au virus provient du symptôme caractéristique des ailes déformées ou peu développés dans les abeilles nouvellement écloses à partir de colonies infectées .Le virus des ailes déformées touche les oeufs, larves, nymphes et abeilles adultes . Ce même virus peut être détecté dans toutes les parties du corps de l'abeille .

Les nourrices infectées transmettent le virus aux jeunes larves par le biais de la gelée larvaire .Les abeilles adultes se transmettent le virus lors de la trophallaxie .

VI 3.2.3.2 – Virus de la paralysie aiguë des abeilles (ABPV)

L'ABPV (Acute Bee Paralysis Virus) a été découvert au cours de travaux de laboratoire sur l'identification de l'agent causal de la maladie virale CBPV. Avant la propagation de l'acarien *Varroa destructor*, ce virus n'a été jamais associé à une mortalité ou une maladie au niveau de la colonie. Il a été détecté dans le cerveau, dans les tissus et les glandes salivaires des abeilles. En Europe, de grandes quantités de virus ont été détectés sur des abeilles adultes et du couvain des colonies mortes fortement infestées par *Varroa destructor* .(Tableau 5)

Des expériences en laboratoire ont démontré que des les acariens adultes *Varroa destructor* pourraient agir en tant que vecteurs du virus. Des séquences virales ont été détecté dans le sperme prélevé à partir de faux-bourçons indiquant que le virus ABPV peut être également transmis verticalement .

VI 3.2.3.3 - Virus de la cellule noire de la reine (BQCV)

Le BQCV (Black Queen Cell Virus) a été isolé pour la première fois sur une larve d'une reine morte trouvée partiellement décomposé dans une cellule royale sombre avec une couleur noire de la paroi, d'où le nom de ce virus. BQCV est associé avec le parasite *Nosema apis* dans son cycle de développement.

Le pic de l'infection par ce virus se situe au printemps et en début de l'été. Ce virus est rarement détecté sur les larves des ouvrières, le couvain des ouvrières reçoit moins de nourriture que la larve de la reine, donc si il y a une infection virale la quantité ingérée est moins importante que celle ingérée par la reine. Le BQCV peut être transmis verticalement. Sa transmission est largement indépendante de l'acarien *Varroa destructor*.

Tableau 5- Les 11 principaux virus de l'abeille : l'historique de leur découverte, les particularités démontrées en infection expérimentale, leur association avec d'autres agents pathogènes ainsi que l'impact supposé ou démontré de la virose sur la santé des colonies et les symptômes décrits sur les ruchers .

Virus	Découverte	Infection expérimentale	Conséquence de la virose et symptômes
Virus de la paralysie aiguë (ABPV, <i>acute bee paralysis virus</i>)	Lors d'études sur le CBPV (1963).	Symptômes de paralysie précoce, mortalités rapides	Participe aux affaiblissements, associé à <i>V. destructor</i> en entraînant des mortalités d'ouvrières et de couvain
Virus de la cellule royale noire (BQCV, <i>black queen cell virus</i>)	À partir de larves de reines dans des alvéoles à parois noires (1977).	Dépendant de <i>N. apis</i> pour l'infection des adultes.	Participerait à des mortalités d'ouvrières, associé à <i>N. apis</i> . Entraînerait des mortalités de larves de reines
Virus X de l'abeille (BVX, <i>bee virus X</i>)	Lors de l'étude d'autres virus (1974).	Pas de symptôme, raccourcirait la durée de vie des adultes	Participerait à des mortalités d'ouvrières, associé à <i>M. mellificae</i> .
Virus Y de l'abeille (BVY, <i>bee virus Y</i>)	À partir d'abeilles mortes en Angleterre (1980).	Dépendant de <i>N. apis</i> pour l'infection des adultes	Participerait à des mortalités d'ouvrières, associé à <i>N. apis</i> .
Virus de la paralysie chronique (CBPV, <i>chronic bee paralysis virus</i>)	Maladie connue depuis l'antiquité (Aristote) : maladie noire ou paralysie chronique.	Symptômes paralytiques plusieurs jours avant la mort.	Entraîne des mortalités, parfois importantes, d'ouvrières dépilées et noires avec des symptômes de tremblements.
Virus des ailes nuageuses (CWV, <i>cloudy wing virus</i>)	À partir d'abeilles aux ailes opaques (1980).	Pas de symptôme précis, études sujettes à controverse.	Conséquences mal connues. La dissémination du virus serait associée à <i>V. destructor</i> , ns.
Virus des ailes déformées (DWV, <i>deformed wing virus</i>)	À partir d'abeilles provenant du Japon (1983).	Déformations des ailes et du corps des abeilles naissantes.	Participe aux affaiblissements, associé à <i>V. destructor</i> , c en entraînant des mortalités d'ouvrières et des déformations d'abeilles naissantes.
Virus filamenteux (FV, <i>filamentous virus</i>)	À partir d'hémolymphe d'abeilles aux USA (1977).	Pas de symptôme, ni mortalité.	Conséquences mal connues. Virus considéré comme commun mais non pathogène
Virus du Cachemire (KBV, <i>Kashmir bee virus</i>)	À partir d'abeilles <i>Apis cerana</i> provenant du Cachemire (1974).	Mortalités très rapides sans symptôme.	Participerait aux affaiblissements associé à <i>V. destructor</i>
Virus du couvain sacciforme (SBV, <i>sacbrood virus</i>)	1er virus identifié comme responsable d'une maladie : le couvain sacciforme (1917).	Mortalités de larve en forme de sac.	entraînant des affaiblissements de colonies.
Virus de la paralysie lente (SBPV, <i>slow bee paralysis virus</i>)	Lors de l'étude du BVX (1974).	Symptômes de paralysie tardive, suivi de mortalités	Participerait à des mortalités d'ouvrières associé à <i>V. destructor</i>

VI 3.2.3.4.- Le couvain sacciforme (SBV)

Le SBV (Sac Brood Virus) est une maladie infectieuse de l'abeille causant des pertes énormes pour la colonie. Les symptômes caractéristiques sont un couvain clairsemé et de larves en forme de petits sacs. C'est la première maladie des abeilles attribuée à un virus, ce dernier a été identifié dans un couvain malade en 1917 par WHITE . Ensuite ce même virus a été isolé par BAILEY *et al* (1964). Bien qu'il soit principalement une maladie des larves. Le SBV se multiplie dans les abeilles adultes sans induire de symptômes évidents .Il se reproduit beaucoup plus dans la tête des abeilles adultes infectées que dans d'autres parties du corps et de grandes quantités de virus ont été détectées dans les glandes nourricières .Ce virus se transmet aux jeunes larves par les nourrices avec la gelée larvaire .

VI 3.2.3.5.- Virus du Cachemire (KBV)

Le KBV (Kashmir Bee Virus) a été découvert en 1974 sur l'abeille domestique asiatique *Apis cerana* provenant de la région de Cachemire. Le KBV ne provoque pas de symptômes cliniques caractéristiques. Ce virus peut être détecté sur les abeilles adultes et dans le couvain. *Varroa destructor* peut transmettre le virus entre abeilles adultes et entre les nymphes .

Ce même virus a été détecté également sur les acariens *Varroa*. L'impact de l'infection par le virus KBV sur les colonies d'abeilles et son rôle dans la mortalité des colonies infestées par *Varroa* sont encore mal compris.

VI 3.2.3.6.- Virus de la paralysie chronique (CBPV)

L'agent causal du CBPV (Chronic Bee Paralysis Virus) a été isolé en 1963 par BAILEY *et al.* Les abeilles touchées par ce virus deviennent incapables de voler, tremblantes, rampantes, entassées dans les ruches, aux ailes disloquées avec l'abdomen gonflé. La voie d'entrée du virus peut être orale ou cutanée . Le CBPV se transmet facilement entre les abeilles adultes expérimentalement par application à la surface de la cuticule, Le virus envahit le corps des abeilles adultes via le cytoplasme épidermique . L'infection par voie orale moins efficace, peut également contribuer à la diffusion de ce virus via le partage de la nourriture. Ce virus peut être détecté chez la reine, et dans tous les stades de développement de l'abeille.

VI 4- Autres parasites et ennemis des abeilles

VI 41-Le frelon asiatique

Le frelon asiatique, *Vespa velutina nigrithorax*, est un hyménoptère apparu en Europe et plus particulièrement en France en 2004, près d'Agen. Il semblerait qu'il ait profité du transport de poteries chinoises (vers le vieux Continent pour s'introduire clandestinement. Comme son nom l'indique, il est originaire d'Asie . Néanmoins, le climat tempéré régnant dans nos pays et sa capacité d'adaptation lui ont permis de s'établir durablement et de prospérer. Chaque année, la ligne de frontière qui marque la zone où on le trouve de celle où il est absent s'étend vers le Nord et le Sud. Ainsi, il se trouve désormais en Espagne , au Portugal , en Italie et même en Belgique . Son invasion engendre de sérieux problèmes pour l'abeille domestique *Apis mellifera* .

Le frelon asiatique est une espèce sociale, vivant en colonie dans un nid dont la taille varie en fonction du nombre d'individus, qui peut aller jusqu'à 13 000 . Les mécanismes de communication, notamment olfactifs, qui rendent l'eusocialité possible, ont d'ailleurs été récemment étudiés chez le frelon. La colonie n'a qu'une durée de vie d'un an, il s'agit d'une société dite « annuelle ». L'hiver arrivant, la colonie produit des mâles et des futures reines en grande quantité. Ces jeunes reines quittent le nid pour hiverner dans un endroit propice, comme par exemple dans le sol, tandis que le reste du nid périclité. Au printemps suivant, chaque reine fondera un nouveau nid .Particulièrement en été et en automne, le frelon s'attaque aux abeilles, qui constituent l'une de ses sources de protéines et le tiers de son régime alimentaire. Il se positionne ainsi en vol stationnaire devant une ruche et essaie d'attraper les butineurs revenants à la ruche, alourdies par leurs charges en nectar et en pollen.

Une fois qu'il en tient une, le frelon dissèque l'abeille et ne garde que la tête et le thorax pour donner à ses larves. Il exerce 2 effets néfastes principaux sur la colonie. D'une part, la préemption répétée de butineuses par des frelons sur la même ruche diminue le stock de butineuses, ce qui peut engendrer un déséquilibre dans l'apport de ressources à la ruche et notamment aux larves. D'autre part, sa présence devant la planche d'envol dissuade de nombreuses butineuses de s'aventurer à l'extérieur. Par conséquent, les fréquences de sortie et de rentrée dans la ruche diminuent et l'activité globale de la colonie baisse. Il n'existe malheureusement pas encore d'études pluri-annuelles pour évaluer son impact. Mais, de manière empirique, certains apiculteurs professionnels estiment avoir perdu 30 à 50 % de leur cheptel.

Globalement, les produits sucrés de la ruche les intéressent moins et ils ne s'aventureront dans une ruche que si la colonie qui l'occupe est morte ou très affaiblie.

La capture d'une fondatrice revient à éviter la formation d'un nid et donc la naissance de centaines de frelons. Il faut toutefois veiller à positionner correctement les pièges et à utiliser des appâts sélectifs. En effet, le piégeage a aussi un impact très négatif sur la biodiversité non ciblée, comme par exemple les frelons européens mais aussi les abeilles en premier lieu . (fig26 et 27)



Fig 26 : photo Le Frelon asiatique



Fig 27 : photo Piège pour frelons asiatiques

VI 42- Effets des pesticides

Les premiers insecticides utilisés remontent à 3000 ans avec l'utilisation du soufre sur de nombreuses cultures ; le soufre présentant aussi un intérêt pour la croissance des plantes (engrais) . Au XVème siècle, des éléments naturels toxiques étaient utilisés, comme l'arsenic, le mercure ou le plomb. Il faudra attendre la fin du XIXème siècle pour qu'apparaissent des composés plus sophistiqués. Des composés organiques sont alors extraits de plantes comme le pyrethrum, la rotenone et la nicotine. Les insecticides organiques synthétiques, quant à eux, sont apparus entre les années 1930 et 1940. Le premier insecticide, herbicide et fongicide est le dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT). Aujourd'hui, il existe environ 700 pesticides pouvant agir sur 95 cibles biochimiques différentes appartenant aux insectes, aux plantes ou aux moisissures. La plupart des insecticides ciblent le système nerveux dont les éléments sont très conservés dans l'évolution. Les pesticides ont évolué dans le but d'être de plus en plus efficaces et spécifiques de leurs cibles. Les doses efficaces de produit utilisé ces 30 dernières années représentent 1 à 10% de celles qui étaient utilisées avant.

Ces derniers sont utilisés soit de manière curative pour éliminer des ravageurs déjà présents, soit de manière préventive pour s'assurer de ne pas être envahi. Parfois, ces insecticides sont présents à la surface des graines semées sous forme d'enrobage, voire parfois produits par la plante elle-même dans le nectar et le pollen, lorsque la plante est génétiquement modifiée. Plus de 161 pesticides différents ont ainsi été trouvés dans des colonies d'abeilles. De manière générale, la lutte chimique est souvent privilégiée, au détriment de formes biologiques plus respectueuses de l'environnement et des Hommes. Ces pesticides agissent sur le système nerveux des insectes cibles par contact, inhalation ou ingestion et entraînent une paralysie puis la mort . Malheureusement, sans être ciblées, les abeilles qui fournissent pourtant un travail de pollinisation intéressant pour le cultivateur, s'intoxiquent de la même manière. L'une des familles les plus couramment citée comme nocive pour les abeilles est celle des néonicotinoïdes. Cette famille a la particularité d'avoir un mode d'action systémique, ce qui signifie que le principe actif est distribué à l'intégralité de la plante de par sa solubilité, notamment dans le pollen et le nectar .Toutefois, les autres familles de pesticides provoquent également des effets sur les abeilles et agissent parfois en synergie.

L'intoxication peut prendre plusieurs formes. Il y a la forme aiguë, qui entraîne une mortalité brutale des butineuses dans les heures qui suivent le survol du champ. L'intoxication est particulièrement marquée lorsque le survol du champ a lieu moins de 30 minutes après l'épandage. Elle est maximale si les abeilles sont sur les fleurs au moment de l'épandage. Cette forme est assez évocatrice et ne laisse que peu de doutes quant à la cause de la mortalité.

Il y ensuite la forme chronique, qui entraîne une mort plus lente et insidieuse, parfois plusieurs jours après que l'abeille a été soumise aux pesticides. On observe chez les abeilles un changement de comportement, elles ont l'air désorientées, tremblent et peinent à voler à cause d'un manque de coordination). Souvent, l'abeille ne revient même pas à la ruche, de sorte que la mortalité n'est pas diagnostiquée par l'apiculteur.

En outre, les abeilles sont susceptibles d'intoxiquer toute la colonie si les produits qu'elles ramènent sont contaminés, dans la mesure où les larves sont dix fois plus sensibles que les abeilles adultes. En cas d'intoxication chronique, l'apiculteur se trouve démuné pour expliquer les mortalités de ses ruches, et même s'il suspecte des traitements sur les champs alentour, il lui est bien difficile de le démontrer.

Les pesticides n'engendrent pas que de la mortalité mais ont également des effets toxiques sublétaux qui se traduisent par des troubles de croissance ou de reproduction selon les individus concernés, un moindre développement des glandes hypopharyngiennes ainsi qu'une récolte de réserves altérée. Notons que tous les effets observés sur l'abeille domestique le sont également chez les bourdons.

VI 43- Les monocultures

L'intensification de l'agriculture a conduit à une spécialisation de certaines régions en région céréalière, donnant lieu à de grandes plaines de cultures composées d'une seule ou d'un très petit nombre de variétés de plantes (blé, colza, tournesol...), a *fortiori* car l'utilisation additionnelle de pesticides se charge d'éliminer les plantes sauvages résiduelles. Et au sein même d'une espèce donnée, la diversité variétale s'est considérablement amenuisée. Pour le blé par exemple, 10 variétés seulement représentaient en 2015 plus de 50% des surfaces cultivées pour cette céréale. En conséquence, les nombreuses espèces d'abeilles inadaptées à ladite variété se retrouvent toutes dépendantes d'une ressource très faible, composée des quelques haies résiduelles et vergers environnants. A long terme, de nombreuses espèces disparaissent et ne restent alors que les quelques espèces adaptées à ces monocultures.

Par ailleurs, les abeilles ont besoin d'un apport en pollen varié pour leur régime alimentaire, en particulier pour le développement de leur système immunitaire. Or, le pollen ne peut être varié que si la ressource florale l'est, ce qui n'est pas le cas dans les monocultures. L'une des conséquences possibles de ce déséquilibre est la carence en certains acides aminés essentiels et la baisse de résistance envers certaines maladies, comme la nosérose.

Lorsqu'on s'y intéresse de plus près, les espèces d'abeilles préférant les plantes qui ne sont pas des cultures montrent des populations en décroissance. Ceci confirme que de nombreuses espèces sont incapables d'utiliser des ressources qui paraissent pourtant abondantes.

En guise de synthèse, il a été montré que l'abondance d'abeilles et leur diversité était maximale dans des champs d'espèces diversifiées, cultivés dans le cadre d'une agriculture biologique et au sein de paysages avec des habitats. Finalement ce résultat sonne comme une évidence.

LEXIQUE

Allogamie : Fécondation* d'une fleur par du pollen provenant d'une autre fleur de la même espèce, de la même variété ou du même cultivar, et portée ou non par le même pied.

Angiospermes : Plantes à graines encloses dans un fruit. Embranchement comportant plus de 200 000 espèces végétales. Ils ont la particularité de former des fleurs où les parties reproductrices (étamines, pistils) sont entourées de feuilles modifiées (pétales, sépales).

Corolle : (ou corole) Partie de la fleur formée par l'ensemble de ses pétales, par opposition au **calice**, constitué par les sépales.

Couvain : Membres immatures d'une colonie, comprenant les oeufs, les larves et les nymphes.

Couvain operculé : Couvain qui a été operculé ou scellé dans les alvéoles par les abeilles, avec parfois des opercules poreux, généralement à l'état de nymphose (passage de l'état larvaire à l'état adulte, voir nymphe).

Couvain non operculé : Couvain non encore scellé par les abeilles. D'une manière générale le terme désigne les oeufs et les larves.

Étamines : Organe mâle de la fleur produisant le pollen. L'ensemble des étamines constitue l'androcée.

Fécondation : Union du gamète* mâle et du gamète femelle pour former le zygote.

Fourragère : Se dit de plantes cultivées pour l'alimentation du bétail.

Gamètes : Cellules sexuelles mâles et femelles dont la fusion conduit à la formation de

Gelée royale : La gelée royale est le produit de sécrétion du système glandulaire céphalique (glandes hypopharyngiennes et glandes mandibulaires) des abeilles ouvrières, entre le cinquième et le quatorzième jour de leur existence (ouvrières qui portent alors le nom de nourrices). Elle est composée généralement de glucides (14,5%), lipides (4,5%), protides (13%) et d'eau (66%). On y trouve également des vitamines (notamment vitamine B5), des oligo-éléments dont une substance antibiotique. Elle sert à alimenter la reine et, en partie, les jeunes larves.

Glande de Dufour : (ou glande des gaines de l'aiguillon). Annexe de l'appareil vulnérant, elle secrète plusieurs substances dont certaines sont bactéricides et fongicides chez de nombreuses abeilles sociales ou solitaires (Cane et al., 1983; Hefetz, 1987; Roubik, 1989). Elle émet également chez l'abeille (bourdons, fourmis, etc...) une phéromone, ou plus exactement un complexe phéromonal à effet répulsif (Frankie et Vinson, 1977) pour l'alarme, la défense, le marquage des oeufs ou des fleurs visitées (Giurfa et Nùñez 1992 ; Giurfa, 1993; Goulson et al. 1998).

Glande de Koschevnikov : Elle libère une quarantaine de phéromones d'alarme très actives lorsque le dard libère son venin. C'est une glande associée à l'appareil vulnérant.

Glande (ou organe) de Nasanov : Elle est composée de plusieurs centaines de cellules se situant sous le sixième et dernier tergite (telson ou pygidium) de l'ouvrière (Snodgrass 1956).

Elle permet l'émission d'un signal phéromonal utilisé par les abeilles quand elles découvrent une source peu odorante, comme de l'eau (Ribbands, 1955) ou une solution sucrée (Free et Williams I.H., 1972), mais aussi à l'entrée de la ruche pour que les autres abeilles la localisent mieux en cas de désorientation d'une partie de la colonie (Sladen 1901; Ribbands and Speirs 1953; Renner 1960; Butler et al., 1969), lors de mauvais temps, par exemple. D'autre part, l'association entre le fonctionnement de la glande de Nasanov et la marche des abeilles sur un support aurait un rôle de marquage (Winson, 1987 ; Cassier et Lensky, 1993).

Glandes tergaes : Situées sous les tergites (segments dorsaux), elles assurent l'émission par la reine d'une phéromone entraînant une suppression du développement ovarien des ouvrières.

Lignée pure : Une lignée pure est une lignée pour laquelle les caractéristiques morphologiques ou biologiques se retrouvent inchangées d'une génération à l'autre.

Miel monofloral : Miel élaboré à partir du nectar ou du miellat* provenant d'une espèce végétale unique ou prépondérante.

Miellée : En apiculture, la miellée correspond à un pic d'activité des essaims au cours duquel la production de miel est la plus intense. Le phénomène se produit au printemps et surtout à la fin de l'été, lorsque les ressources mellifères sont les plus abondantes et les conditions météorologiques favorables. Une miellée peut être caractérisée par la saison au cours de laquelle elle a lieu ou par les plantes en cours de floraison : miellée de printemps, miellée de pissenlit, de sapin.

Miellat : Le miellat est un liquide épais et visqueux, constitué par les excréments liquides, riches en sucres et en acides aminés, des Homoptères (pucerons) ou de cochenilles. Il est récolté par l'abeille en complément ou en

remplacement du nectar afin de produire un miel plutôt sombre, moins humide que le miel de nectar, également appelé miellat (miel de sapin, miel de forêt, miel de chêne...).

Nyctémère : (ou nyctémère) Terme désignant une alternance d'un jour et d'une nuit et correspondant à un cycle biologique de 24 heures.

Nymphe : Stade non alimenté entre la larve et l'adulte, pendant lequel le développement vers la forme finale d'adulte s'accomplit.

Ommatidie : Un oeil composé, ou oeil à facettes, est constitué d'un ensemble de récepteurs sensibles à la lumière qui sont appelés des ommatidies.

Parthénogenèse : Multiplication à partir d'un gamète femelle non fécondé. Ce phénomène s'observe naturellement chez certaines espèces végétales et animales. La parthénogenèse est une reproduction monoparentale et permet la production d'un grand nombre d'individus sans la présence de l'organisme mâle.

Pédoncule : Pièce florale en forme de tige, parfois appelée queue, qui porte les fleurs, puis, après la fécondation, les fruits.

Pelote de pollen : L'abeille transforme le pollen en pelotes auxquelles elle mélange des enzymes qui vont permettre de dissoudre la solide enveloppe qui enferme les éléments nutritifs à l'intérieur de chaque minuscule grain de pollen.

Phanérogame : Un végétal phanérogame est une plante ayant des organes de reproduction apparents dans le cône ou dans la fleur. La dissémination est assurée par des graines (ou parfois dispersion par des ovules pollinisés ou non chez les Cycadales et le Ginkgo).

Phénotype : Le phénotype est l'ensemble des traits observables (caractères anatomiques, morphologiques, moléculaires, physiologiques, éthologiques) caractérisant un être vivant donné.

Phéromones royales : Phéromones émises par la reine (depuis les glandes mandibulaires, abdominales ou de l'extrémité des pattes) et dont le rôle est capital dans l'organisation de la colonie. Par exemple, la phéromone mandibulaire inhibe l'élevage royal. Lorsque la reine vieillit, sa production diminue et les ouvrières construisent des cellules royales en vue de son remplacement.

Pistil : Organe femelle de la fleur. Il comprend un ovaire (contenant un ou plusieurs ovules) surmonté d'un style* lui-même terminé par un ou plusieurs stigmates*.

Plaques cirières : Situées sur les 4ème à 7ème sternites* de l'ouvrière, dorsalement, par paire, elles abritent les glandes cirières qui sécrètent la cire.

Pollinisation : Transport du pollen des anthères* aux stigmates* de la même fleur (autopollinisation) ou à la fleur d'un autre individu de même espèce (pollinisation croisée).

Proline : Acide aminé (élément constitutif des protéines).

Propolis : La propolis est un complexe fabriqué par les abeilles à partir de leurs sécrétions et d'une série de substances résineuses, gommeuses et balsamiques recueillie sur certains végétaux.

Radiale (symétrie) : Organisation morphologique autour d'un axe.

Réceptacle : Extrémité plus ou moins élargie du pédoncule floral sur laquelle sont insérées les pièces florales.

Sternite : Pièce du tégument formant la partie ventrale d'un arthropode.

Stérilité par fusion des protoplastes (exemple du colza) : Les protoplastes, cellules végétales dépourvues de paroi, peuvent fusionner et régénérer une plante entière. Ici, il s'agit de fusionner un protoplaste de colza mâle stérile (à cytoplasme de radis) et un protoplaste de colza normal (à cytoplasme de colza). On obtient ainsi des colzas ayant des chromosomes de colza et un cytoplasme mixte colza/radis contenant le gène originaire du radis conférant la stérilité mâle. Pour plus d'informations, cf le site internet :

http://www.inra.fr/presse/la_genetique_au_service_de_l_amelioration_du_colza

Stigmate :

1) Extrémité libre du style* surmontant le pistil*. Il est unique ou subdivisé. Sa surface, couverte d'une fine couche de liquide visqueux, est adaptée à la fixation du pollen et à sa germination.

2) Orifice des trachées des insectes et des myriapodes. Il est rare que les stigmates soient toujours béants ; en général, ils sont pourvus d'un dispositif de fermeture sous contrôle nerveux.

Style : Dans les fleurs d'angiospermes*, partie de l'organe femelle de la fleur surmontant les ovaires.

Transgène : Un transgène est la séquence isolée d'un gène, transférée d'un organisme à un autre, (lors de la mise en oeuvre de la transgénèse). Cette modification peut altérer le comportement génétique de l'organisme (ex. production d'une nouvelle protéine).

Trophallactique : De **trophallaxie**, mode de transfert de nourriture, et par extension d'informations, entre individus, utilisé par certains insectes sociaux.

Vernaculaire : Un nom vernaculaire est un nom usuellement donné à une ou plusieurs espèces animales ou végétales dans son pays ou sa région d'origine.

Zygomorphe : La zygomorphie est la caractéristique d'une fleur qui présente une symétrie bilatérale (par opposition aux fleurs à symétrie radiale, dont la morphologie est organisée autour d'un axe).

Références bibliographique

Abd El-Wahab TE., Ebadah IMA et Zidan EW. (2012). Control of *Varroa* mite by essential oils and formic acid with their effects on grooming behaviour of honey bee colonies. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 2, 7674-7680

Abdel-Rahman M.F. (2004). Comparative studies between the characters of some races and hybrids of honeybee in Assiut region, Upper Egypt. Ph.D. Thesis, Assiut Univ., Assiut, Egypt.

Abobakr M., Mahmoud R., Mahmoud A., Abobakr Fa., Fadl G et Gad M. (2016). Antibacterial Activity of Essential Oils and in Combination with Some Standard Antimicrobials against Different Pathogens Isolated from Some Clinical Specimens. *American Journal of Microbiological Research* Vol. 4, No. 1, 2016, pp 16-25. doi: 10.12691/ajmr-4-1-2

Aprotosoae AC., Spac A D., Hancianu M., Miron A., Tanasescu VF., Dorneanu V et Stanescu U.(2010). The chemical profile of essential oils obtained from fennel fruits (*Foeniculum vulgare* Mill.). *FARMACIA*, 58 (1). pp. 46-54

Araya YN., Silvertown J., Gowing DJ., Mc Conway KJ., Peter Linder H et Midgley G. (2011). A fundamental, eco-hydrological basis for niche segregation in plant communities. *New Phytologist*, 189, 253–258.

Asgar E., Sendi J J., Aliakbar A And Razmjou J .(2014). Chemical Composition and Acaricidal Effects of Essential Oils of *Foeniculum vulgare* Mill. (Apiales: Apiaceae) and *Lavandula angustifolia* Miller (Lamiales: Lamiaceae) against *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Psyche: A Journal of Entomology*. Volume 2014, Article ID 424078, 6 pages

Awol M., Berhanu Y., Alemnesh T, and Solomon T. (2016). In Vitro Antimicrobial Activity of Essential Oil of *Thymus schimperi*, *Matricaria chamomilla*, *Eucalyptus globulus*, and *Rosmarinus officinalis*. *International Journal of Microbiology Volume 2016* , Article ID 9545693, 8 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2016/9545693>

Bakkali Aissaoui A., Amrani A., Zantar S et Toukour L. (2018). Activité Acaricide Des Huiles Essentielles Du *Mentha Pulegium*, *Origanum Compactum* Et *Thymus Capitatus* Sur L'acarien Phytophage *Tetranychus Urticae* Koch (Acari : Tetranychidae). *European Scientific Journal January 2018 edition Vol.14, No.3* ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431

Baser KHC. and Buchbauer G. (2010). Handbook of Essential oils : Science, Technology and Applications. CRC Press. UK.

Basli A., Chibane M., Madani K et Oukil N. (2012). Activité antimicrobienne des polyphénols extraits d'une plante de la flore d'Algérie : *Origanum glandulosum* Desf. *Pharmacologie*. 10 : 2-9.

Belhattab R., Larous L., Figueiredo AC., Santos P. A. G., Barroso J G and Pedro L G. (2005). *Origanum glandulosum* Desf. Grown Wild in Algeria: Essential oil composition and glycosidic bound volatiles. *Flavour and Fragrance J*, 20: 209-212.

Belkamel A., Bammi J., Belkamel A., et Douira A. (2013). Étude de la composition chimique de l'huile essentielle d'une endémique Ibéromarocaine : *Origanum compactum* (Benth.). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 19 (1) : 2880-2887

- Belkhiri F., etBaghiani A. (2017).** Plantes médicinales Activités antioxydantes et antibactériennes Etude de cas : *Tamus communis* et *Carthamus caeruleus*. Edition Éditions Universitaires Européennes OmniScriptum GmbH & Co. KG ISBN 978-3-330-86516-7
- Benbelaïd F., Khadir A., Abdoune M A., and Bendahou M. (2013).** Phytochemical screening and *in vitro* antimicrobial activity of *Thymus lanceolatus* Desf. from Algeria. Asian Pac J Trop Dis. 2013 Dec; 3(6): 454–459. doi: [10.1016/S2222-1808\(13\)60100-0](https://doi.org/10.1016/S2222-1808(13)60100-0)
- Benchabane O., Hazzit M., Baaliouamer A et Mouhouche F. (2012).** analysis and Antioxidant Activity of the Essential Oils of *Ferula vesceritensis* Coss et Dur. and *Thymusmunbyanus* Desf. *Journal of Essential Oil Bearing Plants .vol16.P:* 774-781.
- Bradbear N. (2010).** Le rôle des abeilles dans le développement rural Manuel sur la récolte, la transformation et la commercialisation des produits et services dérivés des abeilles. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. Rome, 2010.
- Cervo R., Bruschini C., Cappa F., Meconcelli S., Pieraccini G. et Pradella D. (2014).** High *Varroa* mite abundance influences chemical profiles of worker bees and mite-host preferences. *J Exp Biol* 217: 2998–3001. pmid:25165133.
- El Ajjouri M., Ghanmi M., Satrani B., Amarti F., Rahouti M., Aafi A., Ismaili M. R. et Farah A. (2010).** Composition chimique et activité antifongique des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut. et *Thymus ciliatus* (Desf.) Benth. Contre les champignons de pourriture du bois, *Acta Botanica Gallica*, 157:2, 285-294, DOI: [10.1080/12538078.2010.10516206](https://doi.org/10.1080/12538078.2010.10516206)
- El-Akhal F., Greche H., Ouazzani C F., Guemmouh R et El Ouali A L.(2015).** Composition chimique et activité larvicide sur *Culex pipiens* d'huile essentielle de *Thymus vulgaris* cultivées au Maroc Chemical composition and larvicidal activity of *Culex pipiens* essential oil of *Thymus vulgaris* grown in Morocco *J. Mater. Environ. Sci.* 6 (1) (2015) 214-219 *El-Akhal et al* ISSN : 2028-2508 CODEN: JMESC� 214.
- Ellis J.d. et Zettel Nalen C M. (2010).** *Varroa* Mite, *Varroa destructor* Anderson and Trueman (Arachnida: Acari: Varroidae). In University of Florida, document EENY-473.
- Forgach P., Bakonyi T., Tapaszti S., Nowontny N. and Rusvai M., (2008).** Prevalence of pathogenic bee viruses in Hungarian apiaries: Situation before joining the European Union. *J. Invertebr. Pathol.*, 98 :235 – 238.
- Forsgren E., Lundhagen A.C., Imdorf A. and Fries I., (2005).** Distribution of *Melissococcus plutonius* in honeybee colonies with and without symptoms of European foulbrood. *Apidologie*, 3: 369 - 374.
- Genersch E. and Aubert M., (2010).** Emerging and re-emerging viruses of the honey bee (*Apis mellifera* L.). *Vet. Res.*, 23: 41 - 54.
- Genersch E., Ashiralieva A. and Fries I., (2005).** Strain and genotype-specific differences in virulence of *Paenibacillus larvae* subsp. *larvae*, a bacterial pathogen causing American foulbrood disease in honey bees. *Appl. Environ. Microbiol.*, 71: 54 – 61.
- Genersch E., Evans J.D. and Fries I., (2010).** Honey bee disease overview. *J. Invertebr. Pathol.*, 103: 2 – 4.
- Giovenazzo P. and Dubreuil P. (2011).** Evaluation of spring organic treatments against *Varroa destructor* in honey bee *Apis mellifera* colonies in eastern Canada. *Experimental and Applied Acarology*. 55 (1):65-76.

Giweli AA., Džamić AM., Soković MD., Ristić MS and Marin PD. (2013). Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of essential oil of *Thymus algeriensis* wild-growing in Libya. *Central European Journal of Biology*, 504–511

Hazzit M., (2002). Arômes alimentaires. *Thèse magister, USTHB, Alger.* 96p.

Hazzit M., Baaliouamer A & Douar-Latreche S. (2013).Effect of heat treatment on the chemical composition and the antioxidant activity of essential oil of *Thymus pallescens* de Noé from Algeria. *Journal of Essential Oil Research Volume 25 (4):*308-314

Heni S., Bennadja S and Djahoudi A. (2015). Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil of *Thymus ciliatus* growing wild in North Eastern Algeria *Journal of Applied Pharmaceutical Science Vol. 5 (12), pp. 056-060, December, 2015*

Hernández-Ochoa L., Aguirre-Prieto YB., Nevárez-Moorillón G., Gutierrez-Mendez N. (2014).Use of essential oils and extracts from spices in meat protection.*Journal of Food Science and Technology*, 51(5):957-963.

James A., Pitchford JW and Plank MJ. (2013). Disentangling nestedness" disentangled. *Nature.* 22;500(7463):E2-3.

Meullemiestre A.(2014). Valorisation des déchets de la filière « bois » en deux étapes : Isolation des molécules extractibles puis Fabrication de charbon actif. Cas du pin maritime. Thèse de Doctorat en Génie des Procédés. Université de La Rochelle, Pp244.

Murugan K., James Pitchai G., Madhiyazhagan P., Nataraj T., Nareshkumar A., Jiang-Shiou H., Chandrasekar R., Nicoletti M., Amsath A. and Ranjeet B. (2014). larvicidal, repellent and smoke toxicity effect of neem products against malarial vector, *anopheles stephensi* *International Journal of Pure and Applied Zoology* ISSN (Print): 2320-9577 Volume 2, Issue 2, pp: 71-83, 2014

Nikolić M., Glamočlija J., Ferreira ICFR., Fernandes Â., Marković T., Marković D., Giweli A. and Soković M. (2014). Chemical composition, antimicrobial, antioxidant and antitumor activity of *Thymus serpyllum* L., *Thymus algeriensis* Boiss. and Reut and *Thymus vulgaris* L. essential oils. *Industrial Crops and Products*,52, 183– 190

Ryabov EV., Wood GR., Fannon JM., Moore JD., Bull JC., Chandler D., Mead A., Burroughs N and Evans DJ. (2014). A Virulent Strain of Deformed Wing Virus (DWV) of Honeybees (*Apis mellifera*) Prevails after *Varroa destructor*- Mediated, or *In Vitro*, Transmission. *PLoS Pathog* 10(6): e1004230. [https://doi.org/ 10.1371/ journal. ppat. 1004230](https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1004230)

Silva B., Silva, T., Franco E.S., Rabelo S., Lima E.R., Mota R., Câmara C.G.D., Pontes Filho N.T., Lima Filho J.V. (2010).Antibacterial activity, Chemical composition and cytotoxicity of leave's essential oil from Brazilian pepper tree (*Schinus terebinthifolius*, Raddi). *Braz. J. Microbiol.*, 41, 158-163.

Touaibia M. (2014).Composition chimique et activité antifongique de l'huile essentielle de *Myrtus communis* L. sur milieu de laboratoire et sur les fruits du fraisier.*Revue « Nature &Technologie» .B-Sciences Agronomiques et Biologiques, n° 12/ Janvier 2015, Pages 66à 72*

Verma R.S., Chauhan A., Verma R.K and Yadav A.K.(2010). Volatile Terpenoid Composition of *Origanum vulgare* L. Derived from Top, Middle and Lower Portions of the Plant Cultivated in *Uttarakhand. Jeobp* 13 (6) 2010 pp 692 – 698.

Verma R.S., Padalia R.C., Et Chauhan A., (2012). Volatile constituents of *Origanum vulgare* L., 'thymol' chemotype: variability in North India during plant ontogeny. *Natural Product Research* Vol. 26, No. 14, 1358–1362.

Wendling S. (2012). *Varroa destructor* (Anderson et Trueman, 2000), un acarien ectoparasite de l'abeille domestique *Apis mellifera* Linnaeus, 1758. Revue bibliographique et contribution à l'étude de sa reproduction. Thèse de Doctorat vétérinaire, Alfort, Créteil : Université Paris- Est Créteil Val de Marne, 2012. 187 p.

Wendling S. (2014). Les particularités de la reproduction de *Varroa destructor*, agent de la varroose de l'abeille domestique. perspectives de lutte reproductive features of *Varroa destructor*, agent of honeybee varroosis. prospects for control. *Bull. Acad. Vét. France* — 2014 - Tome 167 - N°4 <http://www.academie-veterinaire-defrance.org>

Xin Chao Liu, Qiyong Liu, Ligang Zhou, and Zhi Long Liu. (2014). Evaluation of larvicidal activity of the essential oil of *Allium macrostemon* Bunge and its selected major constituent compounds against *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Parasites & Vectors* 2014, 7:184

Yakhlef G. (2010). Etude de l'activité biologique des extraits de feuilles de *Thymus vulgaris* L et *Laurus nobilis* L thèse de magister , université el hadj llakhdar batna.p1,2,5,6,7 .

Yanishlieva NV., Marinova EM., Gordon MH and Raneva VG. (1999). Antioxidant activity and mechanism of action of thymol and carvacrol in two lipid systems. *Food Chem*; 64:59–66.

Zaitoun AA and Madkour MH. (2012). Acaricidal activity of some plant extracts on parasitic bee mite, *Varroa destructor*. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10, 1153-1155