

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem
Faculté des sciences de la Nature et de la vie
Département des Sciences Agronomiques



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de master en Agronomie

Spécialité
Génétique et reproduction animale

Thème :

*L'impact épigénétique sur la physiologie des abeilles ((*Apis mellifica intermissa*))*

Présenté par :

M^{lle} Mersaoui Rayen ouissam

Devant le jury

- Président : Mr NEBBACHE Salim MCA à U. MOSTAGANEM
- Encadreur : Mme. Fassih Aicha U. MOSTAGANEM
- Examineur : Mr. Tahri Miloud Maître-assistant à U. MOSTAGANEM

Année Universitaire : 2019-2020

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Remerciements

Résumé

INTRODUCTION

Partie bibliographique

Chapitre I : Généralités sur les abeilles

Chapitre I : Généralités sur les abeilles	3
Listedes tableaux	Error! Bookmark not defined.
1) L'apiculture	3
1.1. L'apiculture dans le monde	3
1.2. L'apiculture en Algérie	3
1.3. Le marché de la filière apicole	4
2) Définition de l'abeille	4
2.1. Classification systématique	5
2.2. Anatomie de l'abeille	5
2.3. L'exosquelette	6
2.4. La tête	6
Les antennes	6
2.5. Le thorax	6
2.6. L'abdomen	7
3) Organisation sociale des abeilles	7
4) Cycle de développement d'Apis mellifère	7
Cycle annuel	8
5) L'essaimage	9

SOMMAIRE

6) Le pillage	10
7) Le nourrissage des abeilles	10
8.1. L'eau.....	10
8.2. Les sources d'énergie	11
8.3. Le pollen.....	11
8) Le rôle des abeilles dans l'écosystème	12
9.1. Le Rôle biologique	12
9.2. le Rôle économique	12
9.3. Rôle de bio indicateur	12
9) Les produits de la ruche	12
10.1. Le miel.....	13
10.2. Gelée royale.....	15
10.3. Le pollen	16
10.4. La Propolis.....	16
10.5. La cire	17
10.6. Le venin	17

Chapitre II : La reproduction des abeilles

1) Rappel sur la colonie d'abeille.....	19
2) Les Ouvrières	19
3) LA REINE	19
4) Le faux-bourdon (haploïde)	20
5) LA MATURITE SEXUELLE	20
1) la maturité sexuelle des faux-bourdons.....	20
2) Vol nuptial	20
Accouplement.....	20
3) Fécondation.....	21

SOMMAIRE

4) La ponte	21
-------------------	----

Chapitre III L'ÉPIGÉNÉTIQUE CHEZ LES ABEILLES

1) LE GENOME DES ABEILLES	22
2) MECANISMES D'ACTION DE L'ÉPIGÉNÉTIQUE CHEZ LES ABEILLES.....	22
2.1. La méthylation.....	22
3) Modification des histones	23
4) rôle des ouvrières commandé par leur épigénétique.....	23
5) Effet la nutrition sur la méthylation de l'ADN et déterminisme phénotypique Reine ou ouvrière, gelée royale et méthylation de l'ADN	24
6) l'effet de la gelée royale sur l'évolution phénotypique des larves.....	25
7) L'effet de l'épigénétique sur les tâches des ouvrières	25
8) Effet de pesticides comme facteur épigénétique sur le miel.....	26
9) Effet de pesticide sur la reproduction de l'abeille	26

PARTIE EXPERIMENTALE

1) Insecticide	28
2) Matériel biologique.....	30
3) Protocole expérimental	31
4) Analyse statistique	31
5) Matériel biologique.....	35
6) Analyse de la quantité de protéines.....	35
7) Analyse statistique	36
8) Mortalité chronique.....	37
9) Consommation de sirop	38
10) Quantités de l'imidaclopride ingéré:	40
11) Quantités de cire produite:	42
12) Nombre de lamelles cirières:	43

SOMMAIRE

13)	Corrélation entre quantités d'imidaclopride ingéré et le poids de cire produite	45
14)	Discussion	45
15)	Discussion	49

SOMMAIRE

Figure01 :Anatomie externe de l'abeille.....	05
Figure 02 : cycle de vie <i>d'apis milfira</i>	08
Figure0 3 : Les apports des ressources alimentaires chez l'abeille domestique.....	11
Figure 04 :C'est la consommation de gelée royale, qui est à l'origine de la transformation..	25
Figure05 :insecticide Testé.....	28
Figure 06 :Cadre de couvain fermé avec des abeilles naissantes.....	29
Figure 07 :Cagette Pain.....	32
Figure 08 :Cagettes à la fin des expériences Cirebienétendue.....	32
Figure 09 : Cagettes à la fin des expériences Cire nonétirée.....	33
Figure 10 : Lamelles de cire sous les sternites dune abeille cirière.....	33
Figure 11 : Prélèvement d'une lamelledecire.....	34
Figure 12 :Extraction des glandes hypopharyngiennes.....	36
Figure 13 : Notation desglandes Hypopharyngiennes.....	36
Figure 14 : Taux de mortalité après l'administration par ingestion d'imidaclopride.....	38
Figure 15 :. Moyenne des quantités de sirop ingéré en fonction des doses en imidaclopride (DT est le témoin).....	39
Figure 16 Moyenne des quantités d'imidaclopride ingérée en fonction des doses.....	41
Figure 17 Moyenne de cire produite en fonction des doses en imidaclopride (DT est le témoin).....	43
Figure 18 : Moyenne de lamelles cirières produites en fonction des doses D'imidaclopride (DT est le témoin).....	44

LISTE DES TABLEAU

Tableau 1 :Mortalité en fonction de la dose.....	37
Tableau 2 :Quantité de sirop ingéré/abeille/jour en fonction de la dose.....	39
Tableau 3ANOVAQuantité de sirop ingérée.....	40
Tableau 4 Quantité d'imidaclopride/abeille/jour en fonction de la dose.....	41
Tableau 5 Moyen du poids de la cire produite en fonction de la dose.....	42
Tableau 6Nombre de lamelles cirières/abeille en fonction de la dose.....	44
Tableau 7 Quantité de protéines/abeille en fonction de la dose.....	48

Liste des abréviations

Mg : Milligramme

% : Pourcentage

Mm : Millimètre

L : Litre

ml : millilitre

HDC : Histones désacétylases

ADN : Acide désoxyribonucléique

ARNm : Acide ribonucléique messenger

Mpb : Millions de paires de base

DNMT : L'enzyme ADN méthyltransférase

CpG : Cytosines des dinucléotides

MRJP : Major royal Jelly protein

Ng : nanogramme

SOMMAIRE

Remerciements

Je remercie "Allah" le tout puissant qui m'a donné la force et la patience pour mener à bien ce modeste travail.

*Mes remerciements particuliers à mon encadreur. Merci pour votre confiance et votre patience Mme. **FASSIH AICHa** qui m'a honoré en acceptant de diriger ce travail, je lui exprime mes sentiments de reconnaissances les plus sincères pour sa précieuse aide ses encouragements et ses conseils.*

*Je tiens à remercier **Mr** :Mr NEBBACHE Salim (**maitre-** de conférence b l'université à l'université de **Abd El Hamid Ibn Badis - Mostaganem** d'avoir accepté la présidence du jury de mon travail, qu'il trouve ici toutes mes expressions respectueuses.*

*A notre examinateur **Mr.TAHRI MILOUD** (**maitre-assistant à l'université de Abd El Hamid Ibn Badis - Mostaganem** qui nous a fait le plaisir d'examiner ce travaille, mes hommage particulière.*

Mes sentiments de reconnaissance et mes remerciements vont à toute personne qui a participé de près ou de loin dans la réalisation de mon travail

RESUME

La race d'abeille utilisée est *Apis Mellifica intermissa*, Cette étude consiste à un travail de laboratoire de physiologie animale Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem Faculté des sciences de la Nature et de la Vie Département des Sciences Agronomiques.

L'objectif de cette étude consiste à L'objectif de notre travail à l'évaluation des stress présenté d'un pesticide sur la production de cire par les abeilles *Apismellifera intermissa*, sur le développement de leurs glandes hypopharyngiennes.

Nous avons fait 1 : le traitement des ruche contre le varroa avec duthymol, 2 L'évaluation de la production de cire par les abeilles *Apis mellifera intermissa*.

(11%), pour le témoin, lot traité par la dose 0,1 mg (12,82%), (13%) pour le lot traité par la dose de 0,175 mg.

L'action de l'imidaclopride sur le comportement de l'étirage de cire. Cette molécule empêche les abeilles cirières de construire et d'étirer les rayons de cire.

Mot clé : l'imidaclopride, *Apis mellifera intermissa*, cire, glandes hypopharyngiennes, physiologie.

Si les abeilles devaient disparaître, l'humanité n'aurait plus que quatre années à vivre », Albert Einstein (1879-1955). Le déclin des abeilles c'est un sujet d'actualité, d'importants déclin ont été observés dans les populations d'abeilles et touchent les abeilles domestiques (*Apis mellifera* L.) (Dicks al, 2010) .

selon la FAO déclin des abeilles menace la sécurité alimentaire mondiale. CE déclin est une conséquence de l'activité humaine sur l'environnement, de déforestation, de pollution et de réchauffement climatique. La sauvegarde de cette espèce menacées est indispensable vu des implications écologiques, économiques et éthiques qu'aurait sa disparition, sa sauvegarde est capitale.

L'épigénétique est l'étude des changements héréditaires dans l'expression du génésique se produisent sans changement dans la séquence d'ADN. 33 Fait intéressant, les changements épigénétiques peuvent être déclenchés par des facteurs environnementaux Exposition environnementale aux métaux, aux polluants organiques persistants où il a été démontré que les produits chimiques perturbateurs la fonction endocriniens(Baccarelli et Bollati, 2009)..

Parmi les facteurs des stress L'épigénétique, il y a les produits phytosanitaires qui sont les Insecticides, fongicides et les herbicides.

Les effets environnementaux liés à l'usage de ces substances font l'objet D'inquiétudes grandissantes concernant les conséquences sur la santé humaine et animale .Entre autres, l'exposition multiple à des substances, qui n'existaient pas il y a quelques décennies, peut engendrer des troubles de physiologie EC (2009).

Les pesticides dans leur ensemble peuvent tous perturber les insectes pollinisateurs, les herbicides participent à la raréfaction de leurs ressources alimentaires et, dans quelques cas, peuvent avoir une certaine action insecticide.

Les fongicides appartenant à des familles chimiques particulières peuvent également engendrer des troubles inattendus s'ils sont associés à des insecticides peu dangereux. Les insecticides sont les pesticides plus fortement impliqués dans les dommages infligés à la faune pollinisatrice.(Rivière,1996).

L'imidaclopride est l'insecticide le plus utilisé au monde en particulier dans domaine agricole et est impliqué dans le déclin des abeilles domestiques.

Pour ce faire, L'objectif de notre travail est l'évaluation des stress présentée par des pesticides, comme l'imidaclopride une marque Confidor® Supra, sur la production de cire par les abeilles *Apis mellifera intermissa*, sur le développement de leurs glandes hypopharyngiennes.

Notre travail commence par la partie bibliographique, nous avons présenté liée à la vie et la constitution d'une colonie d'abeilles, l'importance de l'abeille pour l'homme et l'écosystème et les mécanismesL'épigénétique impliqué dans la reproduction des abeilles.

Dans la deuxième partie qui est l'expérimentation, nous avons étudié effet deL'imidaclopride sur facteurs liés à*Apis mellifera intermissa*.

. La production de cire par les abeilles *Apis mellifera intermissa* ;

. Le développement des glandes hypopharyngiennes ;

Pour chacune des pratiques, nous avons présenté respectivement le matériel et méthodes utilisés, les résultats puis leurs discussions. Nous avons achevé notre étude par une Conclusion générale.

.

contenu de mémoire

1) L'apiculture

L'apiculture c'est l'élevage de les abeilles domestiques, pour obtenir les produits qu'elles offrent (miel, propolis, gelée royale) (Catays, 2016).

L'apiculture n'a pas que des avantages économiques, mais aussi elle a des avantages pour l'écosystème et la biodiversité (Amirat, 2014).

1.1.L'apiculture dans le monde

L'apiculteur a d'abord été un chasseur-cueilleur, ensuite la domestication de puits 4 500 ans qui étaient le début de l'apiculture.

L'apiculture moderne c'est une industrie dans les pays développés. Adoptée par les chasseurs, cueilleurs ou par des Agronomes aux techniques industrielles (Nicola, 2010).

Le nombre d'Apiculteurs dans le monde est estimé à 6.6 millions possédant plus de 5 millions de ruche (BADREN, 2016).

1.2.L'apiculture en Algérie

Le cheptel apicole algérien est composé de deux races. *Apis mellifera intermissa*, nommée « Abeille tellienne » ou « abeille noire du tell » dont l'aire de distribution se confond avec l'atlas tellien. *Apis mellifera sahariensis*, encore nommée « abeille saharienne » implantée au sud ouest de l'Algérie « Béchar, Ain safra » de couleur noire (Abdelguerfi et al, 2003).

L'activité apicole est intimement dépendante des ressources mellifères dont dispose le pays et qui sont très riches et variées.

L'apiculture est principale dans les régions suivantes :

- Zone littoral**: miel d'agrumes et eucalyptus ;
- Zone montagneuse** : Kabylie : miel de toutes fleurs, lavande, carotte sauvage et bruyère ;
- Hauts plateaux**: miel de sainfoin, romarin et jujubier ;
- Maquis et forêts** : miel toutes fleurs et miellat (Oudjet, 2012).

L'apiculture algérienne pendant la colonisation était traditionnelle surtout chez les Algériens ; mais l'apiculture moderne était particulièrement à la main des colons.

Il y avait 27.885 Apiculteurs dont 260861 Algériens possédant ensemble 231.329 ruches traditionnelles. Les 1000 Apiculteurs Français exploitaient environ 10.000 ruches à cadre,

Avant la guerre de libération nationale, les autorités Françaises estimaient à 300,000 ruches traditionnelles et 20.000 ruches à cadre.

La majorité des ruches traditionnelles a été détruite Pendant la guerre de libération par l'armée Française (SKENDER, 1972).

L'apiculture Algérienne Après l'indépendance il y a eu multiplication par huit des effectifs de l'Apiculture traditionnelle aussi ils ont élaboré un programme de construction de ruches dites Algériennes et l'importation d'abeilles étrangères Depuis 1970, il y a eu le lancement du premier plan quadriennal prévoyant la promotion de cette spéculation. Dans le cadre des programmes spéciaux de Wilayas, des importants crédits ont été accordés pour permettre le développement de l'apiculture en Algérie et la création de coopératives apicoles intégrant les trois secteurs de l'Agriculture : le secteur de la révolution agricole, le secteur autogéré et le secteur privé (BADREN, 2016).

1.3. Le marché de la filière apicole

- La production du miel au monde est de 1 millionne tonne, la Chine est le premier exportateur mondial du miel avec 93000 tonnes et l'Union Européenne est le premier marché d'importation avec 196000 tonnes (BADREN, 2016).
- L'Algérien consomme environ 0,200 kg/an/h. Ces niveaux de consommations restent très faibles. (HADERBACHE, 2015).
- En Algérie, la concurrence des produits importés menace le marché local et les produits apicoles locaux car la production du miel en Algérie ne couvre que 50% de marché et le prix de miel produit en Algérie est plus cher (OUAKLI et al, 2019).

2) Définition de l'abeille

Présente sur Terre depuis environ 60 millions d'années (Schacker, 2008), L'abeille Elles livrent aussi un service écologique précieux et indispensable (Paterson, 2008), les abeilles Assurent la pollinisation des arbres fruitiers et des autres cultures entomophiles et constituent un puissant bioindicateur (Sabatini, 2005).

(*Apis mellifera*) selon Larousse, est un insecte à l'ordre des Hyménoptères vivant en colonies qui comprennent la reine, les faux bourdons et les ouvrières. Produisant la cire et le miel.

2.1. Classification systématique

- Notre abeille domestique *l'API mellifera* synonyme d'abeille porteuse du miel n'est qu'une espèce de genre *apis*, parmi 1400 espèces de famille des apidés (Embranchement : *Arthropodes*)
- Sous embranchement : *Mandibulates*
- Classe : *Insectes*
- Sous classe : *Ptérygotes*
- Ordre : Hyménoptères
- Sous-ordre : *Apocrites*
- Section : *Aculéates* (Neopteres)
- Famille : *Apidés*
- Genre : *Apis*
- Espèce : *mellifera*
- Sous-espèce : *intermiss*; (Marchenay *et* Laurence ., 2007).

2.2. Anatomie de l'abeille

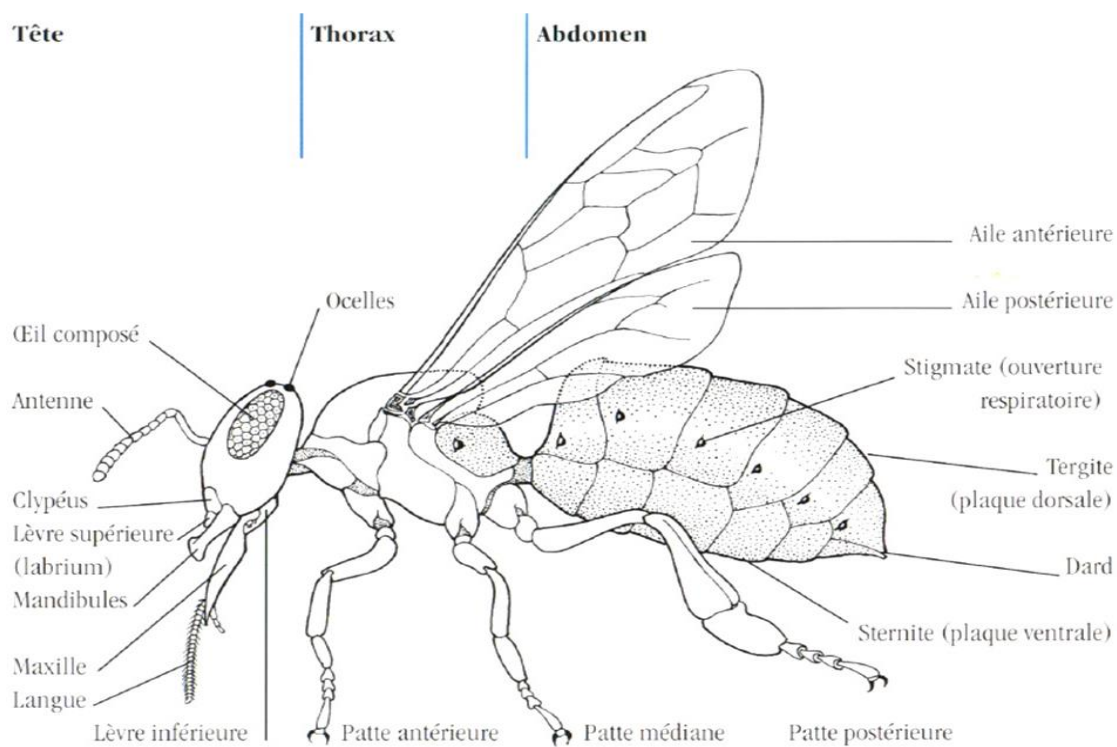


Figure 01 : anatomie externe de l'abeille

2.3.L'exosquelette

Un squelette externe entoure et protège corps de l'abeille qui est composé d'une cuticule. La cuticule est composé de : l'Epicuticule, l'exocuticule et l'endocuticule. (FAYT,2014).

2.4.La tête

Elle est composé de : Deux yeux composé ; trois ocelles ; deux antennes, des pièces buccales.

Les ocelles

Au nombre de trois, les ocelles sont des lentilles parvenant d'épaississement

L'exosquelette surmonté de cellules rétinienne.

Les ocelles permettent la détection de la lumière. (Winstone, 1993).

Les yeux

Deux yeux latéraux qui sont constitués de plusieurs milliers de facettes hexagonales appelées ommatidies, chaque œil est composé de 400 à 800 ommatidies.

L'ommatidie est un œil complet avec une cornée. Chaque une est un récepteur indépendant, un cristallin, des cellules photo-réceptrices, des cellules pigmentaires rétinienne, une cellule basale au départ du nerf optique(FAYT,2014)

Les antennes

L'abeille dispose de deux antennes situées au sommet de la tête constituées de 3 articles principaux qui sont, de la base vers la périphérie : le scape, le pédicelle puis le flagelle.

Fournissent à l'insecte une énorme quantité d'informations : odeur, goût, humidité, température, récepteurs mécano-sensoriels ,(FAYT, 2014).

L'appareil buccal

_ Un labre qui ferme la cavité vers l'avant.

_ Les mandibules qui ferment la cavité buccale sur les côté.

Le proboscis, trompe qui ferme la cavité vers l'arrière (Winstone, 1993).

2.5.Le thorax

Situé entre la tête et l'abdomen, il est formé par la soudure de trois segments embryonnaires, il porte 2 paires d'ailes et 3 paires de pattes.

Les pates

Les abeilles possèdent 3 paires de pattes. Afin de récolter le pollen, elles sont composées de brosses sur la partie intérieure du talon. Les pattes postérieures ont une corbeille positionnée

sur la face externe du tibia. Lors du butinage, des milliers de grains de pollen s'accrochent à leurs poils, avec lesquels elles forment des pelotes de pollen qui sont stockées dans les corbeilles (Jean-Prost 2005).

Les ailes

L'activité des ailes est essentiellement liée au vol, Elles servent aussi à la ventilation de la ruche et à la diffusion des phéromones.

Les ailes frontales sont plus grandes que les ailes postérieures. Ces dernières s'attachent aux premières lors du vol à l'aide de crochets (Hamuli) et s'en détachent celui-ci terminé.

(Clément H., 2011).

2.6.L'abdomen

Est composé Des organes vitaux De jabot, intestin ; rectome chez les femelles, les organes reproducteurs et le dard. Le jabot peut contenir jusqu'à 25ml de miel.

Les organes internes

- Intestin : dernière partie du tube digestif
- Rectum : dernière partie de l'intestin
- Jabot : poche servant de réservoir à nectar lors du chemin jusqu'à la ruche (Clément H., 2011).

3) Organisation sociale des abeilles

Les abeilles sont des insectes sociaux ou les adultes s'alimentent du nectar et sont des agents importants de pollinisation. En fonction des besoins de la ruche Le cycle de vie de l'abeille est bien régulé. Les abeilles sont divisées en castes ayant des rôles bien précis à accomplir dans la ruche : (BACHERR. ,2008).

4) Cycle de développement d'Apis mellifère

Le cycle de développement de l'abeille est holométabole ; L'ontogénèse est découpée en 4 stades d'évolution, intercalés par 7 mues. Au niveau des cellules operculées ; Les immatures (les œufs, les couvains et les nymphes) se développent.

Les œufs éclosent 3 j après la ponte et chaque œuf donne une larve de premier stade (L1). La larve L1 se trouve au fond d'une cellule et baigne dans la gelée royale, elle est nourrie par les nourrices par trophallaxie (Brouwers et al, 1987). La larve de la reine est particulière, élevée à partir de gelée royale (Beetsma, 1979; Wilde and Beetsma, 1982).

La L1 subit 5 mues successives et devient une nymphe immobile. Le stage près- imaginal dure 16 à 24 j selon la caste (Martin, 1994).

Selon leur durée de vie Les castes adultes se différencient ; Le mâle atteint rarement plus de 60 jours il est chassé par les ouvrières au cours de la mauvaise saison.

L'ouvrière, en général vie de 15 à 70 j en été, la forte activité diminue son espérance de vie Mais elle peut vivre 4 mois en hiver . La reine peut atteindre jusqu'à 3 à 8 ans (Bozina, 1961; Seeley et Morse, 1978).

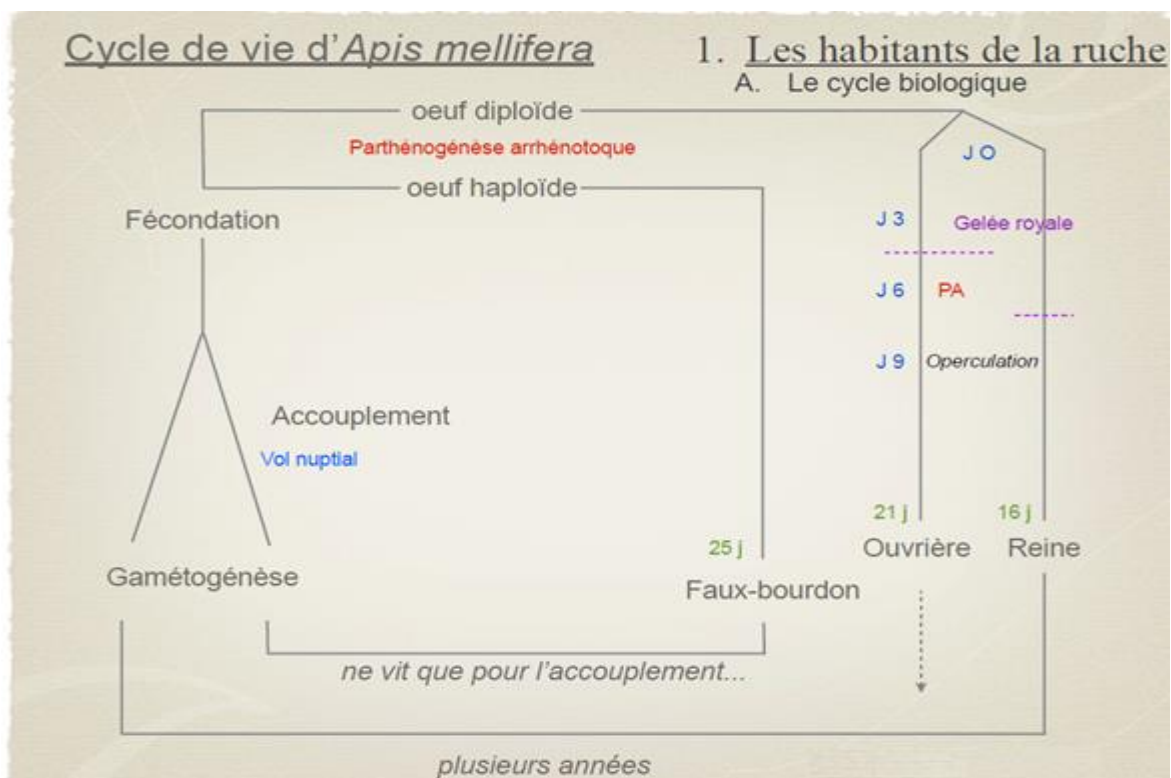


Figure 02 : cycle de vie *d'apismilfira*

Cycle annuel

Le cycle annuel d'une colonie d'abeilles reste très variable selon la latitude, et les particularités climatiques régionales, la ponte de la reine débute à la sortie de l'hiver et s'intensifie jusqu'en juin (elle peut atteindre 2000 œufs par jour) ; la population de la ruche est alors maximale, c'est le moment de l'essaimage.

Après une baisse au mois d'août due à la chaleur, la ponte reprend en septembre pour fournir les abeilles d'hiver.

En été, les ouvrières ont une activité maximale et une durée de vie courte (de 13 à 38 jours, trois ou quatre semaines en moyenne). A l'opposé, les abeilles d'hiver ont une activité réduite, leur métabolisme est bas, leur durée de vie plus longue (140 jours en moyenne). La

reine a une longévité d'un à trois ans en moyenne. Les mâles sont présents en faible nombre dans la colonie (environ un millier) et sont les plus nombreux au printemps et en août lorsque la colonie est forte et que les vols de fécondation sont les plus nombreux ; ils sont absents l'hiver. (WINSTON, 1993)

5) L'essaimage

C'est la multiplication des colonies qui permet aux abeilles de propager l'espèce et de remplir les vides causés par les mortalités naturelles (Louveaux, 1980). Ce comportement est observé chez des colonies populeuses à la fin du printemps ou au début de l'été (Seeley et al, 2006). La fièvre d'essaimage est un phénomène complexe qui se caractérise tout d'abord par l'élevage de nouvelles reines quelques semaines avant la sortie de l'essaim. Plusieurs facteurs sont à l'origine de l'élevage de nouvelles reines : une abondance de nourriture, une population d'ouvrières dense, l'âge de la reine (Jean-Prost et Le Conte, 2005; Winston, 1987) ou encore une pénurie de substance royale sécrétée par la reine permettant une cohésion sociale chez les abeilles d'une même colonie (Perron, 1998; Pain et Barbier, 1963). Lors de l'essaimage, la vieille reine quitte la colonie avec une partie de sa population d'ouvrières pour former une nouvelle colonie pendant qu'une des jeunes reines élevées auparavant «hérîte» de la colonie mère (Gary, 2008). Une fois que l'essaim s'envole et quitte la colonie, les abeilles se regroupent autour de la reine, attirées par son odeur, pour former une grappe compacte. Des abeilles dites «éclaireuses» partent à la recherche d'un abri adéquat, puis guident l'essaim de l'endroit de repos provisoire qu'il occupait vers ce nouvel habitat pour fonder une nouvelle colonie. Le comportement d'essaimage est un caractère héréditaire plus ou moins exprimé chez l'abeille selon les races et les familles (Winston, 2008). L'essaimage naturel est considéré comme un fléau par les apiculteurs professionnels car, avec l'envol d'une partie de la colonie, il entraîne des pertes de rendement important (miel, pollen, gelée royale) alors que l'essaimage artificiel est une pratique apicole courante. Pour éviter que le comportement d'essaimage naturel s'exprime, les apiculteurs détruisent les cellules royales (Boucher et al, 2011) ou encore pratiquent l'essaimage artificiel. Celui-ci consiste à prélever, à partir d'une ou de plusieurs ruches, des abeilles (ouvrières ou cadres avec différents stades larvaires) et y ajouter une jeune reine d'élevage pour former une nouvelle colonie avant la miellée. C'est De cette façon que l'apiculteur augmente son cheptel tout en préservant sa récolte de miel. Il existe de très nombreuses méthodes d'essaimage artificiel, réparties selon deux catégories :

les essaims sur cadres et les essaims nus (Jean-Prost & Le Conte, 2005) L'alimentation de l'abeille.

6) Le pillage

C'est le vol de miel d'une colonie par des abeilles d'une autre colonie, il n'y a généralement pas de pillage pendant les périodes de miellée car les sources nectarifères sont diverses et abondantes. Pendant la période fraîche tout change lorsque la récolte fait défaut. Privées de ressources, quelques colonies n'hésitent pas à voler les provisions des colonies faibles, malades ou peu protégées.

Il faut prévenir le pillage non seulement pour la ruche faible, mais aussi pour les pillardes qui peuvent ramener des maladies dans leurs ruches. (Hummel et Feltin, 2014 ; L'APICULTURE EN POLYNESIE 2014,).

Pour prévenir le pillage il faut d'abord limiter le trou de vol au minimum aussi long temps que les abeilles ne seront pas en mesure de défendre un grand trou de vol ; nettoyer immédiatement toute bavure ou flaque de miel ou de sirop sucré ; veiller à ce que les installations d'extraction du miel, de fonte de la cire et d'entreposage soient à l'épreuve des abeilles. (agence canadienne d'inspection des aliments ; 2013).

7) Le nourrissage des abeilles

8.1.L'eau

70% du poids de l'abeille est composée d'eau, donc l'eau est indispensable pour sa vie, (Herbert, 1992), en plus ; elle l'utilise pour gérer les textures des miels, de la gelée royale et des aliments qu'elle consomme, Les abeilles préfèrent récolter de l'eau salée à 0,5 % (NaCl), ce qui augmente leur longévité et leur production de cire (Horr, 1998). Le sel peut notamment permettre à l'abeille de réguler son osmorégulation (Nicolson, 1990). La gelée royale servant à nourrir les larves peut contenir jusqu'à 66% d'eau (Herbert, 1992). L'eau est également utilisée pour la thermorégulation dans la ruche (in Chauvin, 1968).

8.2. Les sources d'énergie

la nourriture des abeilles adultes c'est le miel, celle-ci a besoin au minimum de 4 mg de sucres par jour pour survivre (Barker et Lehner, 1974), Les besoins pour une colonie sont estimés à 80 kg par an (Winston, 1987) ; L'ouvrière butineuse récolte le nectar en fonction de sa richesse en sucres, les abeilles préfèrent les nectars contenant du saccharose, Le nectar des fleurs contient de 5 à 80 % de sucres, principalement du saccharose, glucose, et fructose (Winston, 1987).

8.3. Le pollen

Pain d'abeille, le pollen est ramené à la ruche sous forme de pelotes, les abeilles y ajoutent grâce à leur « salive », des micro-organismes, des genres *Pseudomonas* *Lactobacillus* et *Saccharomyces*, Lorsque le pollen est complètement fermenté appelé « pain d'abeille ».

Le pollen c'est principale source de protéines, il est indispensable à l'abeille adulte.

Les Besoins d'une colonie sont estimés entre 20 et 40 kg de pollen par an, la consommation individuelle est estimée à 3,4 - 4,3 mg de pollen par jour (Louveaux, 1954 ; Crailsheim *et al.* 1992). Le pollen permet à l'abeille d'achever son développement, d'assurer la croissance des glandes hypopharyngiennes et la constitution de réserves lipidiques.

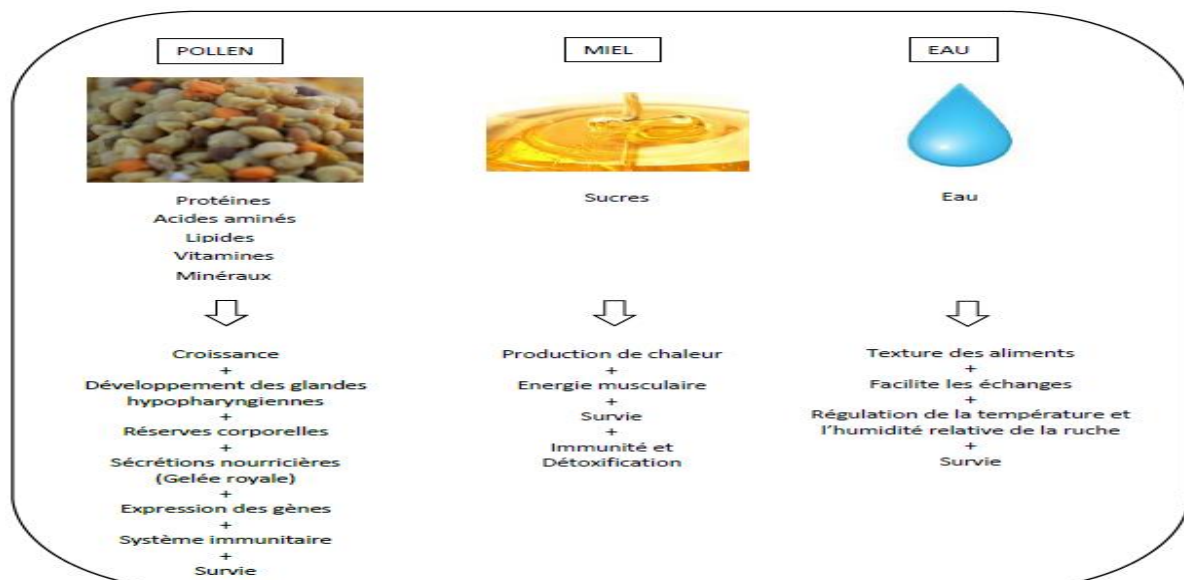


Figure 0 3: Les apports des ressources alimentaires chez l'abeille domestique.

8) Le rôle des abeilles dans l'écosystème

Les abeilles domestiques sont les insectes floricoles les plus nombreux (Carvalho et al, 2011). Et elles sont aussi considérées comme le principal agent pollinisateur de cette culture dans le monde entier (Krishna et al, 2014 ; Nderitu et al. 2008).

9.1. Le Rôle biologique

Une abeille butineuse doit parfois en une heure visiter ainsi 600 à 900 fleurs (et parfois bien plus). Pour remplir son jabot de 70mg de nectar ; Sur les milliers et les milliers de fleurs qu'elle visite, la butineuse transporte des grains de pollen, favorisant l'autopollinisation et l'allopollinisation. (Toullec, 2008).

9.2. Le Rôle économique

Plus du 70 % des 124 types de cultures les plus importantes au niveau mondial bénéficient de l'activité pollinisatrice des abeilles (ADAM, 1985), En butinant à la recherche de nectar et de pollen, 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 (Toullec, 2008).

9.3. Rôle de bio indicateur

L'abeille peut également être utilisée comme bio indicateur de la santé de l'écosystème dans lequel elle évolue. En effet, les butineuses explorent une grande zone de plusieurs kilomètres carrés autour de la ruche et y rapportent leur récolte. En observant la mortalité et en détectant les résidus de pesticides, métaux lourds ou molécules radioactives dans l'environnement (Toullec, 2008).

9) Les produits de la ruche

L'apithérapie ou l'usage médical de produits de la ruche fait l'objet de plusieurs études scientifiques mais qui restent toutefois encore trop peu nombreuses ou incomplètes (CAILLAS, 1977 ; BOUKRAA et al, 2008).

10.1. Le miel

Le miel est la substance naturelle sucrée produite par les abeilles *Apis mellifera* à partir du nectar de plantes ou à partir de sécrétions provenant de parties vivantes de plante ou à partir d'excrétions d'insectes butineurs laissées sur les parties vivantes de plantes, que les abeilles butinent, transforment en les combinant avec des substances spécifiques qu'elles sécrètent elles-mêmes, déposent, déshydratent, emmagasinent et laissent affiner et murir dans les rayons de la ruche. (Codex standard, 2001).

Propriétés cicatrisante

Au cours du processus de cicatrisation, le miel stimule les monocytes pour produire les médiateurs de l'inflammation (TNF- α , IL-1 β et IL-6), ayant un rôle important dans la phase inflammatoire de la cicatrisation (Tonks et al, 2003). Le miel stimule aussi la formation du tissu de granulation et facilite l'épithélialisation (Salcido, 2008).

PROPRIÉTÉS ANTI BACTÉRIENNES

- De nombreux chercheurs ont tenté de caractériser les pouvoirs bactéricide et bactériostatique (Olaitan et al, 2007). Bien que tous les mécanismes impliqués ne soient pas totalement connus, aujourd'hui six facteurs principaux sont décrits (Kwakman et Zaat, 2012).

L'osmolarité

- Le miel agit de manière osmotique, en provoquant une forte déshydratation des germes qui n'ont alors plus suffisamment d'eau pour survivre (Brudzynski et Lannigan, 2012).

Le pH acide

- Le pH du miel est relativement acide, situé entre 3,5 et 6. Même si de nombreuses bactéries sont capables de supporter un pH bas, ce pH semble être efficace pour ralentir ou éviter la croissance de certaines espèces de bactéries pathogènes (Brudzynski, 2006).

Le système peroxyde d'hydrogène

- Mandibulaires des abeilles. Ce petit peptide possède un large spectre d'activité antimicrobienne. Il a été montré récemment que la grande majorité des propriétés antibactériennes du miel provient de cette protéine (Kwakman, 2010). Elle joue un rôle prépondérant dans les pathologies infectieuses, et module la réponse immunitaire (Rossant, 2011).

Propriétés anti bactériennes liées à la présence de méthylglyoxal (MGO)

- Le méthylglyoxal (MGO) est un antibactérien La principale “inhibine” que contient le miel est le peroxyde d’hydrogène (H₂O₂), Il s'agit d'un très bon antiseptique produit par réaction enzymatique (Brudzynski, 2006).
- La production d’eau oxygénée et d’acide gluconique résulte de l’oxydation de l’eau et du glucose L’action du peroxyde d’hydrogène contenu dans le miel sur des bactéries résistantes (*Staphylococcus aureus* résistant à la méticilline et quatre souches d’*Enterococcus faecium* résistantes à la vancomycine) prélevées dans des plaies infectées a été récemment soulignée (Brudzynski et Lannigan, 2012).

Des facteurs phytochimiques

- Les huiles essentielles des nectars de fleurs, comme le thymol de thym ou la pinocembrine qui est un flavonoïde identifié récemment dans une douzaine de miels, ont un pouvoir antibactérien connu. L’activité antimicrobienne de la pinocembrine est caractérisée vis-à-vis notamment de *Staphylococcus aureus* (ROSSANT, 2011).

Propriétés anti bactériennes liées à la défensine-1

- La défensine-1, également connue sous le nom de royalisine, est un peptide antibactérien synthétisé par les glandes hypopharyngiennes naturel retrouvé en particulier dans le miel de Manuka (*Leptospermum scoparium*) (Kwakman et Zaat, 2012).

PROPRIÉTÉS ANTIFONGIQUES

Le miel est capable d’éliminer certaines toxines notamment d’origine fongique. Une solution de miel comparée à une solution isotonique de saccharose inhibe complètement la croissance des moisissures notamment ceux du genre *Aspergillus* (*flavus*, *fumigatis*, *niger*, *parasiticus*), mais aussi d’autres tels que *Candida albican*, *Penicillium spp* et *Penicillium chrysogenum* (Arnaudon, 2011).

PROPRIÉTÉS ANTIOXYDANT

Le miel est utilisé comme source naturelle d’antioxydants (Nair, 2013) parmi ces derniers l’oxydases du glucose, catalases, acide ascorbique, flavonoïdes, acides phénoliques, caroténoïdes, acides organiques, acides aminés et protéines (Anso, 2012). Certaines vitamines et oligoéléments sont également impliqués dans l’activité antioxydante du miel.

EFFET ANTI-INFLAMMATOIRE

Le miel est un très bon anti-inflammatoire du fait qu’il combat les inflammations en limitant l’émission des radicaux libres à partir des zones lésées (Anso, 2012) Le miel réduit l’activité de

la cyclooxygénase-1 (COX1) et la cyclooxygénase-2 (COX2) démontrant amplement l'action anti-inflammatoire non négligeable du miel (Oskoueiet Moslem., 2013).

Effet anti mutagène et anti tumoral

Le miel est un produit naturel qui montre des effets potentiels d'inhibiteur ou Suppresseur du développement et de la progression tumorale. Ses actions Antiprolifératives, anti tumorales, antimetastiques et anticancéreuses sont médiées par Divers mécanismes :

- Activation de la voie mitochondriale.
- Induction de la perméabilisations de la membrane externe mitochondriale.
- Induction de l'apoptose

Le miel est un produit naturel qui montre des effets potentiels d'inhibiteur ou Suppresseur du développement et de la progression tumorale. Ses actions Antiprolifératives, anti tumorales, antiétatiques et anticancéreuses sont médiées par Divers mécanismes :

- Activation de la voie mitochondriale.
- Induction de la perméabilisations de la membrane externe mitochondriale (Omotayo, 2014).

10.2. Gelée royale

La gelée royale Elle est sécrétée par les glandes hypopharyngiennes et mandibulaires des jeunes nourrices âgées de 5 à 15 jours. Elle se distingue d'une couleur blanchâtre qui devient jaune au contact avec l'air, une odeur caractéristique du phénol, un gout gélatineux, visqueux (Fratini *et al.* 2016),

La gelée royale sert à nourrir toutes les larves pendant les trois premiers jours et le long de la vie des larves qui sont sélectionnées à devenir reines (Rigal, 2012)

Effets thérapeutiques de la gelée royale

- Elle réduit le taux de sucre dans le sang (jusqu'à 30%) chez les diabétiques trois heures après une prise de la gelée royale (Philippe, 1999).
- La gelée royale entre dans la réparation tissulaire grâce à sa richesse en acides aminés et en particulier la proline et l'hydroxyproline (précurseurs de l'élastine et du collagène) (Rigal, 2012).
- Elle possède des propriétés bactériostatiques et bactéricides contre *Proteus* et *Escherichia coli* et contre le bacille de Koch (Mickaël, 2010), grâce à la présence d'acide 10-hydroxy-trans-2-décénoïque (Rigal, 2012), cet acide gras a aussi une action sur l'ADN des cellules cancéreuses (Mickaël, 2010).

- SA richesse en acétylcholine et en vitamine du groupe B lui permet d'intervenir dans l'équilibre neuropsychique (Mickaël, 2010).
- La présence des composés phénoliques dans la gelée royale lui permet d'exercer une activité antioxydante contre la peroxydation des lipides (Cousin, 2014).
- La gelée royale entre dans la réparation tissulaire grâce à sa richesse en acides aminés et en particulier la proline et l'hydroxyproline (précurseurs de l'élastine et du collagène)(Rigal, 2012).

10.3. Le pollen

Les grains de pollen sont issus des tissus sporogones des sacs polliniques des plantes (**Gharbi, 2011**), Les abeilles récoltent le pollen sur les anthères des fleurs et le ramènent à la ruche sous forme de pelotes collées à leurs pattes (**David, 2008**).ces pelotes ont une couleur unique, et qui varie d'une plante à une autre, vu que les abeilles butinent une seule espèce de plante par voyage (**Amigou, 2016**). Le pollen est une source protéique pour les abeilles, également il assure le bon fonctionnement des glandes hypophrygiennes (**Lacube, 2015**).

Propriétés thérapeutiques du pollen

Le pollen d'abeille, employé comme médicament anallergique (Ishikawa et al, 2009), Antifongique (Ozcan, 2004), antimicrobien (Pascoal et al, 2014), antiviral, anti-inflammatoire (Maruyama et al, 2010), immunostimulant (Aliyazicioglu et al, 2005), analgésique local, hypolipidémiant (Samochowiec et Wójcicki, 1981; Samochowiec et Wójcicki, 1983), Antioxydant (Campos et al, 2003; Morais et al, 2011), anti-carcinogénique (Furusawa et al, 1995) et antithrombotique (Bogdanov, 2004; Eraslan et al, 2009a; Eraslan et al. 2010; Hegazi, 2012).

10.4. La Propolis

C'est une substance résineuse, gommeuse, balsamique, de couleur variable, récoltée par Les abeilles sur l'écorce et les bourgeons de certaines plantes ou arbres (peuplier, bouleau, Saule, orme, frêne, épicéa, sapin, pin, cocotier, goyavier...), à laquelle elles ajoutent leurs Propres sécrétions (salivaires et cire) (SAUVAGER, 1992).

Propriétés thérapeutiques de La Propolis

La propolis réunit tout ce qui est propriété antibactérienne, antiviral, anti-inflammatoire, Antalgique, immunostimulante, hépato-protective et anti-tumorale (POIROT, 2013).

Elle est indiquée dans le cas des mycoses, furoncles, herpes, zona, acné, brûlure, plaie, Escarre, psoriasis, eczéma, angine, asthme, aphte, abcès, vaginite, effet chimioprotecteur, Anti-infectieux (SAUVAGER, 1992).

10.5. La cire

La cire est une substance molle, jaunâtre et fusible produite par les glandes cirières des ouvrières, entre leur douzième et dix-huitième jour de vie.

C'est avec la cire que l'abeille construit les rayons, formés d'alvéoles hexagonales. Là aussi, le miel joue un rôle énergétique : pour chaque mesure de cire produite, l'abeille consommera dix mesures de miel (CHRISTINE, 2011).

Propriétés thérapeutiques de la cire

Une action anti-inflammatoire et cicatrisante (Gharbi, 2011).

Des propriétés antioxydantes contre le stress oxydatif (Anilakumar *et al*, 2007).

Une action antibactérienne et antifongique contre les salmonelles, *Staphylococcus aureus* et *Candida albicans* (Gharbi, 2011).

10.6. Le venin

C'est un produit secondaire de la ruche. En effet, il faut environ 10 000 abeilles pour récolter 1 gramme de venin (Bradbear N. 2010). Il est sécrété par deux glandes situées dans l'abdomen et est conservé dans un réservoir à venin. Lorsqu'une abeille pique, le venin est pompé dans la victime à l'aide d'aiguillon (Leven *et al*. 2005).

Propriétés thérapeutiques du Le venin

Le venin a des actions Anti-inflammatoires, antibactériennes, antimutagènes, radioprotectrices, anti-nociceptives, immunoprotectrices, protectrices des hépatocytes et anticancéreuses (Lee *et al*, 2005 ; Gajski *et*. Garaj, 2009 ; Park *et al*, Parc *et al*, 2014 Kim *et al*, 2013; Choi *et al*, 2013; Lee *et al*, 2009; Lim *et al*, 2013)

Le venin possède aussi des enzymes servent dans la régulation de diverses réponses immunitaires et changements physiologiques pour fournir une base pour de futures thérapies pour diverses maladies (Hossen *et al*, 2017).

1) Rappel sur la colonie d'abeille

Il existe 3 castes distinctes chez l'abeille domestique : la reine, l'ouvrière et le faux-bourdon (figure 1). Une colonie d'abeilles domestiques est généralement constituée d'une seule reine, de 10 000 à 60 000 femelles ouvrières et de 0 à quelques milliers de faux-bourdons, dépendamment du moment dans la saison (Winston, 1987).

2) Les Ouvrières

95% de la colonie, soit 30 000 à 60 000 individus, tous non fécondes ; la répartition du travail est effectuée en fonction de l'âge (GOWTHORPE, 2011). Très agressives de couleur jaunâtre, elles sont appelées des ouvrières, elles sont les plus nombreuses de la famille d'abeilles. Ce sont les véritables moteurs de la ruche, qui s'occupent du couvain, de la garde de la ruche, de rapporter le nectar, d'élaborer le miel, de ventiler la ruche, etc. Elles vivent en moyenne de 4 à 6 semaines maximum. (BACHER R., 2008).

3) LA REINE

La reine est l'individu le plus important de la colonie, c'est une femelle issue d'un œuf fécondé et donc diploïde, elle est chargée de la reproduction dans la colonie (Boes, 2010). Les larves de reines sont uniquement nourries avec de la gelée royale déposée en grande quantité dans la cellule royale (Rossant, 2011).

Les principales tâches de la reine au cours de sa vie sont la ponte des œufs ainsi que la production de phéromones pour la conservation et le contrôle de la colonie (Winston, 1987).

Le temps de développement d'une reine est le plus court des trois castes et dure seulement 17 jours. Le stade larvaire est effectué en 4 à 6 jours soit une journée de moins que celui des ouvrières pour un poids final d'environ 250 mg soit plus de 2 fois le poids d'une ouvrière. Les larves de reine se développent dans des cellules spécifiques construites au-dessus des alvéoles d'ouvrières ou sur le côté du cadre. (Winston, 1993).

Métamorphose

Toutes les larves des abeilles acquièrent de la gelée royale de 0 à 3 jours, la reine est élevée à partir d'un œuf d'un jour, soit à partir d'une larve de moins de trois jours. La métamorphose

dans le premier cas se fera en 15 jours (sauf printemps froids ou elle peut durer jusqu' à 18 jours). Dans le deuxième cas, la métamorphose se fera en 10 à 13 jours selon que la larve a été choisie à 1,2 ou 3 jours, SLIMI(2005).

4) Le faux-bourdon (haploïde)

Le faux-bourdon se particularise par son caractère haploïde. Il est issu d'un œuf non fécondé pondue dans une alvéole plus large (Winston 1987). Pèsent entre 196-225 mg. Ils sont plus grands, plus larges et plus lourds qu'une ouvrière et ne possèdent pas de dards (Winston, 1993). Sont produits du printemps à la fin de l'été pour féconder les reines vierges des autres colonies (Boes, 2010).

5) LA MATURITE SEXUELLE

1) la maturité sexuelle des faux-bourdons

Le développement des testicules et la spermatogenèse débutent à la fin du période larvaire pour s'achever avant l'émergence de l'adulte, la maturité sexuelle est obtenue qu'à partir de 12 jours pour les mâles les plus précoces (Ruttner, 1968).

La maturité sexuelle des reines est obtenue environs 5 jours après sa sortie de son alvéole. Une fois matures, les ouvrières, se montrent agressives à son égard pour la pousser à sortir pour son vol nuptial avant qu'elle ne soit trop vieille pour le faire avec succès (HOOPER, 1976).

2) Vol nuptial

Autour du 10ème jour de sa vie, la reine sort de sa colonie pour s'accoupler avec une vingtaine de mâles au maximum lors de 1 à 3 vols de fécondation (Tarpay et al., 2012).

Un vol nuptial a une durée estimée de 5 à 30 min (Koeniger, 1986).

Le nombre de vols nuptiaux d'une reine est lié à l'acquisition d'un nombre suffisant de spermatozoïdes pour remplir la spermathèque (Schluns et al., 2005).

Accouplement

L'accouplement de la reine des abeilles a lieu dans le ciel. À plus de 10m de hauteur et ne dure que quelques secondes (CLEMEN, 2010). Les phéromones de la reine peuvent attirer les mâles

à une distance pouvant aller jusqu'à 60m. La reine recevrait du mâle 11 à 16 millions de spermatozoïdes au moment de son accouplement (BIRI, 2002). Il nécessite 10 à 15 mâles pour féconder convenablement la reine. Le sperme stocké dans la spermathèque,

3) Fécondation

Le sperme stocké dans la spermathèque sera utilisé pour féconder les œufs durant toute la vie de la reine (Woyke, 1960). En effet, la ponte commence 2 à 3 jours après le vol nuptial (Winston, 1987). La reine pond d'œufs soit 1500 à 200 000 œufs par an et par conséquent des centaines de milliers durant sa vie (Winston, 1991).

C'est lors du passage des spermatozoïdes dans l'oviducte médian que les œufs destinés à donner naissance des femelles sont fécondés (Winston, 1991), d'ailleurs un œuf est fécondé si les spermatozoïdes réactivés sont déposés sur son extrémité où se trouve le micropyle, orifice par lequel s'effectue la fécondation et endroit permettant le passage du spermatozoïde vers l'intérieur (Baer, 2005).

Si la reine n'est pas fécondée dans les vingt jours suivant sa sortie de l'alvéole, elle demeure stérile pendant le reste de son existence (mère arrhénotoque) et ne pond alors que des œufs donnant naissance à des faux bourdons (haploïdes) : on la qualifie dans ce cas de «Bourdonneuse». (Ravazzi, 2007).

4) La ponte

La reine pond ses œufs au centre des cadres situés généralement au milieu de la ruche. Elle pond quotidiennement 1000 à 2000 œufs au printemps (période d'activité). La ponte régresse durant l'été et reprend pour une courte période à l'automne (BACHER, 2008). Lorsque la reine mère vieillit, la ponte devient de plus en plus irrégulière et pour ainsi dire nulle, le nombre de faux bourdons augmentant de plus en plus. (BIRI, 1989).

Le terme « épigénétique » faisant référence aux modifications du phénotype qui ne dérivent pas de changements dans la séquence de l'ADN, les études existantes sont encore moins nombreuses, mais la thématique est en plein essor compte tenu du rôle important de ces processus de régulation de l'expression du génome dans les mécanismes d'adaptation aux facteurs environnementaux (Rey *et al*, 2016). Plusieurs travaux rapportent la possibilité pour les polluants chimiques de modifier les marques épigénétiques telles que la méthylation de l'ADN des organismes exposés (Collotta et Bollati, 2013 ; Pierron *et al*, 2014).

1) LE GÉNOME DES ABEILLES

Le génome d'*Apis mellifera* contient 236 millions de paires de base structurées en 16 chromosomes. Initialement, 10 157 gènes avaient été identifiés. On en recense à ce jour 15 314. Ce génome présente quelques spécificités :

- la majeure partie des familles de transposons sont absentes ;
- des similarités existent avec le génome des vertébrés en ce qui concerne les gènes impliqués dans les rythmes circadiens ;
- de nombreux gènes impliqués dans l'utilisation du nectar et du pollen, ce qui est en lien avec le mode de vie de l'abeille ;
- de nombreux microARN (miRNAs) montrant une expression différenciée en fonction de la caste
- un taux de recombinaison très élevé (Beye *et al*, 2006).

2) MÉCANISMES D'ACTION DE L'ÉPIGÉNÉTIQUE CHEZ LES ABEILLES

2.1. La méthylation

- La méthylation de l'ADN est une des marques épigénétiques majeures qui collabore dans la régulation de processus physiologiques importants comme l'empreinte génomique parentale et l'expression tissu spécifique des gènes. Une modification chimique de l'ADN par l'attache ou la substitution d'un groupe méthyle sur certaines bases nucléiques. Cette modification est effectuée par l'enzyme ADN méthyltransférase (DNMTs).
- Méthylation de l'ADN La méthylation de la cytosine (C) est la principale modification épigénétique touchant directement l'ADN. L'ajout d'un motif méthyle (CH₃) (Sun, 2014).

- Chez l'abeille, le changement se produit uniquement sur les cytosines des dinucléotides CpG et presque toujours sur les parties codantes de l'ADN, les exons.
- Au total, 70 000 cytosines sont méthylées sur 10 millions de sites CpG et la méthylation de l'ADN a lieu sur 5854 gènes. Des différences sont observées dans le patron de méthylation de 550 gènes entre reine et ouvrière (**Lyko et al 2010**).
- En générale, une faible méthylation est interprétée par une forte expression du gène, pendant qu'une forte méthylation apporte une réduction de l'activité du gène. Il est intéressant de noter que les gènes méthylés chez l'abeille ne sont pas des gènes spécifiques à l'espèce, mais plutôt des gènes caractéristiques, conservés à travers les espèces et embranchements.
- Ces gènes sont révélés de façon omniprésente dans de nombreux tissus et impliqués dans des processus métaboliques de base, indispensables à la survie. Il s'agit de gènes d'entretien, activés en permanence, et qui ne sont donc pas soumis à la régulation cellulaire. Le degré d'implication des gènes constitutifs varie au cours du développement ou en fonction des conditions environnementales. Ils sont par conséquent plus sensibles à la variation du contexte que les gènes régulés (Sylvain et al, 2009).

3) Modification des histones

La méthylation de l'ADN n'est pas le seul vecteur de l'information épigénétique.

Les modifications post-traductionnelles des histones affectent aussi l'état de la chromatine, et permettent ainsi de réguler l'expression d'un gène (Deltour, 2005)

La gelée royale contient du phénylbutyrate, qui inhibe l'histone désacétylase (HDAC). Les histones désacétylases catalysent la perte de groupement acétylé sur la queue N-terminale d'une histone, résultant en une chromatine plus compacte et une baisse d'expression génétique. Il a été prouvé que les HDAC jouent un rôle épigénétique critique au niveau du gène *mrjp3* dans les glandes mandibulaires et hypopharyngiennes chez les nourrices. Lorsque celles-ci sont nourries avec des HDAC, le traitement a pour effet d'altérer le ratio de certaines protéines (MRJP) produites dans ces glandes, ce qui conduit à une augmentation significative de la taille du corps des larves de reines (Chung-Yang et al, 2012).

4) rôle des ouvrières commandé par leur épigénétique

Le polyphénisme de castes chez *Apis mellifera*, est due aux différences de méthylation de l'ADN entre la reine, les ouvrières, les faux-bourçons. (Welch et al, 2014)

Même pour les abeilles issues de la même fécondation ayant une constitution génétique identique, puisse passer par rôles différents provient de la modification épigénétiques et non pas du changement de son génome (Amdam, 2011).

5) Effet la nutrition sur la méthylation de l'ADN et déterminisme

phénotypique Reine ou ouvrière, gelée royale et méthylation de l'ADN

Chez l'abeille, 0.5% du génome est méthylé et joue notamment un rôle décisif dans le déterminisme « Reine/Ouvrière » en réponse à l'absorption de gelée royale (JAMMES, 2013). Donnée par la différenciation entre ouvrière et reine induite dès le stade larvaire chez les abeilles, Au cours du développement larvaire seul l'apport de gelée royale particularise le devenir d'une reine de celui d'une ouvrière. (Kucharski et al, 2008) ont injecté au stade L1, des petits ARN interférant (siRNA) qui dégradent spécifiquement les ARNm de DNMT3 (codant une autre enzyme de méthylation), et bloquent la production de cette protéine impliquée dans la méthylation *de novo*. Ils obtiennent au stade adulte, 75% de reines démontrant que l'absence de méthylation globale a la même conséquence que l'apport de la gelée royale (JAMMES, 2013).

Une autre étude plus récente a découvert que l'expression de Dnmt3 était significativement plus faible au cours du développement des larves alimentées expérimentalement avec de la gelée royale (Shi et al, 2011). Le profilage du méthylome de larves nourries avec de la gelée royale ou commune pendant 4 jours après éclosion a révélé que dans 80% des régions différenciellement méthylées identifiées, les larves à destinée polyphénisme et ouvrière comportaient des niveaux de méthylation plus élevés que les larves à destinée de reine (Foret et al, 2012).

6) l'effet de la gelée royale sur l'évolution phénotypique des larves

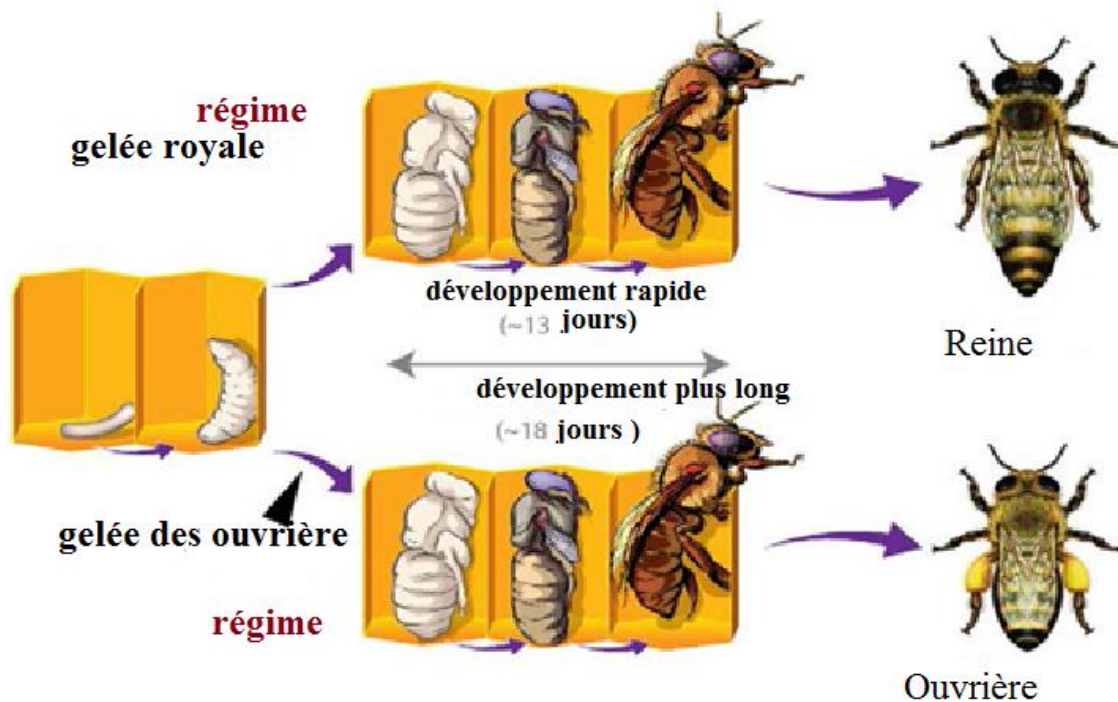


Figure 04: C'est la consommation de gelée royale, qui est à l'origine de la transformation (TAMPIER, 2017).

L'effet de Le polyphénisme de caste chez l'abeille. La biologie des abeilles comprend des interactions sociales entre individus de différentes castes, produites par la mise en place d'un polyphénisme. Pendant le développement larvaire, les larves femelles alimentées par de la gelée royale (haut) se développent plus vite en produisant des abeilles reines. Celles-ci ont une durée de vie allongée, expriment des phéromones particulières, et sont capables de se reproduire. Les larves femelles nourries de gelée ouvrière ont quant à elle un développement plus lent et produisent des abeilles. (Cridge et al. 2015).

7) L'effet de l'épigénétique sur les tâches des ouvrières

Mais ce n'est pas tout, on trouve également chez les abeilles travailleuses deux activités : Les infirmières et les butineuses. Les infirmières sont en habitude plus jeunes, restent à la ruche formant la « cour », pour prendre soin de la reine et de ses larves. Plus âgées, elles transforment naturellement butineuses et vont de fleur en fleur chercher du pollen, du nectar, de l'eau et de la résine qu'elles ramènent ensuite à la ruche. Ces activités sont extrêmement spécialisées.

Des recherches ont illustré les facteurs qui pouvaient ainsi amener à ces deux modes de vie, infirmière ou butineuse.

Comme il s'agit d'une même abeille qui change d'activité cela ne pouvait être dans le génome. Ils ont donc pris 21 travailleuses de chaque type (infirmière/butineuse), d'un âge similaire et ils ont recherché des marques épigénétiques sur différentes régions de l'ADN. Ils ont remarqué ainsi qu'entre les individus occupants les deux fonctions, 155 régions d'ADN présentaient des marques différentes.

Puis, par un stratagème de déséquilibre des fonctions dans la ruche, ils ont obligé des butineuses à devenir infirmières. Les scientifiques ont alors observé que les nouvelles infirmières (ex-butineuses) avaient alors développé des marques épigénétiques différentes dans 107 des 155 régions identifiées auparavant, montrant bien que les marques épigénétiques sont réversibles ! De plus, pour 57 de ces régions, les chercheurs avaient déjà démontré qu'elles se modifiaient, lorsque naturellement, les infirmières plus âgées évoluaient en butineuses.

Cette étude permet de penser que les comportements ne sont pas figés et que tout reste possible mais également, s'il fallait encore le rappeler, que l'alimentation joue un rôle majeur sur le corps (Hopkins, 2012).

8) Effet de pesticides comme facteur épigénétique sur le miel

Les pesticides systémiques se propagent notamment dans tous les tissus des plantes, ce qui peut empoisonner le nectar et le pollen (Rortais et al, 2005). Les abeilles butineuses sont donc exposées, mais c'est aussi le reste de la colonie au retour des butineuses à la ruche par échange du matériel contaminé avec ses congénères (Krupke et al, 2012). Et finalement mener à la contamination du miel, qui devient néfaste pour la santé humaine (Lorenz et al, 2009; Gokalpo et al, 2010).

9) Effet de pesticide sur la reproduction de l'abeille

Il existe sur le marché environ 700 molécules de pesticides pouvant agir sur 95 cibles biochimiques différentes appartenant aux insectes, aux plantes ou aux moisissures (Casida, 2009). La plupart des insecticides ciblent le système nerveux dont les éléments sont très maintenus dans l'évolution les insecticides peuvent également stopper le développement des larves par l'utilisation d'analogues d'hormone juvénile (IGR) (Casida, 2009).

L'insecticide Fipronil dont les effets sur la fertilité des drones en SF les conditions et les conséquences sur le potentiel reproducteur des reines étaient auparavant mis en évidence (Kairo et al, 2016). Bien que deux approches différentes aient été utilisées, l'exposition au fipronil a montré des Réponse sur les traits de vie et la fertilité des drones. Aucun effet n'a été observé sur la mortalité, la maturité et le volume de sperme entre les témoins et les drones exposés et entraînant une diminution de la quantité de spermatozoïdes (Kairo et al, 2016)

1) Insecticide

L'insecticide testé est le « Confidor® Supra » renfermant 70% de matière active qui est l'imidaclopride, il est produit par la firme allemande Bayer (**Figure 15**). Il est très utilisé pour les cultures maraîchères et les plantes ornementales.

Nous avons au préalable déterminé la DL₅₀ orale dose létale tuant 50% des effectifs en 48 heures qui n'est pas connue pour la race d'abeilles *Apis mellifera intermissa*. Pour ce faire, nous avons déterminé la concentration par calcul à partir de données bibliographiques.

La concentration du sirop en « Confidor® Supra 700 » est de 4.95 mg/l de sirop, ce qui correspond à 3,9 mg d'imidaclopride dans un litre de sirop. La DL₅₀ à 48h pour *Apis mellifera intermissa* est donc de 3,9 ng/abeille.

Les concentrations en cet insecticide testées sont au nombre de trois. La plus élevée étant celle qui correspond à la DL₅₀ déterminée 48h après l'ingestion divisée par 20. D'après les résultats d'une étude antérieure (Decourtey et al, 2003) cette dose est dans l'intervalle des doses sublétales.



Figure 05 : insecticide Testé



Figure0 6 : Cadre de couvain fermé avec des abeilles naissantes.

Les différentes doses en imidaclopride que nous avons testées sur les abeilles *Apis mellifera intermissa* sont :

- 0,05 mg confidor/litre sirop correspond à 0,039 mg d'imidaclopride/l(D1).
- 0,15 mg confidor/litre sirop correspond à 0,1 mg d'imidaclopride/l (D2).
- 0,25 mg confidor/litre sirop correspond à 0,175 mg d'imidaclopride/l (D3).

2) Matériel biologique

Les expériences sont réalisées avec des abeilles ouvrières de la race *Apis mellifera intermissa* du rucher de la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques de l'université de Mostaganem. L'abeille appartient à l'embranchement des arthropodes, à la classe des insectes, à l'ordre des hyménoptères, à la famille des apidae, au genre apis et l'espèce apis mellifera.

Avant le début des expériences, les ruches sont traitées contre le varroa avec duthymol, traité la dose ainsi que la période du traitement. Un cadre de couvain fermé (**Figure 4**) est choisi au hasard, puis maintenu à l'étuve à 35°C.

Les abeilles naissantes sont mises en cagette à raison de 100 abeilles/cagette. Les cagettes utilisées sont de type Pain auxquelles nous avons collé à leurs plafond avec de la paraffine un rectangle de cire de dimension 7 cm x 4 cm qui pèse 2 g (**Figure 17**).

Les deux premiers jours, les abeilles sont nourries avec une solution sucrée de saccharose 50% (volume/volume). Elles sont par la suite nourries avec du sirop contaminé ou non (témoins) avec l'insecticide pendant 13 jours consécutifs. Les nourrisseurs (tubes *Falcon*) sont renouvelés quotidiennement. Les cagettes sont maintenues à l'étuve (32°C ± 2°C, 60% d'humidité relative et à l'obscurité), jusqu'au 15^{ème} jour d'âge où le pic de la production cirière a lieu.

3) Protocole expérimental

L'insecticide est mélangé à un litre de sirop contenu dans un *erlen meyer* afin de bien homogénéiser la solution, nous avons utilisé un agitateur. Les solutions sont stockées à 4°C.

Chaque jour la solution de saccharose des cagettes est renouvelée. La mortalité ainsi que la consommation du sirop sont relevées. Les abeilles mortes sont prélevées. Le nombre de cagettes témoins est de 12, et pour chaque dose nous avons 4 cagettes répétées 3 fois soit 12 cagettes expérimentales /dose utilisée.

Au 15^{ème} jour d'âge les cagettes sont mises au congélateur pendant 10 minutes afin de tuer rapidement les abeilles. Les rectangles de cire sont alors récupérés, trempés dans de l'eau afin d'éliminer d'éventuelles réserves de sirop et de pollen, séchés à l'air libre puis repesés (**Figure 18 A et B**).

De chaque cagette, ont été prélevées au hasard dix abeilles. Chaque abeille est maintenue entre deux épingles dans une boîte de Petri contenant de la cire, la face abdominale en haut. A l'aide d'une pince nous avons prélevé et compté le nombre d'écailles de cire sous une loupe binoculaire (**Figure 19 A et B**).

4) Analyse statistique

Pour chaque dose, les mortalités cumulées, les quantités de sirop absorbées, les quantités d'imidaclopride ingérées, ainsi que le poids de cire sont analysés par le logiciel SPSS Statistics version 17.0. Nous avons effectué des tests de la variance (ANOVA). Les différences sont considérées significatives pour $p < 0,05$ et hautement significatives pour $p < 0,01$. Il a été aussi utile de vérifier par le test de corrélation, les relations entre les quantités d'imidaclopride ingérées et la production de cire.

Les valeurs de la mortalité sont des valeurs quantitatives, afin d'effectuer le test du Khi-deux, nous les avons transformées en variables qualitatives à l'aide du tableau croisé.

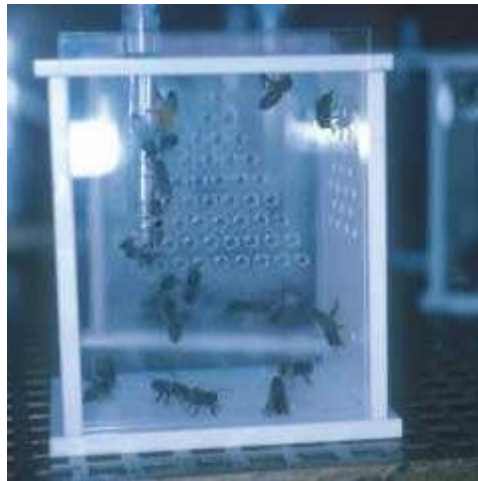


Figure07: Cagette Pain.



Figure08 : Cagettes à la fin des expériencesCirebienétendue.



Figure 9: Cagettes à la fin des expériences Cire non tirée

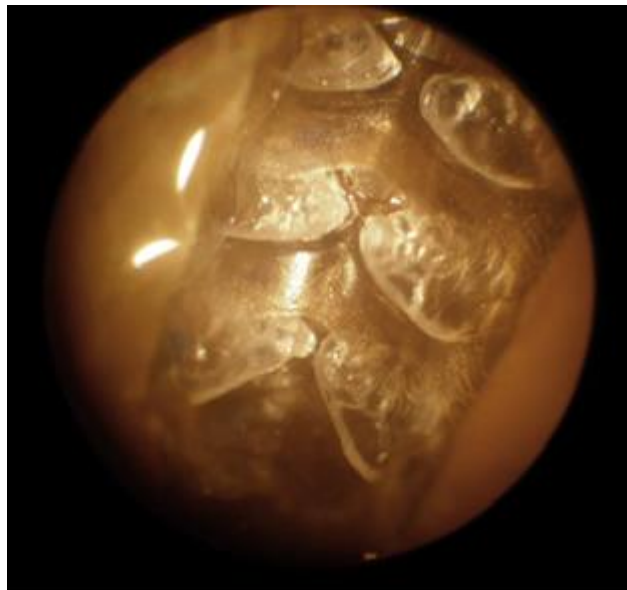


Figure 10 : Lamelles de cire sous les sternites d'une abeille cirière

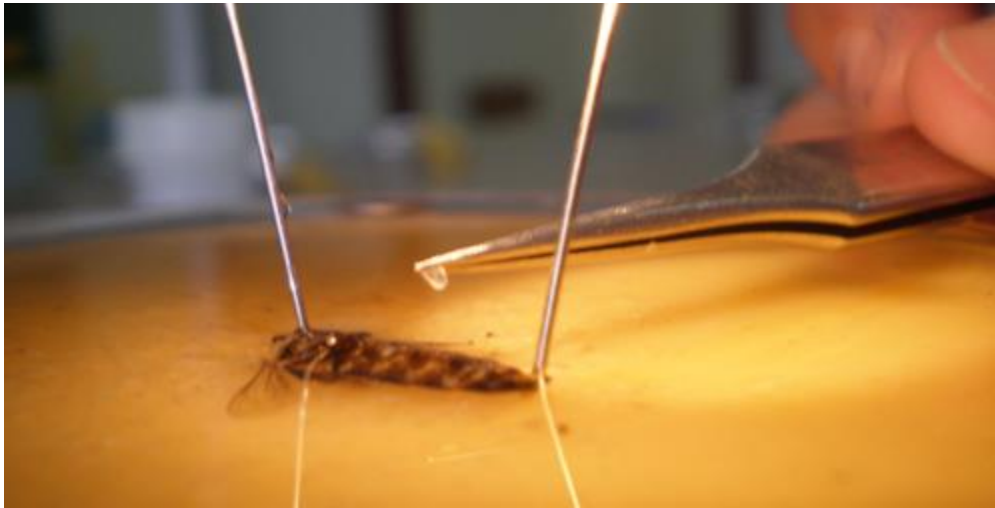


Figure 11 : Prélèvement d'une lamelledecire.

Le matériel et les méthodes utilisés pour l'analyse des protéines contenues dans les glandes hypopharyngiennes des abeilles sont décrits ci-dessous.

5) Matériel biologique

Les abeilles utilisées dans cette partie sont les abeilles congelées lors de la première expérience sur la production de cire. Donc, il s'agit d'abeilles de race *Apis mellifera intermissa* âgées de 15 jours ayant consommé du sirop contenant soit 0,039 ; 0,1 ou 0,175 mg d'imidaclopride/litre et du sirop sans traitement pour le témoin. Dans chaque cagette, 5 abeilles sont prélevées au hasard, soit 60 abeilles par dose, ainsi donc nous avons quantifié les protéines de 120 abeilles. Chaque abeille est décapitée. Les glandes hypopharyngiennes sont extraites sous loupe binoculaire à travers une incision faite sur la partie antérieure de la tête de l'abeille (**Figure 25**). Ces glandes sont notées de 0 à 4 selon leur développement. (**Figure 26**) puis conservées au congélateur dans des tubes épindorff dans 1 ml d'eau distillée

6) Analyse de la quantité de protéines

La quantité de protéines totale des glandes hypopharyngiennes est mesurée selon la méthode mise au point par Bradford (1976). Il s'agit d'un dosage colorimétrique dont le principe repose sur le changement de coloration du *bleu de Coomassie* (laboratoire Bio-Rad) en présence de protéines.

Une courbe étalon est réalisée à partir des densités optiques (DO) de solutions protéiques de concentrations différentes connues, issues d'une solution mère d'albumine bovine à 1%. Les densités optiques sont lues à la longueur d'onde de 595 nm. Pour la préparation de la solution mère de BSA (sérum albumine bovine) à 1% à partir de laquelle nous avons des dilutions de concentrations croissantes. Nous ajoutons la même quantité du réactif de Bradford préparé préalablement, puis mis à l'abri de la lumière. Les tubes sont incubés à une température ambiante pendant 10 minutes à l'obscurité. La lecture des DO nous a permis d'établir la courbe étalon.

Chaque tube épindorff contenant les glandes d'une abeille est soumis à un appareil à l'Ultrason afin de fragmenter les glandes hypopharyngiennes et libérer les protéines. Dans un tube à essai stérilisé, nous ajouterons 5 ml du réactif de Bradford à 100 µl de la solution

contenant les glandes hypopharyngiennes, puis agiter pendant quelques minutes à l'aide d'un Vortex. Les tubes sont par la suite incubés à la température ambiante à l'obscurité pendant 10 minutes. La lecture des DO se fait à l'aide d'un spectrophotomètre à la longueur d'onde de 595 nm. L'opération est répétée pour les 120 glandes hypopharyngiennes. Pour calculer les quantités de protéines contenues dans les glandes hypopharyngiennes nous appliquons l'équation de régression linéaire déduite de la courbe étalon établie pour leBSA.

7) Analyse statistique

L'effet de l'imidaclopride sur les quantités de protéines contenues dans les glandes hypopharyngiennes des abeilles a été analysé par une analyse de la variance. L'analyse statistique est réalisée avec le logiciel SPSS Statistics v17.0.



Figure 12 : Extraction des glandes hypopharyngiennes

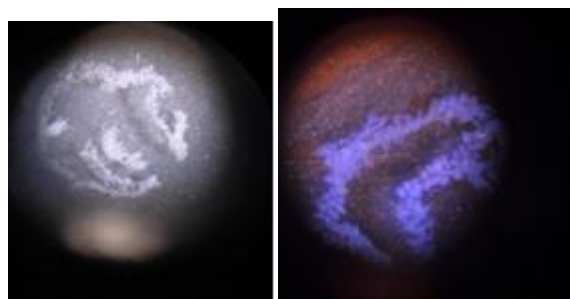


Figure 13 : Notation desglandes Hypopharyngiennes

Les résultats obtenus pour chacun des facteurs étudiés à savoir la mortalité chronique, la consommation du sirop, les quantités d'imidaclopride ingérée, les quantités de cire produite et le nombre de lamelles cirières sont soumis à une analyse statistique effectuée avec le logiciel SPSS Statistics V17.0.

8) Mortalité chronique

L'ingestion quotidienne durant 13 jours d'imidaclopride n'a pas engendré des mortalités plus importantes que celle des témoins.

Les mortalités enregistrées pour le lot témoin varient de 1 à 27 abeilles avec une moyenne de 11,50. Pour la dose 0,039 mg d'imidaclopride/litre de sirop, elles se situent entre 2 et 32,73 abeilles (M=12,87). Il convient de remarquer que pour la deuxième dose (0,1 mg d'imidaclopride/litre), les mortalités sont comprises entre 2 et 16 abeilles avec une moyenne de 10.1. Alors qu'elles sont, pour la dose de 0,175 mg d'imidaclopride/litre, de 2 à 38 abeilles (M=12,65). (Tableau 7 et Figure20).

Tableau 1: Mortalité en fonction de la dose.

Témoin		0,039mg imidaclopride/litre sirop (D1)		0,1 mg imidaclopride/litre sirop (D2)		0,175 mg imidaclopride/litre sirop (D3)	
Cagette	Mortalié (%)	Cagette	Mortalié (%)	Cagette	Mortalié (%)	Cagette	Mortalié (%)
A	9,63	1	8,75	1'	2,00	1''	10,00
B	24,16	2	1,81	2'	11,00	2''	14,00
C	8,55	3	6,77	3'	9,00	3''	8,00
D	25,00	4	18,27	4'	7,00	4''	24,00
E	4,50	5	23,90	5'	6,00	5''	32,00
F	4,10	6	32,83	6'	9,00	6''	37,00
G	1,00	7	12,50	7'	16,00	7''	3,00
H	7,30	8	7,39	8'	5,00	8''	6,00
I	7,58	9	30,77	9'	16,00	9''	2,00
J	10,00	10	2,00	10'	16,00	10''	3,00
K	13,72	11	5,70	11'	16,00	11''	2,00
L	24,00	12	5,77	12'	8,00	12''	12,00
Moyenne	11,51	Moyenne	12,97	Moyenne	10.1	Moyenne	12,65

En effet, le test de Khi-deux n'a pas montré un taux de mortalité différent significativement entre les lots d'abeilles traités et les lots témoins ($\chi^2 = 16,26$; ddl = 15 ; $p > 0,05$). De ce fait, les doses testées sont donc sublétals ce qui est recherchée dans le cadre de notre travail.

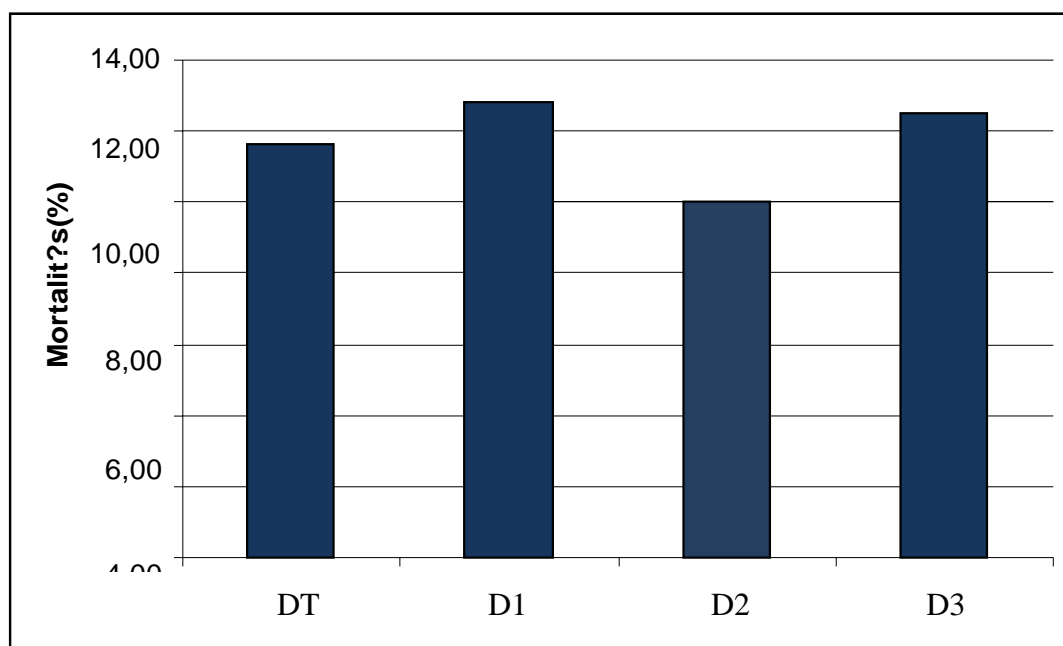


Figure14: Taux de mortalité après l'administration par ingestion d'imidaclopride.

Consommation de sirop

Durant la période du traitement qui est de 13 jours, les volumes de sirop consommés par les témoins sont compris entre 16,13 et 23,2 μl /abeille/jour avec une moyenne de 19,15 μl /abeille/jour \pm 3,14. Pour les abeilles traitées avec 0,039 mg d'imidaclopride, elles ont absorbé en moyenne 21,09 μl /abeille/jour \pm 5,33. Le lot d'abeilles exposé à 0,1 mg d'imidaclopride, la moyenne de consommation est de 18,70 μl /abeille/jour \pm 2,5. Enfin l'exposition orale chronique des abeilles à la dose de 0,175 mg d'imidaclopride, leur consommation moyenne en sirop n'est que de 15,35 μl /abeille/jour avec un écart type de 2,80 (Tableau 8 et Figure 21).

Tableau 2: Quantité de sirop ingéré/abeille/jour en fonction de la dose.

RESULTAT ET DISCUSSIONS

Témoin		0,035mg imidaclopride/litre sirop (D1)		0,01mg imidaclopride/litre sirop (D2)		0,175 mg imidaclopride/li tre sirop (D3)	
Cagette	Quantité (μ l)	Cagette	Quantité (μ l)	Cagette	Quantité (μ l)	Cagette	Quantité (μ l)
A	18,1333	1	15,8692	1'	19,9692	1''	13,7615
B	16,7333	2	12,1538	2'	17,6853	2''	16,4615
C	16,5867	3	18,8154	3'	23,4308	3''	15,4538
D	19,8667	4	21,8692	4'	18,7358	4''	16,0000
E	18,1333	5	27,3077	5'	19,6923	5''	13,8308
F	21,7333	6	35,8077	6'	15,6923	6''	11,9231
G	16,2000	7	19,9231	7'	17,5385	7''	12,8077
H	22,5000	8	23,8077	8'	20,7154	8''	14,5846
I	18,6560	9	21,2231	9'	16,2388	9''	12,8569
J	20,2000	10	18,6462	10'	19,6538	10''	14,9615
K	18,9800	11	20,7231	11'	21,792	11''	17,6154
L	23,2000	12	18,9692	12'	16,8692	12''	21,9231
Moyenne	19,1569	Moyenne	21,093	Moyenne	18,7071	Moyenne	15,353
Ecart-type	3,1413	Ecart-type	5,4387	Ecart-type	2,5005	Ecart-type	3,0039

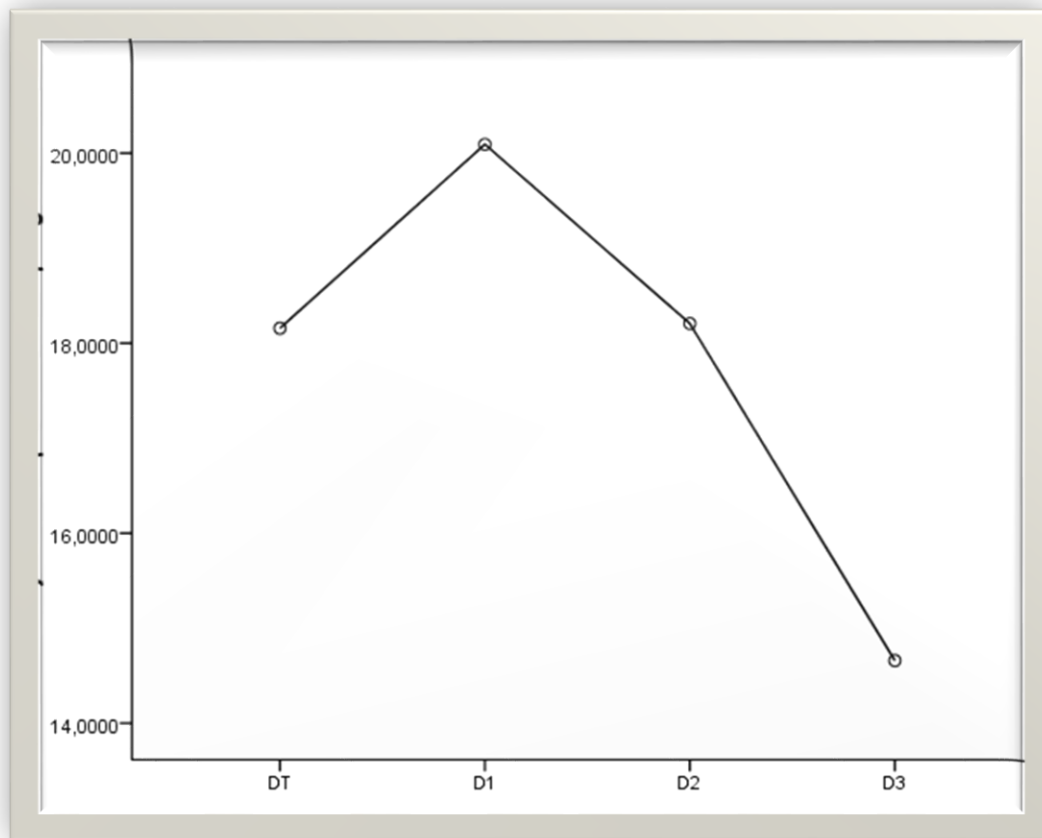


Figure 15: Moyenne des quantités de sirop ingéré en fonction des doses en imidaclopride (DT est le témoin).

Les différences de consommation de sirop entre les différents groupes sont hautement significatives (ANOVA : F=5,518 ; ddl=3 ; p<0,01) (**Tableau 9**).

Tableau 3: ANOVA Quantité de sirop ingéré

	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter-groupes	195,039	3	64,586	5,118	0,005
Intra-groupes	550,759	44	13,291		
Total	754,217	47			

9) Quantités de l'imidaclopride ingéré:

Les quantités de l'insecticide ingérées les plus élevées ont été enregistrées chez les abeilles ayant été traitées par 0.175 mg d'imidaclopride/litre de sirop avec une quantité moyenne de 2,81 ng ± 0,5 d'imidaclopride/abeille/jour. La plus faible dose est celle ingérée par le groupe d'abeilles qui ont été nourries avec le sirop renfermant 0.039 mg d'imidaclopride/litre de sirop, elle est de 0,75 ± 0,26ng d'imidaclopride/abeille/jour. Pour les abeilles dont l'exposition orale à un sirop renfermant 0,1 mg d'imidaclopride/litre la quantité moyenne du produit ingéré est de 1,925 ± 0,39 ng d'imidaclopride/abeille/jour (**Tableau 4 et Figure15**).

Les différences entre les quantités d'imidaclopride absorbé par les différents lots d'abeilles sont très hautement significatives (ANOVA : F=197,86 ; ddl=3 ; p<0,001).

Tableau 4 : Quantité d'imidaclopride/abeille/jour en fonction de la dose.

Témoïn		0,039mg imidaclopride/litre sirop (D1)		0,1 mg imidaclopride/litre sirop (D2)		0,175 mg imidaclopride/litre sirop (D3)	
Cagette	Quantité (ng)	Cagette	Quantité (ng)	Cagette	Quantité (ng)	Cagette	Quantité (ng)
A	/	1	0,4586	1'	1,8889	1''	2,8083
B	/	2	0,4169	2'	01,9006	2''	2,4808
C	/	3	0,6454	3'	1,9346	3''	2,9294
D	/	4	0,7055	4'	1,7814	4''	2,8000
E	/	5	0,9367	5'	1,6542	5''	2,4204
F	/	6	1,0396	6'	1,7542	6''	2,0865
G	/	7	0,6491	7'	1,4732	7''	2,9413
H	/	8	0,7995	8'	1,2781	8''	2,5523
I	/	9	0,7211	9'	1,3634	9''	1,6760
J	/	10	0,6053	10'	1,6509	10''	2,6183
K	/	11	0,6834	11'	1,7058	11''	2,9497
L	/	12	0,6095	12'	1,5986	12''	3,8615
Moyenne	/	Moyenne	0,7425	Moyenne	1,9294	Moyenne	2,8152
Ecart-type	/	Ecart-type	0,1845	Ecart-type	0,2524	Ecart-type	0,5006

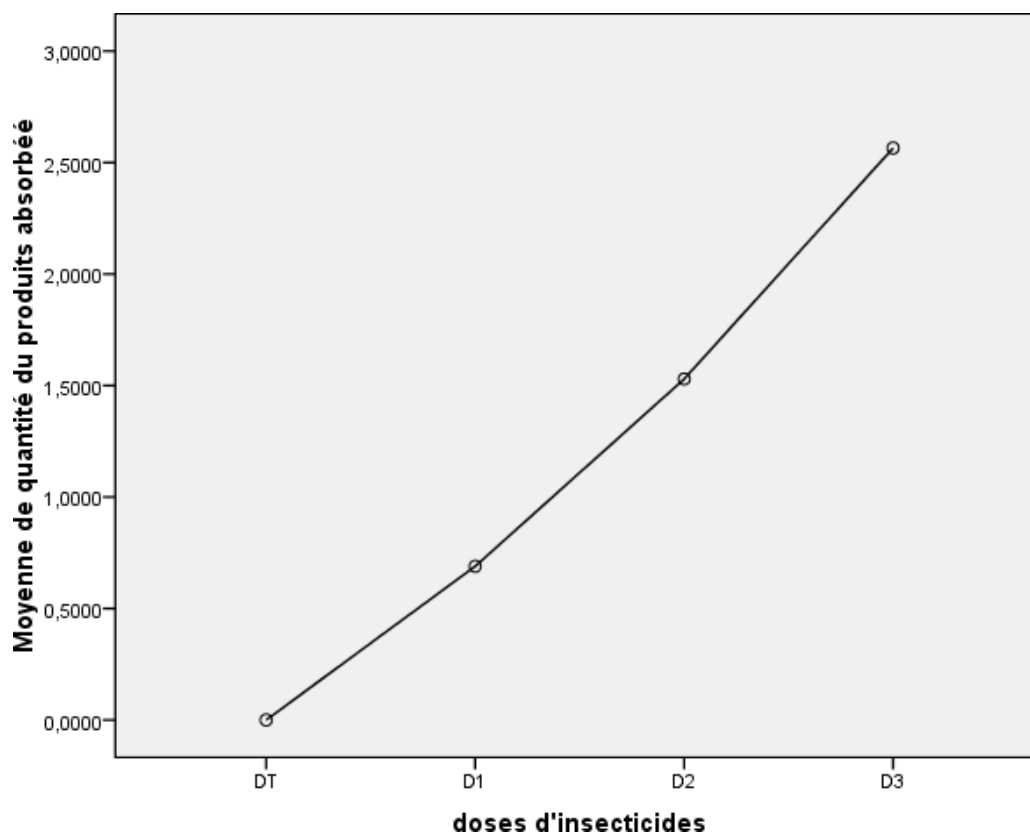


Figure 16: Moyenne des quantités d'imidaclopride ingéré en fonction des doses

en imidaclopride (DT est le témoin).

10) Quantités de cire produite:

La comparaison entre la quantité de cire produite par le groupe d'abeilles témoins et les groupes d'abeilles traitées ont révélé des différences très hautement significatives (ANOVA $f=4,865$; $ddl=3$ et $p<0,01$). Du tableau 11 et de la figure 23, il apparaît que les abeilles témoins ont produit entre 0,08 et 1,13 g de cire avec une moyenne de $0,50 \pm 0,4015$ g, alors que les traitées ont produit entre 0,1 et 0,8 g de cire avec une moyenne de $0,36 \pm 0,18$ g pour la dose 0.039mg d'imidaclopride/l. Les quantités de cire produites par le lot d'abeilles traitées par la dose 0.1 mg d'imidaclopride/l ont produit entre 0 et 0,7g avec une moyenne de $0,25 \pm 0,15$, 7g. Enfin, entre 0 et 0,13 g avec une moyenne de $0,05 \pm 0,05$ g pour les abeilles ayant consommé le sirop à 0.175 mgd'imidaclopride/l. varient de 0 et 1,01 g avec une moyenne de 0,30

Tableau 5 : Moyen du poids de la cire produite en fonction de la dose.

Témoin		0,039mg imidaclopride/litre sirop (D1)		0,1mg imidaclopride/litre sirop (D2)		0,175 mg imidaclopride/litre sirop (D3)	
Cagette	Poids (g)	Cagette	Poids (g)	Cagette	Poids (μ g)	Cagette	Poids (g)
Moyenne	0,51 83	Moyenne	0,3608	Moyenne	0,2581	Moyenne	0,0500
Ecart-type	0,4015	Ecart-type	0,1839	Ecart-type	0,1594	Ecart-type	0,0570

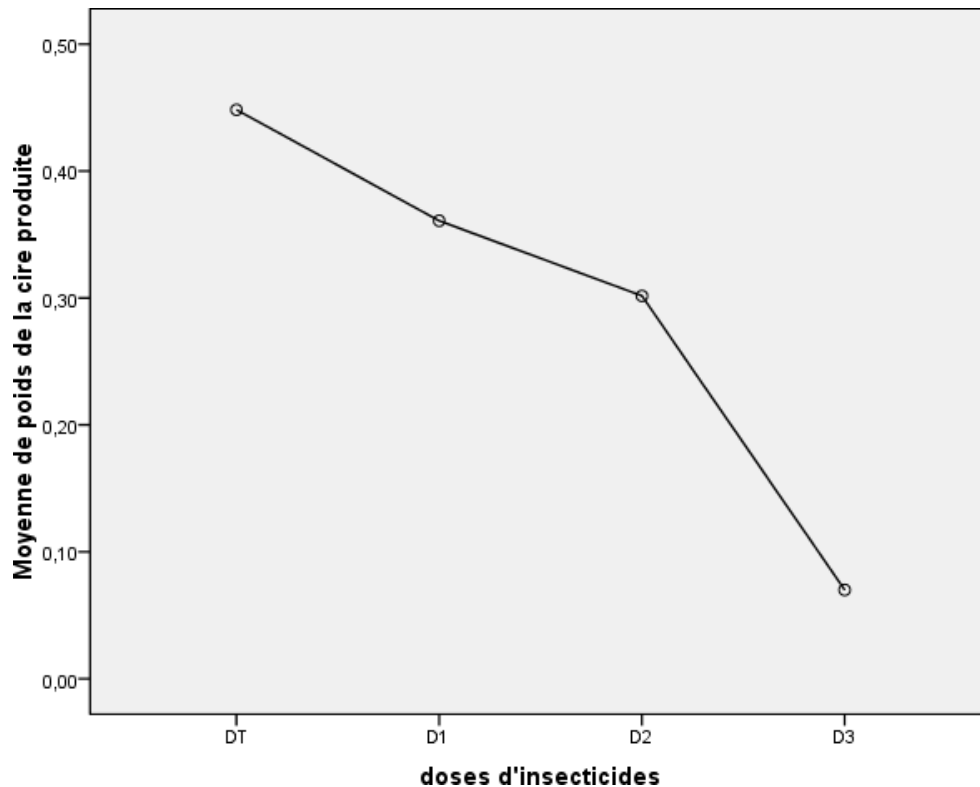


Figure 17: Moyenne de cire produite en fonction des doses en imidaclopride (DT est le témoin).

11) Nombre de lamelles cirières:

Le produit testé agit de manière très hautement significative sur la production de lamelles cirières. La moyenne la plus faible est produite par les abeilles ayant ingéré le sirop renfermant 0.1 mg d'imidaclopride/litre ($M=1,77$) alors qu'elle est de 2,93 lamelles/abeille pour les abeilles traitées avec le sirop à 0.175 mg d'imidaclopride/litre. Pour la dose 0,035 mg d'imidaclopride/l, cette moyenne est de 3,74 lamelles/abeille qui est proche de celle du lot témoin ($M=3,41$) (**Tableau 6** et **figure18**).

Tableau 06: Nombre de lamelles cirières/abeille en fonction de la dose.

Témoin		0,039mg imidaclopride/litre sirop (D1)		0,1mg imidaclopride/litre sirop (D2)		0,175 mg imidaclopride/litre sirop (D3)	
Cagette	Nombre	Cagette	Nombre	Cagette	Nombre	Cagette	Nombre
A	5,9	1	4,8	1'	4,2	1''	2,2
B	1,5	2	0,9	2'	1,5	2''	2,5
C	5,8	3	4,7	3'	2,3	3''	3,7
D	1,4	4	4,2	4'	1,6	4''	3,2
E	2,6	5	5,0	5'	1,9	5''	1,8
F	5,5	6	2,4	6'	1,8	6''	0,9
G	1,6	7	3,3	7'	1,7	7''	4,7
H	3,8	8	4,5	8'	1,9	8''	5,1
I	1,9	9	3,6	9'	0,8	9''	4,9
J	1,8	10	3,6	10'	1	10''	4,6
K	4,5	11	4	11'	1	11''	1,5
L	4,7	12	4,4	12'	2,6	12''	1,7
Moyenne	3,49	Moyenne	3,81	Moyenne	1,65	Moyenne	2,71

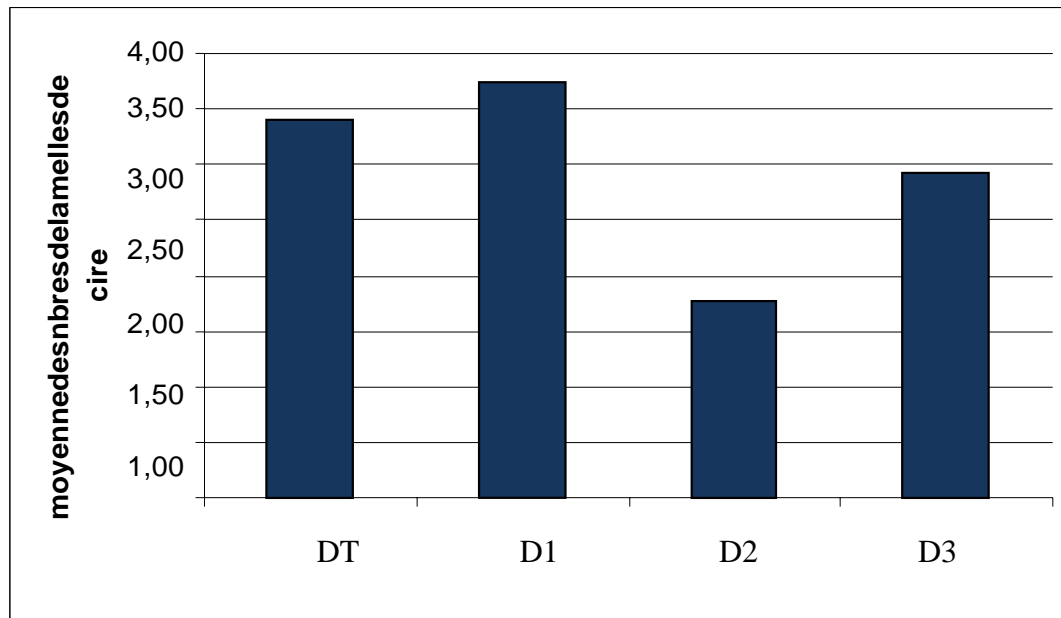


Figure 18: Moyenne de lamelles cirières produites en fonction des doses D'imidaclopride (DT est le témoin).

12) Corrélacion entre quantités d'imidaclopride ingéré et le poids de cire produite

La corrélation de Pearson fait ressortir que les poids de cire produite sont liés significativement mais d'une manière négative aux quantités d'imidaclopride ingéré c'est-à-dire que lorsque les abeilles ont consommé beaucoup de produit, elles produisent moins de cire. Il apparaît donc que l'imidaclopride serait la cause de la faible production de cire par les abeilles.

13) Discussion

Il est très important de caractériser les effets sublétaux des insecticides sur le comportement des abeilles domestiques. Les insecticides peuvent contaminer aussi bien les butineuses que les abeilles d'intérieures par le biais du nectar et du pollen pollués. Il a été démontré que les abeilles peuvent être exposées de manière chronique à des molécules toxiques en consommant des réserves (Fries et Wibran, 1987 ; Villa et al., 2000).

Lors de notre étude sur l'effet sublétaux de l'imidaclopride sur la production et l'étrépage de la cire, nous avons été confrontés au problème du choix des concentrations sublétales qui s'est avéré être un problème crucial pour estimer les effets des pesticides sur le comportement des abeilles.

Dans notre recherche la DL_{50} 48h de l'imidaclopride pour la race *Apis mellifera intermissa* est inconnue, pour cela, il a fallu la déterminer. Elle a été évaluée à 3,9 ng/abeille. Notre résultat est proche de celui mis en évidence par Drescher (1990), qui est de 3,9 ng/abeille. La plus forte dose testée au cours de nos expériences correspond à la $DL_{50}/20$. Vu les faibles taux de mortalité enregistrés lors des expériences pour les doses utilisées, il apparaît que notre choix est correct. En effet, il n'y a aucune différence significative entre les lots traités et le lot témoin. Elle est en moyenne de 11% pour le témoin et de 12,82% pour le lot traité par la dose 0,1 mgd'imidaclopride/litre.

Ces pourcentages semblent être acceptables si nous les comparons avec ceux obtenus

RESULTAT ET DISCUSSIONS

par Decourtey et *al.* (2003), qui sont de 13% pour 12ng/abeille ; 11% pour 0,12ng/abeille et 12% pour le témoin.

Les quantités de sirop absorbées sont différentes entre le lot témoin et les lots traités ainsi qu'entre les traités entre eux. Cependant, les abeilles traitées par la plus faible dose ont consommé autant que les témoins.

Lorsque la dose en imidaclopride est de 0,175 mg d'imidaclopride/litre, les abeilles consomment moins de sirop ceci pourrait être expliqué par un effet antinutritionnel qui a été observé par Nauen, (1998 a,b), chez certains types d'aphidés et par Ramirez-Romero et *al.* (2005) pour les abeilles exposés à de l'imidaclopride. En outre, Babendrier et al. (2005), ont remarqué aussi une baisse de consommation de la solution de saccharose par les abeilles en présence de l'inhibiteur de protéase (SBTI).

Ainsi donc l'imidaclopride aurait à de faibles doses un effet appétitif et à l'inverse à de fortes doses il exercerait un effet répulsif sans pour autant faire cesser la consommation, notre conclusion confirme celle de Guez (2003). Nous pourrions déduire de ceci qu'à de faibles doses les abeilles pourraient ramener d'importantes quantités de nectar ou de pollen contaminés dans la ruche. Lorsqu'on compare les quantités de l'imidaclopride ingérées, il ressort que les abeilles qui ont consommé moins de sirop sont celles qui ont ingéré plus de produit. Nos observations corroborent avec celles de Kirchneir (1999), qui a rapporté qu'une réduction dans l'activité du butinage sur des sources contaminées avec de l'imidaclopride serait due à la perturbation de la danse tremblante donc absence de recrutement.

Lorsque nous avons analysé les quantités de cire produites, il s'est avéré que les lots d'abeilles qui ont ingéré beaucoup d'imidaclopride sont ceux qui ont produit moins de cire. En outre, le comptage de lamelles cirières extraites sous l'abdomen des abeilles nous révèle que même les abeilles qui n'ont pas construit ont un nombre de lamelles cirières important. De ceci, il est évident de conclure que l'imidaclopride agit sur le comportement de construction et non sur la physiologie de la production de cire. Ce résultat a été observé dans des études antérieures (Whiffler et al, 1991 ; Ledoux et al. ,2000) sur les effets des hormones royales sur la production et la construction de cire.

De notre étude il en découle que la construction de rayons de cire est limitée par l'ingestion d'imidaclopride ce qui limiterait non seulement les réserves de pollen et de miel (rentabilité) mais aussi la ponte de la reine (pas de renouvellement d'ouvrières) qui induirait inévitablement à l'affaiblissement de la colonie et par la suite à sa mort.

Il ne faut pas perdre de vue que l'imidaclopride n'agit pas seul lorsqu'il est ingéré, beaucoup de ses métabolites tels que l'oléfine, le 5-hydroxy-imidaclopride et le 4-5-hydroxy-imidaclopride peuvent être plus toxiques pour les abeilles que la molécule mère (Decourtey et al., 2003).

Par ailleurs, il faut noter que les effets des insecticides peuvent s'aggraver en présence des fongicides (Colin et Belzunces, 1992) ou par différents facteurs comme la consommation du pollen (Wahl et Ulm, 1983), la saison (Decourtey et Pham-Delègue, 2002) ou l'origine génétique (Suchaïl et al., 2000).

Les résultats obtenus pour les quantités de protéines contenues dans les glandes hypopharyngiennes des abeilles témoins et des abeilles traitées avec de l'imidaclopride sont représentés dans le tableau 13.

Tableau 7: Quantité de protéines/abeille en fonction de la dose.

Témoin		0,039mg imidaclopride/litre sirop (D1)		0,1 mg imidaclopride/litre sirop (D2)		0,175 mg imidaclopride/litre sirop (D3)	
Cagette	Quantité (µg)	Cagette	Quantité (µg)	Cagette	Quantité (µg)	Cagette	Quantité (µg)
A	10,55	1	1,74	1'	2,13	1''	21,24
B	7,87	2	6,32	2'	2,23	2''	25,49
C	23,53	3	6,7	3'	2,15	3''	27,2
D	40,82	4	24,79	4'	3,53	4''	26,9
E	24,87	5	25,4	5'	11,71	5''	1,87
F	44,16	6	18,17	6'	6,79	6''	12,02
G	36,55	7	10,49	7'	32,42	7''	33
H	34,8	8	24,01	8'	18,64	8''	26,41
I	8,09	9	25,77	9'	4,82	9''	16,47
J	8,57	10	20,70	10'	6,33	10''	30,40
K	20,14	11	21,20	11'	2,65	11''	12,16
L	12,133	12	11,70	12'	5,99	12''	22,15
Moyenne	20,7025	Moyenne	17,9054	Moyenne	7,8 218	Moyenne	21,1736
Ecart-type	13,0229	Ecart-type	7,5146	Ecart-type	8,5412	Ecart-type	9,1504

Dans le groupe d'abeilles traitées avec 0,039 et 0,175 mg d'imidaclopride/litre de sirop, les quantités de protéines contenues dans les glandes hypopharyngiennes sont respectivement de $17,90 \pm 7,51 \mu\text{g}$ et $21,17 \pm 9,15 \mu\text{g}$. Ces quantités sont proches de celles du lot témoin qui

sont de $20,70 \pm 13,02 \mu\text{g}$. Par contre les abeilles traitées avec $0,1 \text{ mg}$ d'imidaclopride/litre de sirop, ont des glandes hypopharyngiennes beaucoup moins développées que celles du lot témoin ($7,8 218 \pm 8,5412 \mu\text{g}$).

14) Discussion

Le développement des glandes hypopharyngiennes des abeilles ouvrières est très flexible, des abeilles de même âge mais exerçant des activités différentes au sein de la colonie peuvent avoir des glandes hypopharyngiennes de taille différentes (Huang et al, 1994).

Lorsqu'il est nécessaire, les glandes hypopharyngiennes peuvent synthétiser de la gelée royale aussi longtemps qu'il le faudra. Haydak, 1963 a obligé les ouvrières à élever du couvain pendant 98 jours et Kratk, (1931), pendant 78 jours. Dans des colonies sans couvain les abeilles présentent des glandes hypopharyngiennes bien développées comme celles des abeilles d'hiver (Maurizio, 1950-1954 ; Dreischer, 1956 ; Fluri et al, 1982) mais leurs activités de synthèse est très réduite (Brouwers,1983).

Dans notre étude, des différences dans le développement des glandes hypopharyngiennes apparaissent entre les différents groupes d'abeilles. Après 13 jours d'exposition à l'imidaclopride, les abeilles nourries avec $0,1 \text{ mg}$ d'imidaclopride/litre de sirop ont les glandes hypopharyngiennes les moins développées, par contre pour la dose $0,175$ qui est plus élevée les glandes hypopharyngiennes sont aussi développées que celles du témoin.

Nos résultats diffèrent de ceux obtenus par d'autres études car en général, il existe une relation dose - effet, c'est à dire que les effets provoqués par les insecticides ou les plantes transgéniques augmentent avec la dose. Dans l'étude de Sagili et al. (2005), les abeilles traitées avec 1% SBTI (Soy Bean Trypsin Inhibitor) contenu dans le pollen, présentent une activité protéique. La quantité de protéines dans les glandes hypopharyngiennes ainsi que la survie des abeilles sont significativement plus basses que celles du témoin ou celles traitées avec 0,1% ou 0,5% SBTI. De même l'étude de Babendreier et al. (2005), rapporte que les abeilles consommant 1% SBTI poids/poids dans une solution sucrée n'élèvent pas de couvain. En outre, les doses de 0,1% ou 1% de SBTI (dans le sirop) provoquent une diminution dans la taille des acini des glandes hypopharyngiennes, ainsi que leurs poids comparés à celles du lot témoin.

Dans notre étude, il apparaît que les doses de $0,034$ et $0,175 \text{ mg}$ d'imidaclopride/litre

de sirop ont un effet moindre sur le développement des glandes hypopharyngiennes.Par

Contre la dose 0,084 mg d'imidaclopride/litre a un effet significatif sur les quantités de protéines contenues dans les glandes hypopharyngiennes, dans ce cas là il n'existe pas de relation dose - effet.

Nos observations confirment celles de Suchail et *al.* (2003), qui ont signalé que l'imidaclopride présente une toxicité très particulière. Les premières mortalités n'apparaissent que 4 heures après l'intoxication alors qu'en général la mort induite par des insecticides neurotoxiques comme les organophosphates, les carbomates et les pyréthriinoïdes est obtenue entre 0,5 et 5 heures. Lorsque les abeilles sont nourries avec 150 µg d'imidaclopride/kg d'abeilles ou moins, la mortalité des abeilles augmente rapidement autour de 90% puis diminue et se stabilise autour de 60% jusqu'à des doses d'environ 2000 µg d'imidaclopride/kg d'abeilles. Pour des doses supérieures, la mortalité augmente de nouveau pour atteindre 100%.

Dans ce présent travail, il n'y avait pas de couvain qui est un facteur qui stimule le développement des glandes hypopharyngiennes par des phéromones (Mohammedi et al, 1996). Mais ce critère n'affecte pas notre étude du moment que nous comparons le développement des glandes hypopharyngiennes recevant des solutions de saccharose (sirop) avec des concentrations différentes en imidaclopride, tous les autres facteurs sont constants et identiques, entre les traités et le témoin.

D'autres études ont été réalisées sur le développement des glandes hypopharyngiennes chez les abeilles encagées dans les mêmes conditions que les nôtres (Sagili et al., 2005). Les glandes hypopharyngiennes des abeilles se développent et synthétisent des protéines en consommant du pollen (Mohammedi et al, 1996). Une consommation réduite de pollen tôt dans la vie d'une ouvrière provoque une réduction dans le développement des glandes hypopharyngiennes et une vie courte (Maurizio, 1950 ; Haydak, 1970).

La réduction dans le développement des glandes hypopharyngiennes pour les abeilles traitées avec 0,084 mg d'imidaclopride/litre (sirop) ne serait pas due à un manque de pollen. Dans les colonies sans couvain, il n'y a pas de relation entre la consommation du pollen et le développement des glandes hypopharyngiennes. En effet, les jeunes abeilles réduisent leurs consommation de pollen, tandis que les plus âgées les augmentent. Ces faibles quantités de pollen sont utilisées pour le développement des glandes hypopharyngiennes lorsqu'il y a

juste quelques abeilles adultes qui reçoivent la gelée royale par trophallaxie et pas de couvain (Hrassnigg H. et al., 1998).

Les abeilles d'hiver qui ne consomment pas ou très peu de pollen (Craïlsheïn et al., 1993) présentent des glandes hypopharyngiennes bien développées (Maurizio, 1954). Dans ce cas, ce sont les nutriments stockés qui élargissent ces glandes. Ceci confirme les résultats de Knecht et Kaatz (1990), qui ont montré que les glandes hypopharyngiennes ne se limitent pas seulement à la synthèse des protéines et la sécrétion de la gelée royale mais aussi au stockage des nutriments.

De ce fait, l'exposition des abeilles à l'imidaclopride peut agir négativement sur les glandes hypopharyngiennes, par conséquent le couvain qui en dépend complètement. Par ceci, le développement de la colonie sera compromis

Au terme de notre étude, il a apparu de nouvelles informations sur les effets des doses sublétales de l'imidaclopride sur les ouvrières et les reines d'abeilles *Apis mellifera intermissa*.

Tout d'abord, nous avons déterminé la DL_{50} à 48h d'imidaclopride pour les ouvrières de printemps des abeilles *Apis mellifera intermissa*. Nous avons aussi montré que lorsque des ouvrières d'abeilles engagées consomment un sirop contenant de l'imidaclopride à faibles doses, ce dernier a un effet appétitif. Ce qui confirme les résultats de Guez (2001).

Sur le terrain, ceci entraînerait un butinage intensif d'une source contaminée. Mis en réserve le pollen ou le nectar renfermant des toxiques seront absorbés par les abeilles d'intérieur, ce qui engendrera l'intoxication de toute la colonie.

Par ailleurs, les fortes doses sont répulsives, donc les abeilles pourront mourir de faim si elles ne trouvent pas d'autres sources florales, ce qui a été démontré par Kirchner (1999).

En conditions contrôlées, il faut noter l'action de l'imidaclopride sur le comportement de l'étirage de cire. Cette molécule empêche les abeilles cirières de construire et d'étirer les rayons de cire. L'imidaclopride n'a pas agi sur la physiologie des glandes cirières, mais il altère le comportement d'étirage de cire par les ouvrières. Ce résultat est analogue à celui de Ledoux et *al.* (2000), qui a étudié l'effet des hormones royales sur la production et la construction de cire.

Il serait intéressant de refaire notre étude mais en analysant cette fois-ci les dimensions de cellules construites (cellules pour mâles ou ouvrières) ainsi que la dimension des lamelles cirières.

Notre étude montre combien il est capital de mieux prendre en compte les effets des faibles doses de toxiques lors de l'évaluation du risque des pesticides chez l'abeille. Il est également important de souligner qu'un effet subléthal peut devenir à terme léthal. En effet, lorsqu'une butineuse est affectée de troubles de mémoire, d'orientation ou de troubles physiologiques affectant les systèmes respiratoire ou circulatoire, elle peut ne pas regagner sa ruche. Elle mourra alors rapidement de faim ou de froid. L'effet subléthal, n'est donc dans ce cas qu'apparent.

CONCLUSION

L'abeille est un excellent indicateur biologique. Elle signale l'état de santé de l'environnement dans lequel elle vit. Elle détecte la présence de substances phytosanitaires, des agents polluants comme les métaux lourds et les radionucléides. Elle assure en outre, la biodiversité grâce à son rôle de pollinisateurs. L'abeille mérite donc d'être protégée!

Bibliographie

- **Abdelguerfi M** , Abdelguerfi-L , Abdelguerfi A, Bouznad Z, Georges G,(2003)
Autoécologie Et Distribution Du Complexe D'espèces *Medicago Ciliaris*-M. Intertexta En Algérie Revu Acta **Botanica** , p253-265.
- **Agence** Canadienne d'Inspection des aliments (ACIA), (2013). Guide du producteur d'abeilles domestiques norme nationale de biosécurité à la ferme pour l'industrie apicole.
- **Amdam**, G.V. Aging Cell 10, 18–27 (2011). Quantitative Genetics And Evolution Of Head Shape in *Plethodon Salamanders* Evolutionary Biology volume **38**, Article number: 278 .
- **Aliyazicioglu Y.**, Deger O., Ovali E., Barlak Y., Hosver I., Tekelioglu Y. Effects Of (2010) Turkish Pollen And Propolis Extracts On Respiratory Burst For K-562 Cell Lines. Int Immunopharmacol p5
- **Amigou M.**, (2016). Les Résidus De Médicaments Vétérinaires Et De Pesticides Dans Les Produits Apicoles Alimentaires (Miel, Pollen, Gelée Royale Et Propolis). Thèse De Doctorat Vétérinaire, Faculté De Médecine De Créteil, Ecole Nationale Vétérinaire D'alfort, Pp. 139, 27-41.
- **Amirat**, A.,(2014). Contribution A L'analyse Physicochimique Et Pollinique Du Miel De *Thymus algeriensis* de la région de Tlemcen. Mem. Master. Biologie. Lab. Laprona. Univ. Aboubekr Belkaid. Tlemcen. pp. 12-13.
- **Anilakumar K. R.**, Krishna K. R. S., Chandramohan G., Khanum F. and Bawa **A. S. (2007)**. Bees wax polyphenols as suppressor of ccl 4 -induced oxidative stress in rats. *Physiol Pharmacol*, 51 (4) : 361-367.
- **Anso**, J. (2012). Du Miel A Volonté. Edition Dur A Avaler. 25p.
- **Arnaudon**, N. 2011. Le Miel Utilisé Comme Thérapeutique. Mémoire en pharmacie. 19p.
- **Baccarelli**, A., Bollati, V.,(2009). Epigenetics and environmental chemicals. *Curr. Opin. Pediatr.* 21, 243–251
- **Bacher R .**, (2008). Les Abeilles, Le Miel Et L'apiculture .Ed.Terre Vivante .P14.
- **Badren**, M.A., (2016). La Situation De L'apiculture En Algérie Développement. Mémoire Présenté Pour L'obtention Du Diplôme De Master Académique. Université De Tlemcen. P 26.
- **Baer Boris** (2005). Sexual Selection In Apis Bees. *Apidologie* 36 (2005), 187-200.
- **Barker R.J.** (1977). Some carbohydrates found in the pollen and pollen substitutes are toxic to honey bees. *J. nutr.* 107 (10).

- **Beetsma J.** (1979) The process of queen-worker differentiation in the honeybee, *Bee World* 60, 24–39
- **Beye M**, Gattermeier I, Hasselmann M, Gempe T, Schioett M, Baines Jf, Schlipalius D, Mougel F, Emore C, Rueppell O, Sirvio A, Guzman Novoa E, Hunt G, (2006) Solignac M Et Exceptionally High Levels Of Recombination Across The Honey Bee Genome. *Genome Research*. Vol. 16, N° 11, p. 1339-1344.
- **Biri .**, (2002). *Le Grande Livre Des Abeilles Cours D'apiculture Moderne* .Ed. De Vecchi S.A , Paris .P.55 Et P.61 Et P.191.
- **Biri .**, (1986). *L'élevage Moderne Des Abeilles Manuel Pratique* .Ed . De Vecchi S.A ,Paris.P.86et P.89.
- **Boes, K. E. (2010)**. Honeybee Colony Drone Production And Maintenance In Accordance With Environmental Factors: An Interplay Of Queen And Worker Decisions. *Insectessociaux*, 57(1): 1-9.
- **Bogdanov S.** Quality And Standards Of Pollen And Beeswax. *Produits De La Ruche : Le Travail Des Abeilles Apiacta* 2004 38:334-341. Duteil, C. (2010). *Produits De La Ruche : Le Travail Des Abeilles*.
- **Brouwers E.V.M.**, Ebert R., Beetsma J. (1987) Behavioural and physiological aspects of nurse bees in relation to the composition of larval food during caste differentiation in the honeybee, *J. Apic. Res.* 26, 11–23.
- **Boucher, C.**, F. Desjardins, P. Giovenazzo, J. Marceau, A. Pettigrew, H. Tremblay et N. Tremblay (2011). *Gestion optimale du rucher*, 2e édition. Québec : Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec.
- **Boukraa L.** (2008). Addictive Action Of Royal Jelly And Honey Against *Staphylococcus Aureus*. *J Med Food*,.
- **Bozina KD** (1961) How long does the queen live? *Pchelovodstvo*,38, 13 (in Russian).
- **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. p238 .
- **Brudzynski K.** (2006) Effect Of Hydrogen Peroxide On Antibacterial Activities Of Canadian Honeys. *Can J Microbiol.*;52:1228-3.
- **Caillas A.** (1977), *Si La Gelée Royale M'était Contée*, Editions De La Pensee Moderne,Orlean.,

Bibliographie

- **SALCIDO RS** 2008. Honey : is apitherapy an emergency ? *Advances in Skin & Wound Care*, vol. 21, n° 12, p. 552.
- **Carvalho, L.G.**, Veldtman, R., Shenkute, A.G., Tesfay, B.G, Walter, C., Pirk, W., Donaldson J.S., Nicolson S.W., 2010. Natural and within-farmland biodiversity enhances crop productivity. *Ecol. Lett.*, 14, 251–259.
- **Campos M.**, Webby R., Markham K., Mitchell K., Da Cunha A. (2010) Age-Induced Diminution Of Free Radical Scavenging Capacity In Bee Pollens And The Contribution Of Constituent Flavonoids. *J Agric Food Chem* 2003 51:742-745.
- **Casida J.E.** (2009). *Pest Toxicology: The Primary Mechanisms Of Pesticide Action*. *Chem. Res.Toxicol.*,**22**: 609–19.
- **Catays, G.**, (2016). Contribution à la caractérisation de la diversité génétique de l'abeille domestique *Apis mellifera* en France : cas du locus *csd* de détermination du sexe. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT. p 314
- **Choi M. S.**, S. Park, T. Choi.(2013), “Bee Venom Ameliorates Ovalbumin Induced Allergic Asthma Via Modulating Cd4+Cd25+ Regulatory T Cells In Mice,” *Cytokine*, Vol. 61, 256–265.
- **Chauvin R.** (1968). *Le traité de biologie de l'abeille*. Masson et compagnie éditions.
- Commission régulation (EC) No 152/2009 (2009). Laying down the methods of sampling and analysis for the official control of feed. *Official Journal of the European Union* 54: 23-37.
- **Christine.** (2011) - Société Royale D'apiculture De Bruxelles Et Ses Environs (Srabe).
- **Chung-Yang Huang**, Li-Ling Chi, Wei-Jan Huang Et Yue-Wen Chen, (2012)« Growth Stimulating Effect On Queen Bee Larvae Of Histone Deacetylase Inhibitors », *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, Vol. 60, , P. 6139-6149 .
- **Clement H .**, (2010). *La Ruche Au Fil De La Saison* .Ed.Rustica. Paris ,P.14.
- **Clément H.** (2011). *Le Traite Rustica De L'apiculture*, 2° Edition, Paris, Editions Rustica.
- **Codex Stanstan**(12-1981, 1987 2001) *Codex Alimentarius Commission Standards*.
- **Collotta M.**, P.A. Bertazzi, V. Bollati 2013 *Epigenetics And Pesticides Toxicology G 2013* Published By Elsevier Ireland Ltd.
- **Crailsheim K.**, Schneider L.H.W., Hrasnigg N., Bühlmann G., Brosch U., (1992) Pollen consumption and utilization in worker honeybees (*Apis mellifera carnica*): dependence on individual age and function. *J. Insect. Physiol.* 38: 409-419.

Bibliographie

- **Cridge** Andrew G., Leask Megan P., Duncan Elizabeth J., Et Dearden Peter K., (2015), « What Do Studies Of Insect Polyphenisms Tell Us About Nutritionally-Triggered Epigenomic Changes And Their Consequences? », *Nutrients* , Vol. 7, N° 3 : 17871797.
- **David Paterson** P., (2008). L'apiculture, Edition Quae P. 144, 5-142.
- **Deltour** Sophie, Chopin Valérie, Leprince Dominique, Modifications Epigénétiques Et cancer Union L 309, Médecine Sciences, Vol 21, n°4, avril 2005, p.405-411.
- **EC** (2009). Regulation (EC) No 1107/2009 of the European Parliament and of the Coun of 21 October concerning the placing of plant protection products on the market
- and repealing Council Directives 79/117/EEC and 91/414/EEC. Brussels, Off. J. Eur.
- **Eraslan G.**, Kanbur M., Silici S. 2009 Effect Of Carbaryl On Some Biochemical Changes In Rats: he Ameliorative Effect Of Bee Pollen. *Food And Chemical Toxicology* a 47(1):86-47(1):86-91 .
- **Eraslan G.**, Kanbur M., Silici S., Karabacak M. Benefcial (2010) Effect Of Pine Honey On Trichlorfon Induced Some Biochemical Alterations In Mice. *Ecotoxicology And Environmental Safety* 73(5):1084-1091.
- **Fao.** (2016), Food And Agriculture Organization En Fr : Organisation Pour L'alimentation Etl'agriculture.
- **FAYET A.**(2014),Morphologie&anatomie de l'abeille, fiche biologie pour l'association CRAI.
- **Foret S.**, Robert Kucharski, Yvonne Pittelkow Et Gabrielle A(2009). Lockett, « Epigenetic Regulation Of The Honey Bee Transcriptome: Unravelling The Nature Of Methylated Genes », *Bmc. Genomics*, vol. 10, p. 472.
- **Foret Sylvain**, Kucharski Robert, Pellegrini Matteo, Feng Suhua, Jacobsen Steven E., Robinson Gene E., Et Maleszka Ryszard, (2012), « Dna Methylation Dynamics, Metabolic Fluxes, Gene Splicing, And Alternative Phenotypes In Honey Bees », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 109, n° 13 : 4968-4973.
- **Fratini F.**, Cilia G., Mancini S., Felicioli A. (2016). royal jelly: an ancient remedy With remarkable antibacterial properties. *Microbiological Research*, S0944.5013, 30083-0.
- **Furusawa E.**, Chou S., Hirazumi A., Melera A. (1995) Antitumour Potential Of Pollen Extract On Lewis Lung Carcinoma Implaned Intraperitoneally In Syngeneic Mice.. *Phyther Res* 9:255-259.
- **Gajski, G.** And V. Garaj-Vrhovac, (2009). Radioprotective Effects Of Honeybee Venom (Apis Mellifera) Against 915-Mhz Microwave Radiation-Induced Dna Damage In Wistar Rat Lymphocytes: In Vitro Study. *Int.J Toxicol.*, 28(2): 88-98.

Bibliographie

- **Gharbi M. (2011).** Les Produits De La Ruche : Origines - Fonctions Naturelles -Composition Propriétés Thérapeutiques Apithérapie Et Perspectives D'emploi En Médecine Vétérinaire. Thèse De Doctorat En Médecine-Pharmacie, Université Claude-Bernard - Lyon I, Pp. 221.
- **Gary, N. E. (1963).** Observations of mating behaviour in the honeybee. *Journal of Apicultural Research* **2**(1)p 3-13.
- **Gokalpo H., Abdurrahman Aktumsek G., Cakmak Y., Ozparlak H. (2010).** Determination Of Some Organochlorine Pesticide Residues In Honeys From Konya, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment* volume 168.
- **Haderbache L. Et A. Mohammedi** *Revue Agriculture.* 09 (2015) 19 – 24.
- **Hegazi A.G.** Medical Importance Of Bee Products. *Uludag Bee Journal* 2012 12:136-146.
- **Herbert E.W.J. (1992).** Honey bee nutrition. In J.M. Graham (ed.) *The Hive and the Honey Bee.* Dadant and Sons, Hamilton, IL, 197-233
- **Hummel R, Feltin M, (2014)** L'année apicole de l'apiculteur débutant Syndicat des apiculteurs de Thann et environs p8.
- **Hopkins J (2011)** University. The Johns Hopkins Acg® System. Baltimore, Md : Johns Hopkinsuniversity;).
- **Horr B.Z. (1998).** Salt - An important dietary supplement in honey bee nutrition? *Am. Bee J.* 138(9): 662-662.
- Hossen Md. Sakib, Sie Hua Gan,2 And Md. Ibrahim Khalil1,2017journal Of Chemistry, Article,.
- **Mickaël B. (2010).** Propriétés Et Usage Médical Des Produits De La Ruche. Thèse De Doctorat en Pharmacie. Université de Limoges, Faculté de Médecine et Pharmacie, pp. 119, 12-18.
- **Hooper Te. ,(1976).** Les Abeilles Et Le Miel, Guide De L'apiculture. Ed. De Lachaux et Niestlel, p.120.
- **Hossen Md. Sakib, Sie Hua Gan,2 And Md. Ibrahim Khalil1,(2017)**journal Of Chemistry, Article .
- **Ishikawa Y., Tokura T., Ushio H., Niyonsaba F., Yamamoto Y., Tadokoro T., Ogawa H., Okumura K. Lipid (2009)-Soluble Components Of Honeybee-Collected Pollen Exert Antiallergic Effect By Inhibiting Ige-Mediated Mast Cell Activation In Vivo. *Phytother. Res* 3:1581-1586.**
- **Jammes H.(2013)** (Kiefer H.), Devinoy E. (Beaujean N. Chavatte-Palmer P. Inra, Umr1198 Biologie Du Développement Et Reproduction, F-78350 Jouy-En-Josas, France Enva, F-94700

Bibliographie

Maisons Alfort, France Inra, Ur1196 Génomique Et Physiologie De La Lactation, F-78350 Jouy En Josas, France P 2.

- **Jean-Prost, P. (2005).** 7e Edition Revue Et Complétée Par Le Conte Y. *Apiculture* Connaître L'abeille. Conduire Le Rucher. p698 .
- **Jean-Prost P., Le Conte Y.** Apiculture : connaître l'abeille, conduire le rucher, 7ème édition. Ed. Tec & Doc Lavoisier. (2005:)698 pages.
- **Jeltsch A., Jurkowska R.Z.,** New Concepts (2014) in Dna Methylation, *Trends Biochem. Sci.*, P. 310.
- **Kairo G , Yannick Poquet, Haïthem Haji, Sylvie (2017)** Tchamitchian Mariann Ecousin, Marc Bonnet, Michel Pelissier, André Kretzschmar, Luc P. Belzunces Jean-Luc Brunet. Assessment Of Pesticide Reprotoxicity To The Honey Bee P 11.
- Kairo G, Provost B, Tchamitchian S, Ben Abdelkader F, Bonnet M, Cousin M, SénéchalJ, Benet P, Kretzschmar A, Belzunces Lp, Brunet J-L. (2016). Drone Exposure ToThe Systemic Insecticide Fipronil Indirectly Impairs Queen Reproductive Potential.
- **Kim B Y , KS Lee , F M Zou Hu Wan, YS Choi ,H J Yoon , HWk Kwon , YH Je , Byung Rae Jin (2013)** Antimicrobial activity of a honeybee (*Apis cerana*) venom
- Kazal-type serine protease inhibitor Toxicon 76 110–117.
- **Koeniger, G. (1986).** Reproduction And Mating Behavior. Bee Genetics And Breeding. T.E. Rinderer, Academic Press, Inc, 255-280 .
- **Krupke C.H.,** Hunt G.J. Eitzer B.D. Andino G. And Given K. (2012). Multiple Routes Of pesticide exposure for honey bees living near agricultural fields., *PLos One.*,
- **Kwakman Ph, Te Velde Aa, De Boer L, Speijer D (2010).** How Honey Kills Bacteria FASEB J.:2576p82.
- **Kwakman Ph, Zaat Sa(2012) .** Antibacterial Components Of Honey. *Iubmb Life*.p;64:48 55;
- **KrishnaaA et Schwarz^{bc} N, (2014).** Sensory marketing, embodiment, and grounded cognition: A review and introduction *Journal of Consumer Psychology* Pages 159-168.
- **Lacube J., (2015).** L'abc De L'apiculture, Rustica Editions, P. 219-48-52.
- **Lee J H , Kim Wh, Kwon By , Han Jh, Yang Si, Beitz A(2005):** Antinociceptive Mechanisms Associated With Diluted Bee Venomacupuncture (Apipuncture) In The Rat Formalin Test: Involvementof Descending Adrenergic And Serotonergic Pathways *Pharmacological Research* 51 p183–188.

Bibliographie

- **Lee, K.Y.**, Heo, K.R., Choi, K.H., Kong, H.G., Nam, J., Yi, Y.B., Park, S.H., Lee, S.W., Moon, B.J., (2009). Characterization Of A Chitinase Gene Exhibiting Antifungal Activity From A Biocontrol Bacterium *Bacillus Licheniformis* N1. *Plant Pathol. J.* 25, 344–351.
- **LEVEN L-V**, Boot W-J, Mutsaers M, Segeren P Et Velthuis H, (2005): L'apiculture Dans Les Zones Apicoles.
- **Lorenz E.S.**(2009). Potential Health Effects Of Pesticides, Ag Communications And Marketing, Wiley, New York., **Pp: 230-257.**
- **LOUVEAUX.J**, (1980).Les abeilles et leur élevage (nouvelle encyclopédie des connaissances agricoles).Ed. Hachette, paris, pp 164-199.
- **Louveaux J.** (1954). Etudes sur la récolte du pollen par les abeilles. *Apiculteur* 98: 43-50.
- **Marchenay ,Laurence**,(2007)**Sciences de l'Homme et Société Revu** Anthropologie biologique. P7.
- **Maruyama H.**, Sakamoto T., Araki Y., Hara H.(2010) Research Article Anti-Inflammatory Effect Of Bee Pollen Ethanol Extract From *Cistus* Sp. Of Spanish On Carrageenan-Induced Rat Hind.
- **Martin, S. J.** (1994). Ontogenesis of the mite *Varroa jacobsoni* Oud. in worker brood of the honeybee *Apis mellifera* L. under natural conditions. *Exp. Appl. Acarol.* 18:87–100.
- **Mazan J.**(1994). Les Faux- Bourdons. Ed.Edisud,P.25.
- **Morais M.**, Moreira L., Feás X., Estevinho L. Honeybee-Collected Pollen From Five Portuguese Natural Parks: Palynological Origin, Phenolic Content, Antioxidant Properties And Anti-Microbial Activity. *Food Chem Toxicol* 2011 49:1096-1101 .
- **Nair, S.** (2013). Identification Des Plantes Mellifères Et Analyses Physicochimiques Algérien, Thèse de doctorat, Oran.
- **Nicola, B.**, (2010). Le Rôle Des Abeilles Dans Le Développement Rural. Manuel Sur La Récolte, L' Organisation Des Nations Unies Pour L'alimentation Et L'agriculture (Fao) Rome. P238.
- **Nicolson S.W.** (1990). Osmoregulation in a nectar-feeding insect, the carpenter bee *Xylocopa capitata*: water excess and ion conservation. *Physiol. Entomol.* 15:433-440.
- **Nderitu J, Nyamasyo G, Kasina M, Oronje ML.** (2008). Diversity of sunflower pollinators and their effect on seed yield in Makueni District, Eastern Kenya. *Spanish J Agricul Res* 6: 271–278.
- **Olaitan P.B, Adeleke O.E, Ola I.O.**(2007) Honey: A Reservoir For Microorganisms And Inhibitory Agent For Microbes. *African Health Sciences.*;159p65.

Bibliographie

- **Omotayo, O. E., Siti A. S & Mohd, S.** (2014). Effects Of Honey And Its Mechanisms Of Action On The Development And Progression Of Cancer. p2497-2522.
- **Oskouei, T. O & Moslem, N.** (2013). traditional and modern uses of natural honey in human diseases. Iran J Basic p6 .
- **Oudjet K,** (2012).Le Miel Etudes & Enquêtes Une Denrée A Promouvoir Infos-Cacqe
- **OUAKLI K, NEGGACHE S, MEFTI-KORTEBY h et BENCHERCHALI M,**2019
- DIVERSITÉ DES MODALITÉS DE PRODUCTION APICOLES DANS LA PLAINE DE MITIDJA (ALGÉRIE) Revue Agrobiologia p 1694
- **Ozcan M.** (2004)Inhibition Of Aspergillus Parasiticus Nrrl 2999 By Pollen And Propolis.
- **Pain J et Michel**(1963)_Structures chimiques et propriétés biologiques de quelques substances identifiées chez l'abeille Insectes Sociaux volume 10, pages129–142
- **Park Yc, Koh Ps, Seo Bk, Et Al.** Long-Term (2014)Effectiveness Of Bee Venom Acupuncture And Physiotherapy In The Treatment Of Adhesive Capsulitis: A One-Year Follow-Up Analysis Of A Previous Randomized Controlled Trial. J Altern Complement p20: 919-924.
- **Pascoal A., Rodrigues S., Teixeira A., Féas X., Estevinho L.** (2014) Biological Activities Of Commercial Bee Pollens: Antimicrobial, Antimutagenic, Antioxidant And Anti-Inflmmatory. Toxicol p63.
- **Paw Edema** (2010) Anti-inflammatory effect of bee pollen ethanol extract from *Cistus* sp. of Spanish on carrageenan-induced rat hind paw edema p 2
- . Bmc Complementary And Alternative Medicine,
- **Perron JM.**(1998). Apiculture, biologie de l'abeille 2ème édition. Crochetière, France : Agronome, Conseil des
- productions végétales du Québec inc.
- **Philippe J. M.** Le Guide De L'apiculteur, Troisième Edition Edisud, (1999), P.1087.
- **Pierron F, Zhu H, Siviour C.** (2014) Beyond Hopkinson's Bar. *Phil. Trans. R.Soc. A* **372**: The Royal Society.
- **Perron JM.** (1998). Apiculture, biologie de l'abeille 2ème édition. Crochetière, France : Agronome, Conseil des productions végétales du Québec inc.
- **POIROT B.** (2013). L'apithérapie Médecine Moderne.p23.
- **Rae Jin**(2013)Antimicrobial Activity Of A Honeybee (*Apis Cerana*) Venom Toxicon p 76 .

Bibliographie

- **Rey O.**, Danchin E., Mirouze M., Loot C., Blanchet S., (2016) « Adaptation To Global Change: Atransposable Element-Epigenetics Perspective », *Trends In Ecology Evolution*, p 31,P.,.
- **Rigal M-L.** (2012). Miel Et Gelée Royale : Utilisations Thérapeutiques Dans Le Domaine Cutané Et Applications En Cosmétologie. Thèse De Doctorat En Pharmacie Université De Limoges, Faculté De Pharmacie, p. 156.
- **Tasei JN** ,(1996), impact des pesticides sur les Abeilles et les autres pollinisateurs Courier de l'environnement de l'INRA p18 .
- **Ravazzi G.**, (2007). Abeille et apiculture. Ed. Vecchi. Paris. pp. 159.12-39p
- **Rortais A.** Arnold G. Halm M.P. And F. Touffet-Briens. (2005). Modes Of Honeybees Exposure To Systemic Insecticides: Estimated Amounts Of Contaminated Pollen And Nectar Consumed By Deferent Categories Of Bees. *Apidologie*.,p8.
- **Rossant A.** (2011). Le Miel : Un Composé Complexe Aux Propriétés Surprenantes. Thèse De Doctorat, Université De Limoges. France.
- **Sabatini AG**, GL Marcazzan, MF Caboni, (2009), Journal of ApiProducteur, p61
- **Salcido Rs. Honey , 2008 : Is Apitherapy An Emergency ? Advances In Skin & Wound Care,, The Journal for Prevention and Healingp12.**
- **Samochowiec L.**, Wójcicki J. (1983) Influence Of Cernitin Extracts On Serum And Liver Lipids InRats Fed On A High-Fat Diet. *Herba Polon* p 29.
- **Samochowiec L.**, Wójcicki J.(1 981) Effect Of Pollen On Serum And Liver Lipids In Rats Fed On A High-Lipid Diet. *Herba Polon* p 27 .
- **Seeley**, T. D., P. K. Visscher et K. M. Passino (2006). Group decision making in honey bee swarms. *American Scientist* **94**(3): 220-229.
- **Sauvager F.**, Amoros M., Simoes C M., Girre L., Cormier M. (1992): Synergistic effect of flavones and flavonols against herpes simplex virus type 1 in cell culture. Comparison with the antiviral activity propolis. *Journal of natural Products* p
- **SCHACKER MA.** (2008). Spring without bees. How colony collapse disorder has endangered our food supply. The Lyons Press.
- **Schluns**, H., Moritz, R. F. A., Lattorff, H. M. G. And Koeniger, G. (2005). Paternity Skew In Seven Species Of Honeybees (Hymenoptera : Apidae : Apis). *Apidologie*p 36
- **Shi Yuan** Yuan, Huang Zachary Y., Zeng Zhi Jiang, Wang Zi Long, Wu Xiao Bo, Et Yan Wei Yu, (2011), « Dietand Cell Size Both Affect Queen-Worker Differentiation Through Dna Methylation In Honey Bees (Apismellifera, Apidae) », *Plos One*, Vol. 6, N° 4 18808.

Bibliographie

- **Skender K.**, (1972) situation actuelle de l'apiculteur algérienne et ses possibilités de Transformation et la commercialisation des produits et services dérivés des abeilles.
- **Slimi A.** (2005). La Route De Miel Et De L'essaime, Thèse De Doctorat. Ecole Nationale Vétérinaire D'alger. p 105.
- **Seeley** **Tet Morse** , (1978), Nest site selection by the honey bee, *Apis mellifera* Insectes Sociaux volume 25, pages 323–337.
- **Sun W.**, Guan M., Li X, (2014), 5-Hydroxymethylcytosine-Mediated Dna Demethylation In Stem Cells And Development, *Stem Cells Dev.* P. 923.
- **Tampier** Thibault, (2017), Du Modele Tensegre De La Cellule Mecanotransductrice A L'architecture Du Corps : Essai Institut De Formation Supérieur En Ostéopathie De Rennes P 19.
- **Tarpy, D. R.**, Keller, J. J., Caren, J. R. And Delaney, D. A. (2012). Assessing The Mating 'Health' Of Commercial Honey Bee Queens. *J. Econ. Entomol.* p20-25 .
- **Tonks A. J.**, COOPER R. A., JONES K. P. (2003) honey stimulates inflammatory cytokine production from monocytes. *Cytokines*, p. 242-247.
- **Toullec ANK.** (2008). Abeille noire, *Apis mellifera* mellifera. Historique et sauvegarde. Thèse de Doctorat Vétérinaire. Faculté de Médecine de Créteil. 168 p.
- **Wilde J.** Beetsma J , (1982) Progrès de la physiologie des insectes p167-246.
- **Welch** Mat Et Lister Ryan, (2014), « Epigenomics And The Control Of Fate, Form And Function In Social Insects », *Current Opinion In Insect Science*, Vol. 1 : 31-38 .
- **Winston M.L.** (1991). Role Of Queen Mandibular Pheromone And Colony Congestion In Honey Bee (*Apis Mellifera L.*) Reproductive Swarming (Hymenoptera Apidae).
- **Winston M.L.** (1993). La Biologie De L'abeille. Traduit De L'anglais Par G.Lambermont. Edition Frison Roche, Paris.
- **Winston, M. L.** (1987). The Biology Of The Honey Bee. Cambridge, Massachusetts : Harvard University Press.
- **Woyke J.** (1960). Natural And Artificial Insemination Of Queen Honeybees. *Pszcz. Zesz. Nauk* 4: 183-275.
- **Winston, M. L.** (2008). « Chapter 3 : The honey bee colony : life history ». In *The hive and the honey bee*. Hamilton, Illinois : Dadant and Sons.

