



N° de série:

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الشهيد حمزة لخضر الوادي

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم البيولوجيا الخلوية والجزيئية

Département de biologie Cellulaire et Moléculaire

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences

biologiques

Spécialité: Toxicologie

Thème

Impact des insecticides sur la physiologie des abeilles domestiques

(Hymenoptera, Apidae)

Présenté Par :

M^{elle}. ARIBI Asma

M^{elle}. CHERADID Halima

Devant le jury composé de :

Président : M^{elle} RAMDANE Farah (MCB)

Université d'El Oued.

Examinatrice : M^{elle} ZETAL Hasna (MAA)

Université d'El Oued.

Promotrice : M^{lle} GUEMMOUDA Messaouda (MCB)

Université d'El Oued.

Année Universitaire: 2019/2020

قَالَ تَعَالَى: أَعُوذُ بِاللَّهِ مِنَ الشَّيْطَانِ الرَّجِيمِ

﴿ وَأَوْحَى رَبُّكَ إِلَى النَّحْلِ أَنْ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا وَمِنَ الشَّجَرِ وَمِمَّا يَعْرِشُونَ ﴿٦٨﴾
ثُمَّ كُلِي مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ فَاسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلُلًا يَخْرُجُ مِنْ بُطُونِهَا شَرَابٌ
مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ، فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿٦٩﴾ وَاللَّهُ خَلَقَكُمْ
ثُمَّ يُنَوِّقُكُمْ وَمِنْكُمْ مَنْ يُرَدُّ إِلَى أَرْذَلِ الْعُمُرِ لِكَيْ لَا يَعْلَمَ بَعْدَ عِلْمٍ شَيْئًا إِنَّ اللَّهَ عَلِيمٌ

قَدِيرٌ ﴿٧٠﴾ النحل: ٦٨ - ٧٠

"Si l'abeille venait à disparaître, l'homme n'aurait plus que quelques années à vivre"

"Si l'abeille disparaissait de la surface du globe, l'homme n'aurait que quatre années à vivre.

Plus d'abeilles, plus de pollinisation, plus d'herbe, plus d'animaux"

Albert Einstein



Dédicace

Du profond de mon cœur, j'ai l'honneur de dédier ce mémoire

À mes chers parents qui ont œuvré pour ma réussite, de par leur amour, leurs précieux conseils, leurs encouragements et leur soutien moral et matériel, jamais je ne peux les compenser et les remercier assez de m'avoir donné le meilleur.

Particulièrement à ma très chère mère qui a fait des sacrifices pour moi au long de mon parcours scolaire.

À mes sœurs Sirin, Hadjer et Rofaida.

À mon frère Moufdi-Zakaria.

À ma grand mère "Hafsia".

À ma grand famille "ARIBI".

Une dédicace particulière et sincère à notre promotrice M^{me} Dr GUEMOUDA Messouda pour avoir accepté d'encadrer la réalisation de ce travail.

À tous mes amis chacun à son nom.

À mes collègues sans exception.

À la promotion de master Toxicologie 2019/2020.

À tous mes enseignants que ce soit universitaire, lycée, moyenne et primaire.

À tous ceux qui me connaissent, et qui m'ont cessé de prier pour moi.

Aucune dédicace ne s'exprime que l'amour, l'estime et le respect pour vous.

MERCI

Asma..





Dédicace

Je dédie ce modeste travail à A toutes les personnes qui m'ont toujours soutenue et sacrifiée leur temps pour que je réussisse dans ma vie et ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui..

Aux personnes les plus chers à mon cœur, mon Père et ma Mère mes profonds remerciements pour tout ce que vous m'avez donnée, votre amour, votre éducation, votre soutien moral et matériel ainsi vos sacrifi ces indispensable pour le bon déroulement de mes études ; Sans votre aide, je ne serais pas ce que je suis aujourd'hui, je vous en serai infiniment reconnaissante..

À mon très chéri frère " Nidal" et Mon beau frère " Fethi " ..

À mes très chères sœurs: Nihad, Radhia et Wadjdan..

À ma grand-père Ahmed et à mon grand-mère Halima..

À Mon oncle Mohammed El Mouldi, Mes tantes " Aicha, Zohra, Zahia, Nafissa, Hassiba et tous leurs enfants, A toute ma famille " CHERADID " ..

À ma famille " MAMMERINE" mes oncles Abd El Haffid et Mohammed El Saghire, A Mes tantes Oum Hani, Haffida, Fatiha, Zakia et leurs enfants..

À ma copine et ma binôme Asma, A toute mes amis sans exception..

À l'âme de ma grand-mère" Meriem ", ma tante " Radhia " et ma cousine " Lamia "
Que Dieu ait pitié d'eux..

À toutes les personnes qui m'ont encouragé même avec un simple mot..

Merci ..



Halima... 

Remerciements

*Avant tous nous remercions **ALLAH** tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la santé, la patience et la volonté pour accomplir ce modeste travail.*

*En premier lieu, nous adressons nos profondes reconnaissances les plus sincères à notre promotrice **M^{lle} Dr GUEMMOUJA Messaouda**, au sein de département de biologie à l'université d'Echahid Hamma Lakhdar d'El-oued. Nous la remercions tout d'abord pour avoir accepté d'encadrer ce travail et pour avoir fait confiance, ensuite pour ces conseils précieux, ses orientations judicieuses, ses remarques et sa disponibilité à tout temps de notre travail. Elle nous facilite toutes les conditions pour mener à bien ce travail, malgré ses multiples obstacles au cours cette moment de la situation sanitaire. Qu'elle trouve ici l'expression de notre profonde gratitude.*

Nous tenons également à remercier tous les membres de notre jury d'avoir acceptées d'évaluer notre travail.

Nous remercions au président de jury d'avoir accepté de présider notre jury de soutenance.

Nous remercions aussi à l'examineur qui a accepté d'examiner ce travail.

Nos sincères remerciements et gratitude s'adressent nos enseignants qui ont contribué à notre formation de licence et de master au sien de notre faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.

Nous adressons aussi nos remerciements à la promotion de toxicologie de l'Université d'Echahid Hamma Lakhdar d'El-oued.

*Egalement mes remerciements à monsieur **NADIR Ilyas**, apiculteur de Kouinine, pour son aide précieuse en l'élevage d'abeille dans première notre travail.*

*Enfin, nous remercions **nos familles** qui nous ont donnés toute l'aide et ainsi toutes les personnes qui ont encouragés et soutenus de près ou de loin durant la réalisation de ce travail.*



Résumé

Les insecticides font partie important dans l'agriculture, et leur utilisation massive a causé des menaces sérieuses représentés par un déclin alarmant des populations non ciblées, notamment chez les abeilles domestiques qui sont un élément indispensable de l'équilibre environnemental. Dans ce contexte le présent travail a pour objectif d'identifier les effets néfastes de quelques insecticides sur les abeilles et de confirmer que ces substances sont toxiques pour elles, en se basant sur 9 études précédentes réalisées de 2011 à 2020. Les différents insecticides étudiés sont le Thiaméthoxame, Diméthoate, Lambda Cyhalothrine, Acétamipride et Cyperméthrine, Spinosad et Deltaméthrine), les résultats obtenus par Chahbar *et al* (2011), enregistrent une valeur de DL50 (24h) égale 11,47 ng/abeille de Thiaméthoxame chez *Apis mellifera sahariensis*, avec des symptômes de neurotoxiques. La même substance étudiée par Boutefnouchet (2013) avec une dose sub létale de 0,002g/abeille dans cette étude les auteurs montrent que cette dose peut provoquée une augmentation de l'activité de la GST chez l'*Apis mellifera intermissa*. Chahbar *et al* (2014) ont enregistré une DL50 (24h) de 12,3 ng/abeille chez l'*Apis mellifera intermissa* et de 13,3 ng/abeille pour l'*Apis mellifera sahariensis* par une administration orale, et par contact les DL50 à 24h sont de 26ng/abeille pour *A. m. intermissa* et de 43,3 ng/abeille pour *A. m. sahariensis*. Aussi, Bouchema *et al* (2016) ont déterminé une concentration sub létale de 0,062ng/ μ l de TMX et de 0,0048 μ g/ μ l de Spinosad chez l'*Apis mellifera intermissa*. La CL50 par voie orale de la Deltaméthrine chez *Apis mellifera intermissa* est de 20,92ppm et par contact est de 10,40ppm, tandis que CL90 est respectivement de 199,03ppm et de 28,89ppm (Nabti *et al.*, 2015), Bouacem *et al* (2016) ont enregistré une DL50 pendant 24h de 0,045 μ g/abeille pour le Lambda Cyhalothrine, et une DL40 de 4 μ g/abeille pour le Diméthoate chez *Apis mellifera intermissa*. Mazi *et al* (2020), ont déterminé la DL50 de l'Acétamipride (topique: 5,26 ng/ μ l et orale: 4,70 μ g/ μ l) et la Cyperméthrine (topique: 2,27 ng/ μ l et orale: 2,68 ng/ μ l) appliquant sur l'*Apis mellifera L.*, et montrent que les doses appliquées provoquent des troubles nerveuses de même que Abdesselam *et al* (2018) et les autres auteurs cités précédemment confirment que les différents insecticides étudiés provoquent des effets néfastes fréquemment mortelle et autres secondaires qui sont des symptômes neurotoxiques tels que une activité générale accrue, mouvements désordonnés, des tremblements, et des convulsions puis elles deviennent apathiques, Orientation difficile, Troubles behavioral. Et l'induction d'un stress oxydatif dont traduit par l'augmentation de l'activité enzymatique de la GST.



Mots clés: Insecticides, Abeille domestique, Neurotoxique, Stress oxydatif, Doses létales, *Apis mellifera intermissa*, *Apis mellifera sahariensis*.



الملخص

تعتبر المبيدات الحشرية جزءاً مهماً من الزراعة، وقد تسبب استخدامها المكثف في تهديدات خطيرة تمثلت في الانخفاض المزعج في أعداد السكان غير المستهدفة، خاصة بين نحل العسل الذي يعد جزءاً لا غنى عنه من التوازن البيئي. في هذا السياق، يهدف هذا العمل إلى التعرف على الآثار الضارة لبعض المبيدات الحشرية على النحل والتأكد من أن هذه المواد سامة بالنسبة لهم، بناءً على 9 دراسات سابقة أجريت من 2011 إلى 2020. المبيدات الحشرية المختلفة التي تمت دراستها هي Thiaméthoxame و Dimethoxam و Lambda Cyhalothrine و Acétamipride و Cyperméthrine و Spinosad و Deltaméthrine، سجلت النتائج التي حصل عليها Chahbar وآخرون (2011) قيمة LD50 (24 ساعة) تساوي 11.47 نانوغرام/نحلة من Thiaméthoxame في *A. m. sahariensis*، مع أعراض السمية العصبية. نفس المادة التي درسها Boutefnouchet (2013) بجرعة شبه قاتلة 0.002 جم/نحلة في هذه الدراسة، أظهر المؤلفون أن هذه الجرعة يمكن أن تسبب زيادة في نشاط GST في *A. m. intermissa*.

سجل Chahbar وآخرون (2014) قيمة LD50 (24 ساعة) تساوي 12.3 نانوغرام/نحلة لـ *A. m. intermissa* و 13.3 نانوغرام/نحلة لـ *A. m. sahariensis* عن طريق الفم، وعن طريق الاتصال بـ LD50 في الساعة 24 هي 26 نانوغرام/نحلة لـ *A. m. intermissa* و 43.3 نانوغرام/نحلة لـ *A. m. sahariensis*. أيضاً، حدد Bouchema وآخرون (2016) تركيزاً شبه مميتاً قدره 0.062 نانوغرام/ميكرو لتر من TMX و 0.0048 ميكرو غرام/ميكرو لتر من Spinosad في *A. m. intermissa*. يبلغ LC50 عن طريق الفم من Deltaméthrine في *A. m. intermissa* هو 20.92 ppm وعن طريق الاتصال هو 10.40 ppm، بينما LC90 هو على التوالي 199.03 ppm و 28.89 ppm Nabti وآخرون (2015)، Bouacem وآخرون (2016) سجلوا LD50 لمدة 24 ساعة من 0.045 ميكرو غرام/نحلة لـ Lambda Cyhalothrine و LD40 من 4 ميكرو غرام/نحلة لـ Diméthoate في *A. m. intermissa*. حدد Mazi وآخرون (2020) الجرعة المميتة النصفية لـ Acétamipride (موضعيًا: 5.26 نانوغرام/ميكرو لتر والفم: 4.70 ميكرو غرام/ميكرو لتر) و Cyperméthrine (موضعيًا: 2.27 نانوغرام/ميكرو لتر والفم: 2 ، 68 نانوغرام/ميكرو لتر) تنطبق على *Apis mellifera L*، وتبين أن الجرعات المطبقة تسبب اضطرابات عصبية، كما يؤكد Abdesselam وآخرون (2018) والمؤلفون الآخرون المذكورون أعلاه أن المبيدات الحشرية المختلفة التي تمت دراستها كثيراً ما تسبب آثاراً ضارة. الآثار الجانبية المميتة وغيرها من الأعراض السامة العصبية مثل زيادة النشاط العام، الحركات المضطربة، الرعشة، التشنجات ثم تصبح فاترة، صعوبة في التوجيه، اضطرابات سلوكية وينعكس تحريض الأكسدة في الزيادة في النشاط الأنزيمي من GST.

الكلمات المفتاحية: المبيدات الحشرية، نحل العسل، السمية العصبية، الإجهاد التأكسدي، الجرعات المميتة،

Apis mellifera sahariensis ، *Apis mellifera intermissa*

**LISTE DES TABLEAUX**

Tableau	Titre	Page
1	Etat de la ruche en fonction de la saison	22
2	Caractéristiques des principaux virus de l'abeille domestique	34
3	Autres ennemis biologiques de l'abeille domestique	35
4	Valeurs des doses et leurs taux de mortalités pour <i>A. mellifera intermissa</i> .	54
5	Valeurs des doses et leurs taux de mortalités pour <i>A. mellifera sahariensis</i> .	55
6	Résumé des études précédentes	56



LISTE DES FIGURES

Figure	Titre	Page
1	Abeilles dans la classification	05
2	Répartition des espèces du genre <i>Apis</i> dans le monde	06
3	Races d'abeille algérienne (<i>Apis mellifera intermissa</i> et <i>Apis mellifera sahariensis</i>)	07
4	L'ensemble des wilayas dans lesquelles les population d' <i>Apis mellifera intermissa</i> ont été collectées les ruches	08
5	Schéma de morphologie générale externe d'une abeille	08
6	Schéma anatomique général interne de l'abeille	10
7	Schéma des nids des abeilles sauvages	11
8	Détermination génétiques des castes chez l'abeille	13
9	Différents stades de développement d'une abeille	14
10	Aperçu général sur le développement journalier du couvain des trois castes des larves d' <i>Apis mellifera</i> .	16
11	Schéma des organes de reproduction de la reine et le mâle	17
12	Ruche d'abeille traditionnelle et modern	18
13	Couvain d'ouvrières et de faux-bourçons	18
14	Reine et son corps	19
15	Polyéthisme d'âge chez <i>Apis mellifera</i>	20
16	Tâches des ouvrières (nourrices et butineuse)	20
17	Faux-bourdon et son corps	21
18	Variation de la population d'abeilles pendant l'année	22
19	Photos représentant des produits de la ruche	23
20	Communication par la danse en huit chez l'abeille.	27
21	Différentes causes de la mortalité des abeilles	32
22	Répartition des causes de disparition des abeilles	36
23	Différentes familles des insecticides	39
24	Mécanisme d'action des principaux insecticides neurotoxiques	41
25	Croissance et mue chez les insectes	42



26	Formule chimique de Thiaméthoxame	47
27	Formule chimique de Spinosad	48
28	Formule chimique de Diméthoate	48
29	Formule chimique de Lambda Cyhalothrine.	49
30	Formule chimique de l'acétamipride	49
31	Formule chimique de la cyperméthrine	50
32	Structure moléculaire de la Deltaméthrine	50



SOMMAIRE

Dédicaces
Remerciements
Résumés
Liste des tableaux
Liste des figures
Liste des abréviations
Introduction

PREMIERE PARTIE: REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I: Généralité sur l'abeille	
1. Définition	05
2. Emplacement des abeilles dans la taxonomie	05
3. Répartition biogéographique des espèces du genre <i>Apis</i>	06
3.1. Répartition biogéographique dans le monde	06
3.2. Répartition biogéographique en Algérie	06
3.2.1. <i>Apis mellifera sahariensis</i>	07
3.2.2. <i>Apis mellifera intermissa</i>	07
4. Description d'abeille	08
4.1. Tête	09
4.2. Thorax	09
4.3. Abdomen	09
5. Types des abeilles	10
5.1. Abeille sauvage	10
5.2. Abeille domestique	12
6. Génétique d'abeille (Fécondé et non fécondé)	12
7. Cycle de vie d'abeille (Stades de développement)	14
7.1. Stade embryonnaire	14
7.2. Stade larvaire	14
7.3. Stade nymphal	15



7.4. Stade adulte (Imago)	15
8. Reproduction chez les abeilles	16
9. Généralités sur la colonie	17
9.1. Forme de la ruche	17
9.2. Habitants	18
9.3. Evolution de la population dans la colonie	21
10. Produits de la ruche	22
11. Besoins nutritionnelles chez les abeilles	25
12. Communication sociale	25
12.1. Signaux chimiques	26
12.2. Signaux vibratoires	26
13. Rôle et l'importance des abeilles	27
13.1. Insecte pollinisateur	27
13.2. Rôle de bio indicateur	28
13.3. Rôle économique	28
13.4. Importance sanitaire (Propriétés thérapeutiques aux produits apicoles)	28
14. Facteurs ayant un impact sur la santé de l'abeille	29
14.1. Perte de biodiversité florale	29
14.2. Facteurs climatiques	30
15. Déclin des abeilles domestiques : un phénomène multifactoriel	31
15.1. Différentes causes possibles de ce déclin	31
15.1.1 Ennemis chimiques:	32
15.1.2. Ennemis biologiques	33
15.2. Disparition des abeilles	36
Chapitre II: Insecticides et leurs effets	
1. Définition des pesticides	38
2. Classification des pesticides	38
2.1. Premier système de classification	38
2.2. Deuxième système de classification	39
3. Mode d'action des insecticides	39
3.1. Action sur le système nerveux	40



3.2. Action sur la chaîne respiratoire	41
3.3. Action sur la croissance des insectes	41
4. Voies d'exposition des insecticides sur les abeilles	43
5. Effets des pesticides sur les abeilles	43
6. Protégeons les abeilles des applications de pesticides	44

DEUXIEME PARTIE: DISCUSSION DES RESULTATS PRECEDENTS

1. Présentation des insecticides utilisés	47
1.1. Thiaméthoxame (TMX)	47
1.2. Spinosad	47
1.3. Diméthoate	48
1.4. Lambda Cyhalothrine	48
1.5. Acétamipride	49
1.6. Cyperméthrine	49
1.7. Deltaméthrine	50
2. Synthèses des études précédentes	50
2.1. Effet de Thiaméthoxame sur l'abeille saharienne <i>Apis mellifera sahariensis</i>	50
2.2. Toxicité de Thiaméthoxame chez <i>Apis mellifera intermissa</i>	51
2.3.Évaluation de la toxicité aiguë du Thiaméthoxame chez <i>Apis mellifera intermissa</i> et <i>Apis mellifera sahariensis</i>	51
2.4. Toxicité de la Deltaméthrine (DECIS 25EC) chez <i>Apis mellifera intermissa</i>	52
2.5. Effets de Spinosad et Thiaméthoxame sur la GST chez l' <i>Apis mellifera intermissa</i>	53
2.6. Dose létale 50 de Diméthoate et Lambda Cyhalothrine chez l' <i>Apis mellifera intermissa</i>	53
2.7. Toxicité subchronique du Thiaméthoxame chez l' <i>Apis mellifera L.</i>	54
2.8. Toxicité aiguë de la deltaméthrine chez <i>Apis mellifera intermissa</i>	55
2.9. Doses létales aiguës d'acétamipride et de cyperméthrine chez <i>Apis mellifera</i>	55
3. Analyses comparative des différents résultats	57
Conclusion et perspectives	61



Glossaire	63
Références bibliographiques	66
Annexes	78



LISTE DES ABREVIATIONS

A. m. intermissa: *Apis mellifera intermissa*

A. m. sahariensis : *Apis mellifera sahariensis*

CL 50 : Concentration létale 50%

DDT: Dichloro-diphényle-trichloro-éthane

DL50 : Dose létale 50%

GABA: Acide gamma-aminobutyrique

GST: Glutathion S-transférase

MDO: Maladie à Déclaration Obligatoire

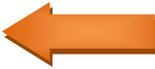
MRC: Maladies Réputées Contagieuses

ppm: Parts per million

TMX: Thiaméthoxame

INTRODUCTION





Introduction

Parmi tous les insectes qui butinent les fleurs, les abeilles représentent un pourcentage de 90%, ce sont d'ailleurs les principaux insectes récolteurs de pollen que l'homme puisse élever et exploiter à des fins économiques (**Biri, 2002**).

L'abeille domestique est l'insecte pollinisateur le plus étudié par les chercheurs et le mieux connu du grand public. Nous connaissons bien sûr le miel et la gelée royale qu'elle produit, mais elle intervient aussi dans la pollinisation de très nombreuses plantes, ce qui la rend indispensable au maintien de la biodiversité ainsi qu'à la culture de certaines espèces de fruits et légumes (**Le Conte et al., 2014**).

Or, depuis une vingtaine d'années, les apiculteurs et les scientifiques signalent une diminution significative des populations d'abeilles à l'échelle mondiale (**Van Der Sluijs et al., 2013**). Si plusieurs hypothèses sont avancées pour expliquer ces pertes (prédateurs, bactéries, virus, champignons, produits chimiques, modifications de l'environnement, mauvaise tenue du rucher) (**Agence française de sécurité sanitaire des aliments, 2008**). La majorité des agents chimiques auxquels les abeilles peuvent être exposées sont les produits phytopharmaceutiques (pesticides) (**Gerster, 2012**).

En Algérie, depuis une dizaine d'années, les apiculteurs observent des troubles graves au sein de leurs colonies et mettent en avant la responsabilité de certains insecticides utilisés en protection des végétaux. En effet, de nombreux apiculteurs signalent un affaiblissement ou même une dépopulation totale de la ruche (**Chahbar et al., 2018**). La toxicité des insecticides est également liée aux pratiques des agriculteurs (quantité inadéquate, mode d'application), aux conditions météorologiques (température extérieure, vent, pluies) et à l'attractivité pour les abeilles de la plante traitée. Dans un cas, comme dans l'autre, les conséquences peuvent être dramatiques et conduire à la mort de la colonie (**Gerster, 2012**).

L'objectif de cette étude est d'essayer d'identifier les effets néfastes de quelques insecticides utilisés dans l'agriculture pour la lutte contre les insectes nocifs pour les plantes sur les abeilles et de confirmer que ces substances sont toxiques pour elles, grâce aux 9 études précédentes sont choisis de 2011 à 2020, ces études ont abordé différents sujets partagent un point majeur qui est l'effet des insecticides sur les abeilles. Notre travail



s'est limité à collecter, traiter, discuter, et comparer les résultats obtenus par les chercheurs dans ces études.

Le présent document est divisé en deux parties:

Une partie bibliographique comporte deux chapitres. Dans le premier chapitre seront détaillés les principaux aspects de la biologie de l'abeille, de sa colonie et les causes de la mortalité. Le deuxième chapitre est consacré à la toxicité et le risque des insecticides pour l'abeille.

Une partie discussion des résultats précédents, a consacré à la discussion et la comparaison des résultats trouvés par les autres chercheurs, elle comporte aussi des résumés des études choisis, et enfin, nous terminerons par une conclusion.

PREMIERE PARTIE:

REVUE

BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I:

Généralité sur l'abeille



1. Définition

Le mot « abeille » vient du nom latin *Apis* qui signifie la « mouche à miel », elle fait partie des insectes sociaux. Il existe plus de 20000 espèces d'abeilles qui sont d'un intérêt majeur pour la pollinisation, ainsi que dans la survie, la dissémination et l'évolution de 80% de plantes à fleurs (Vaissiere, 2006).

Les premières abeilles sont apparues il y a environ cent millions d'années, après l'apparition des plantes à fleurs. Les abeilles actuelles descendent de ces ancêtres (Desrochers *et al.*, 2013).

2. Emplacement des abeilles dans la taxonomie

Les abeilles appartiennent à l'Embranchement des arthropodes, sous embranchements des mandibulés et à la Classe des insectes. Leur Ordre est celui des hyménoptères, comme pour les guêpes et les fourmis, ils sont ensuite classés dans la superfamille des Apoïdeae puis dans la famille des Apidae. Le genre *Apis* contient quatre espèces qui sont : *mellifera* ou *linaeus*, *cerana*, *dorsata* et *floreana* (Figure 01) (Clément *et al.*, 2006).

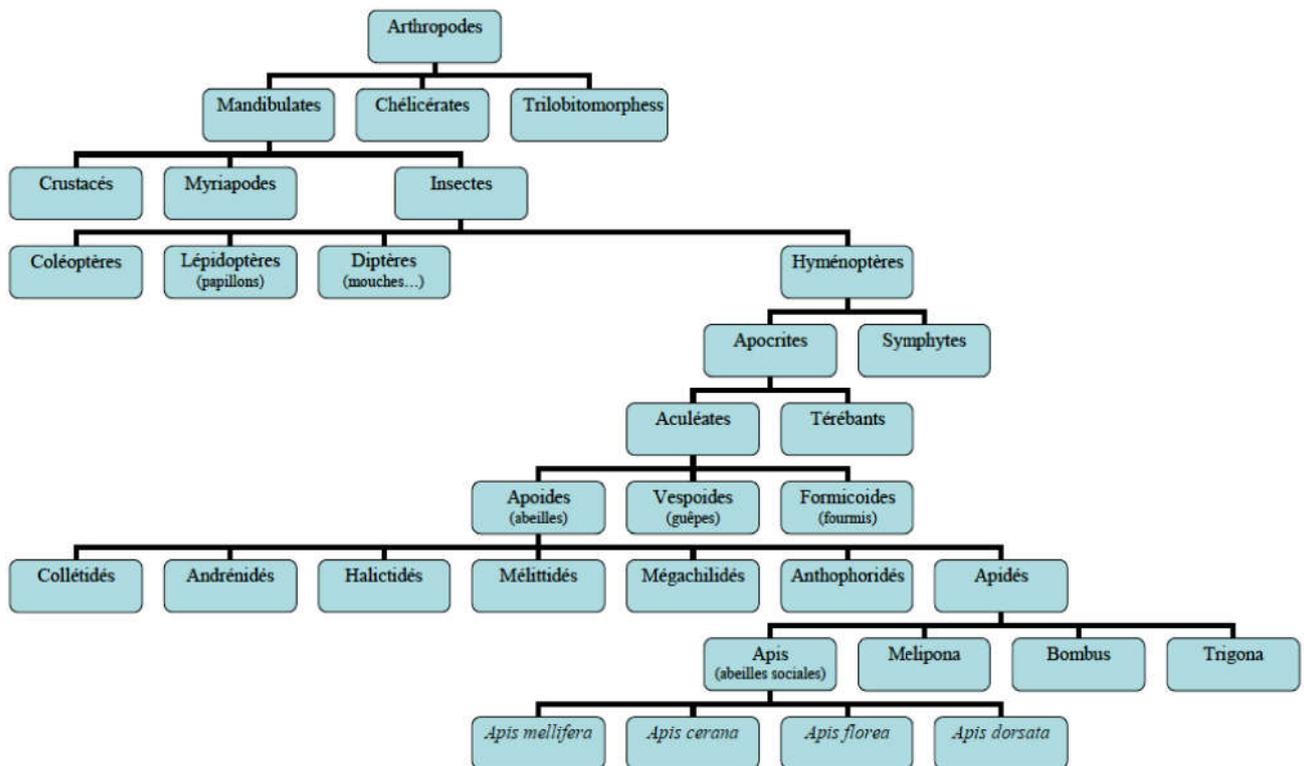


Figure 01. Abeilles dans la classification (Pham-Dalegue, 1998).



3. Répartition géographique des espèces du genre *Apis*

Divers facteurs interviennent simultanément dans la régulation des densités de population. L'abondance et l'activité des abeilles sont corrélées avec la température, l'intensité lumineuse, le rayonnement solaire et la concentration du nectar en sucres. Elles sont négativement corrélées avec l'humidité relative de l'air (Abrol, 1988).

3.1. Répartition géographique dans le monde

La sous-famille des Apinae ne comprend qu'un seul genre, *Apis*. Les espèces les plus connues sont *Apis mellifera* Linné, dont l'aire de répartition comprend l'Asie de l'ouest jusqu'au sud de la Norvège et *Apis cerana* Linné, qui est présente en Chine et au Japon. L'espèce la plus productive et la plus utilisée en apiculture est *Apis mellifera* Linné. Elle est présente naturellement en Europe, en Afrique et en Asie, et elle a été introduite par l'Homme en Australie et en Amérique. Les autres espèces se retrouvent surtout en Asie et en Inde (*Apis cerana*, *Apis dorsata*, *Apis florea*) (Figure 02) (Ruttner, 1988).

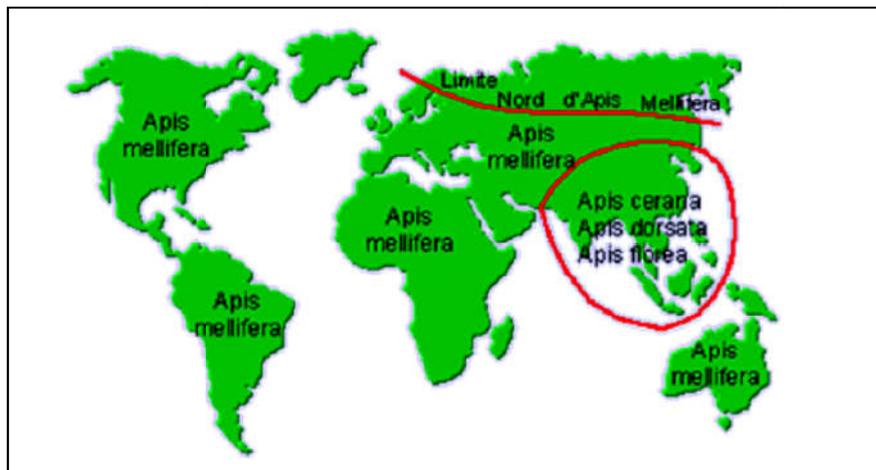


Figure 02. Répartition des espèces du genre *Apis* dans le monde d'après Ruttner (1988).

3.2. Répartition géographique en Algérie

L'abeille d'Algérie, très proche de l'abeille noire d'Europe, est robuste et bien acclimatée. L'apiculture est pré-dominante dans les régions suivantes (Abersi *et al.*, 2016):

- Zone du littoral (la Mitidja): miel d'agrumes et eucalyptus.
- Zone de montagne (Aurès et Kabylie): miel de toutes fleurs, lavande, carotte sauvage.
- Hauts plateaux (Sétif): miel de sainfoin, romarin et jujubier.
- Forêts: miel toutes fleurs et miellat.



Le cheptel apicole algérien est constitué de deux races. L'abeille algérienne appartenant à la lignée Africaine est représentée par *Apis mellifera intermissa* et *Apis mellifera sahariensis* (Figure 03), l'abeille tellienne "*Apis mellifera intermissa* est la race dominante en Algérie ou elle se présente sous la forme de plusieurs variétés adaptées aux divers biotopes (Abdelguerfi *et al.*, 2003).



Figure 03. Races d'abeille algérienne (A: *Apis mellifera intermissa* et B: *Apis mellifera sahariensis*) (Abersi *et al.*, 2016).

3.2.1 *Apis mellifera sahariensis*

Selon Adam (2010) et Abdelguerfi *et al* (2003), l'*Apis mellifera sahariensis* (ou abeille Saharienne) est décrit comme suit:

- ✓ Elle est de couleur jaune-rouge, très douce, mais néanmoins fort agressive présentant une propension à l'essaimage.
- ✓ Elle est productive, prolifique.
- ✓ Elle butine très loin (plus de 5 km).
- ✓ Elle résiste aux maladies et aux prédateurs.
- ✓ Elle résiste aux températures les plus élevées et aux vents de sable fréquents.
- ✓ Elle implantée au sud-ouest de l'Algérie « Béchar, Ain safra ».

3.2.2 *Apis mellifera intermissa*

Elle dite « Abeille tellienne » ou « abeille noire du tell » (Abdelguerfi *et al.*, 2003). Elle est également appelée *Apis mellifera coffra*, abeille tunisienne ou abeille noire (Adam, 2010).

- ✓ Plus répandue et son aire de répartition s'étend sur toute l'Afrique du Nord (au Nord Algérien (Figure 04), au Maroc, et en Tunisie).
- ✓ Bonne reproductrice de miel, peu agressive.
- ✓ Résistantes au climat méditerranéen.
- ✓ Supporte mal les hivers rigoureux.

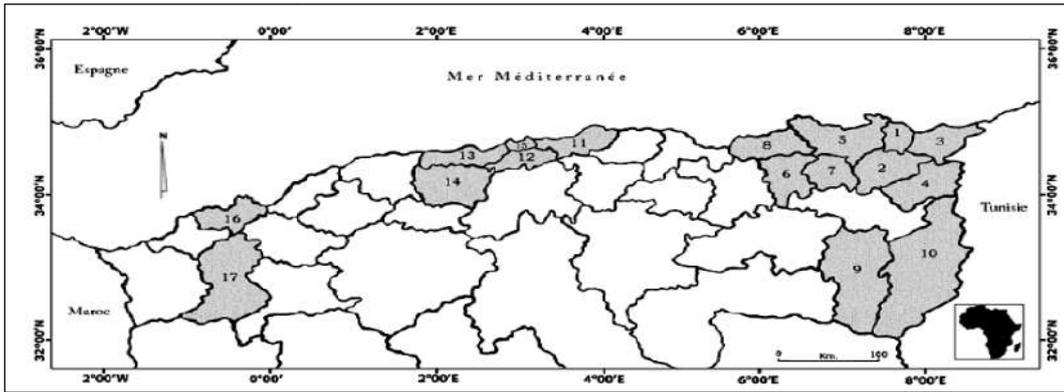


Figure 04. L'ensemble des wilayas dans lesquelles les population d'*Apis mellifera intermissa* ont été collectées les ruches : (Zones nord-est **1**: Annaba, **2**: Guelma, **3**: El-Taref, **4**: Souk-Ahras, **5**: Skikda, **6**: Mila, **7**: Constantine, **8**: Jijel, **9**: Khenchla, **10**: Tébessa), (Zones nord-centre **11**: Tizi-Ouzou, **12**: Blida, **13**: Tipaza, **14**: Media, **15**: Alger), (Zones nord-ouest **16**: Oran, **17**: Sidi-Bel Abbés) (**Barour, 2012**).

4. Description d'abeille

Les abeilles sont des insectes qui ont six pattes (Hexapoda) et deux paires d'ailes membraneuses qui sont reliées entre eux par des petits crochets appelés hamuli (**Bakiri, 2018**).

L'abeille est couverte d'un squelette externe, aussi appelé exosquelette. Il confère à l'insecte sa rigidité et permet l'ancrage des muscles. Il la protège des intempéries et des prédateurs. Le corps de l'abeille se divise en 3 parties: La tête, Le thorax et l'abdomen (Figure05) (**Bouanaka et al., 2017**).

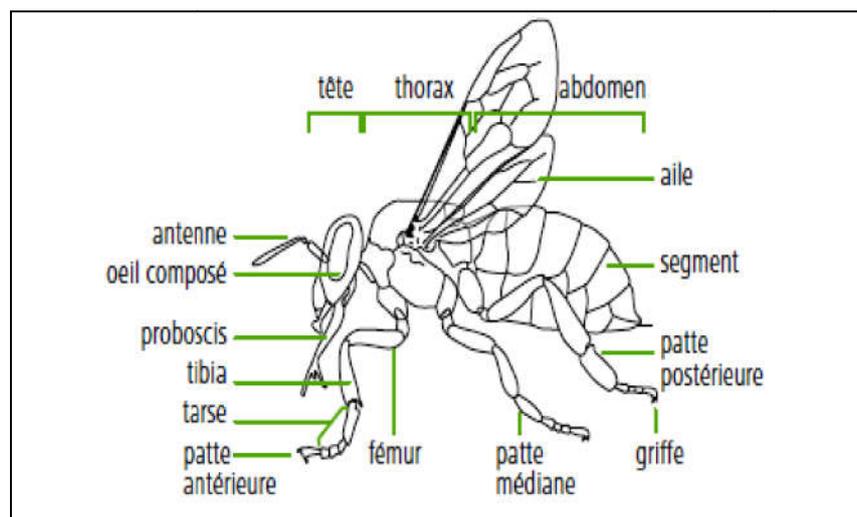


Figure 05. Schéma de morphologie générale externe d'une abeille (**Bakiri, 2018**).



4.1 Tête

Selon **Bouanaka et al. (2017)** la tête comporte les pièces buccales, les glandes associées et les pièces sensorielles: les yeux, les antennes et les poils sensitifs. Les yeux et les mâchoires de l'ouvrière sont particulièrement développés. Les pièces buccales comportent:

- Une paire de mandibules.
- Proboscis ou langue constitué de la maxille et du labium. Le proboscis étendu mesure entre 5,3 et 7,2 mm selon la race, ce qui détermine les fleurs que les abeilles peuvent butiner.

Les mandibules peuvent servir comme ciseaux, pinces, spatules. Elles servent à façonner la cire et à pétrir la propolis. La longueur de la langue est aussi varié en fonction de la catégorie (caste) : de très longue pour l'ouvrière, elle devient plus courte chez le faux-bourdon et encore plus courte pour la reine. Plusieurs études ont démontrés que la longueur de la langue influence la récolte du pollen (**Bouanaka et al., 2017**).

4.2 Thorax

Le thorax, est recouvert de nombreux poils qui dissimulent sa segmentation; il est réuni à la tête par l'intermédiaire du cou qui est souple et très court. Le thorax est composé de trois segments appelés prothorax, mésothorax et métathorax, chacun d'entre eux étant composé de 4 parties distinctes: une plaque dorsale, une ventrale et deux latérales. Ces plaques se nomment respectivement: tergite, sternite et pleures (**Biri, 2002**).

4.3 Abdomen

L'abdomen est généralement velu. Il comporte 7 segments visibles et contient les organes internes ainsi que le dard. Deux segments supplémentaires peuvent être trouvés (avec l'aiguillon ou les organes reproducteurs) mais ils sont très petits. Chaque segment comporte une plaque dorsale et une plaque ventrale reliées par des membranes. Ceci permet l'expansion de l'abdomen quand l'abeille s'est gorgée de miel, de nectar ou d'eau. Dans l'abdomen, on retrouve la plupart des organes, quelques glandes et l'aiguillon à l'extrémité (**Anonyme, 2016**) (Figure 06).

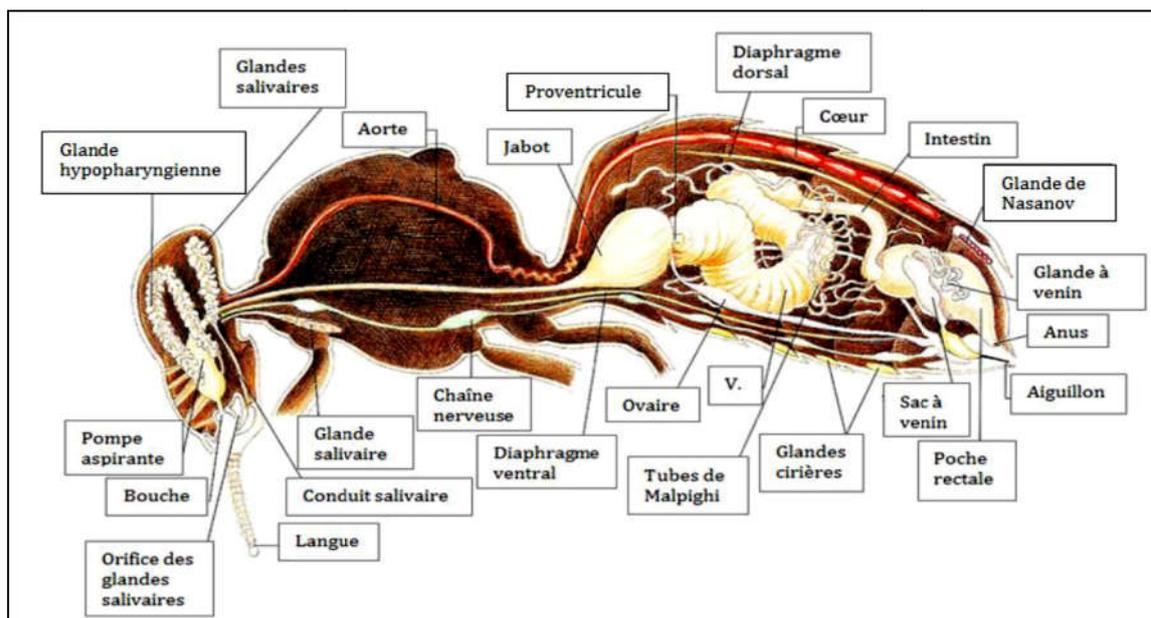


Figure 06. Schéma anatomique général interne de l'abeille (Clément *et al.*, 2002).

5. Type des abeilles

Les Apidées peuvent être considérées comme "Sauvages" dans la nature sans aucune intervention de l'homme ou comme "Domestiques" lorsqu'elles vivent dans des ruches entre tenues par l'homme. Il ne faut cependant pas considérer les abeilles comme étant des animaux domestiques par l'homme (Charlotte, 2018).

5.1 Abeille sauvage

Les abeilles sauvages n'ont pas de reine et ne fabriquent pas de miel. Elles travaillent indépendamment, chaque goutte de nectar butinée est soigneusement mélangée avec le pollen, formant de petites boules de nourriture et stockée dans les cellules du tunnel pour les futures jeunes abeilles. Ces abeilles-là, ont un impact majeur sur la biodiversité et assurent la pollinisation. Elles revêtent un grand intérêt au niveau des écosystèmes naturels et de l'agrocénose. En effet, beaucoup de travaux montrent que les abeilles sont les meilleurs agents pollinisateurs (Mcgregor, 1976). Probablement, leur activité la plus importante, en termes d'avantages pour l'homme, est leur pollinisation de la végétation naturelle (Michener, 2007) qui est l'un des mécanismes les plus importants dans le maintien et la promotion de la diversité biologique et, en général, de la vie sur terre. En outre, un tiers des cultures nécessite une pollinisation pour améliorer la qualité des graines et des fruits et la grande majorité d'entre elles sont pollinisées par de nombreuses abeilles estimées à 20000 espèces.



La plupart des abeilles sauvages ont un mode de vie solitaire. Quelques fois les femelles construisent des nids individuels et se regroupent en bourgades. Innombrables sont les types de constructions qu'elles édifient pour élever leur progéniture (**Bakiri, 2018**).

- **L'abeille charpentière** : se sert du bois mort qu'elle creuse ou dont elle utilise les galeries (Figure 07).
- **L'abeille tapissière** : niche dans des cavités (bois perforé fissures de rochers). Certaines espèces de la famille des Colletidae tapissent leur nid d'une substance sécrétée protégeant de l'humidité et de la moisissure (la baudruche). D'autres utilisent la résine de végétaux pour cloisonner leurs nids (hériades) (Figure 07).
- **L'abeille fouisseuse**: creuse son terrier dans des sols spécifiquement choisis (argileux, sableux, horizontaux ou plus au moins pentus) (Figure 07).
- **L'abeille maçonne** : façonne son nid, contre un mur, un rocher, ou sur une grosse branche, à l'aide d'un mélange de sable, d'argile et de petits cailloux humidifiés par du nectar et de la salive (Figure 07).

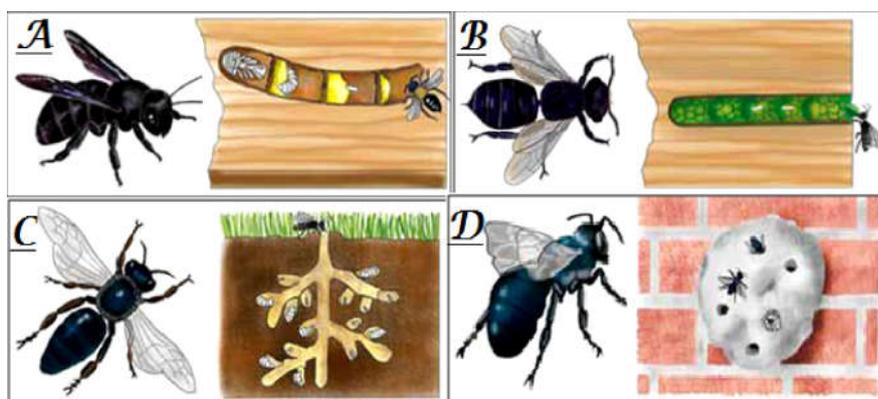


Figure 07. Schéma des nids des abeilles sauvages d'après **Bakiri (2018)**.

A: Nid d'une abeille charpentière (ex : *Xylocopa sp.*).

B: Nid d'une abeille tapissière (ex : *Colletes sp.*).

C: Nid d'une abeille fouisseuse (ex : *Andrena sp.*).

D: Nid d'une abeille maçonne (ex : *Osmia sp.*).

L'homme peut favoriser le développement des abeilles sauvages, afin d'assurer le maintien de la diversité végétale, en leur laissant des espaces dans lesquels elles peuvent habiter, c'est ce qu'on appelle des nichoirs ou hôtel à abeille sauvage. Une brique creuse,



une vieille bûche, des fagots de branches taillées, un vieux mur en pierres... sont autant d'endroits propices à l'installation de ces nids pour les abeilles sauvages (**Bakiri, 2018**).

5.2 Abeille domestique

Apis mellifera, ou abeille mellifique, est une espèce dont les diverses races sont cultivées pour produire du miel, du pollen, de la gelée royale, de la propolis, de la cire et, dans certains cas, du venin (**Ravazzi, 2007**).

Selon **Le Conte (2004)** est un insecte social, chaque caste a donc un rôle précis pour le bon fonctionnement de la ruche. La reine pond des œufs afin de produire des ouvrières pour maintenir une activité de travail dans la ruche et assurer ainsi le développement de la colonie, des mâles pour la reproduction des nouvelles reines. Aujourd'hui, *Apis mellifera* est l'espèce d'abeille la plus répandue dans le monde.

Embranchement: Arthropodes

Sous embranchement: Mandibulates

Classe: Insectes

Sous classe: Ptérygotes

Ordre: Hyménoptères

Sous ordre: Apocrites

Section: Aculéates

Super famille: Apoïdes

Famille: Apidés

Sous famille: Apinae

Genre: Apis

Espèce : *Apis mellifera* (Ruttner, 1988).

L'espèce *Apis mellifera* comprend de nombreuses sous-espèces, distinguables par des caractères morphologiques et biologiques, ainsi que par leur répartition géographique. Pour exemple, nous pouvons citer *A.mellifera mellifera*, *A.mellifera ligustica*, *A.mellifera syriaca*, *A.mellifera scutellata* et *A.mellifera carnica* (**Le Conte, 2004**).

6. Génétique d'abeille (Fécondé et non fécondé)

Les individus qui naissent dans la colonie sont issus de la reine présente dans la ruche. Seule la reine peut pondre des femelles, ce sont des œufs féconds qui évolueront soit en de futures ouvrières soit en de futures reines (**Charlotte, 2018**).



Au niveau génétique, l'abeille possède 16 paires de chromosomes et il existe entre 6 et 18 allèles sexuels différents pour le gène de la détermination du sexe. Pour obtenir une femelle (reine ou ouvrière) il faut que les 2 allèles sexuels de l'œuf (présents chacun sur un chromosome : l'un venant d'une reine et l'autre d'un male) c'est un œuf hétérozygotes (Charlotte, 2018).

La détermination génétique des males se fait par la présence d'un seul allèle sexuel. En effet, les faux-bourdon présents dans la colonie sont issus de la reine qui a pondu un œuf non fécondé, ils sont donc haploïdes. Ceci est possible grâce a la parthénogenèse (Charlotte, 2018).

Certaines ouvrières peuvent éventuellement pondre des œufs (ouvrières pondeuses), ces œufs seront toujours des œufs non fécondés qui donneront alors forcément des males haploïdes (Clément *et al.*, 2006).

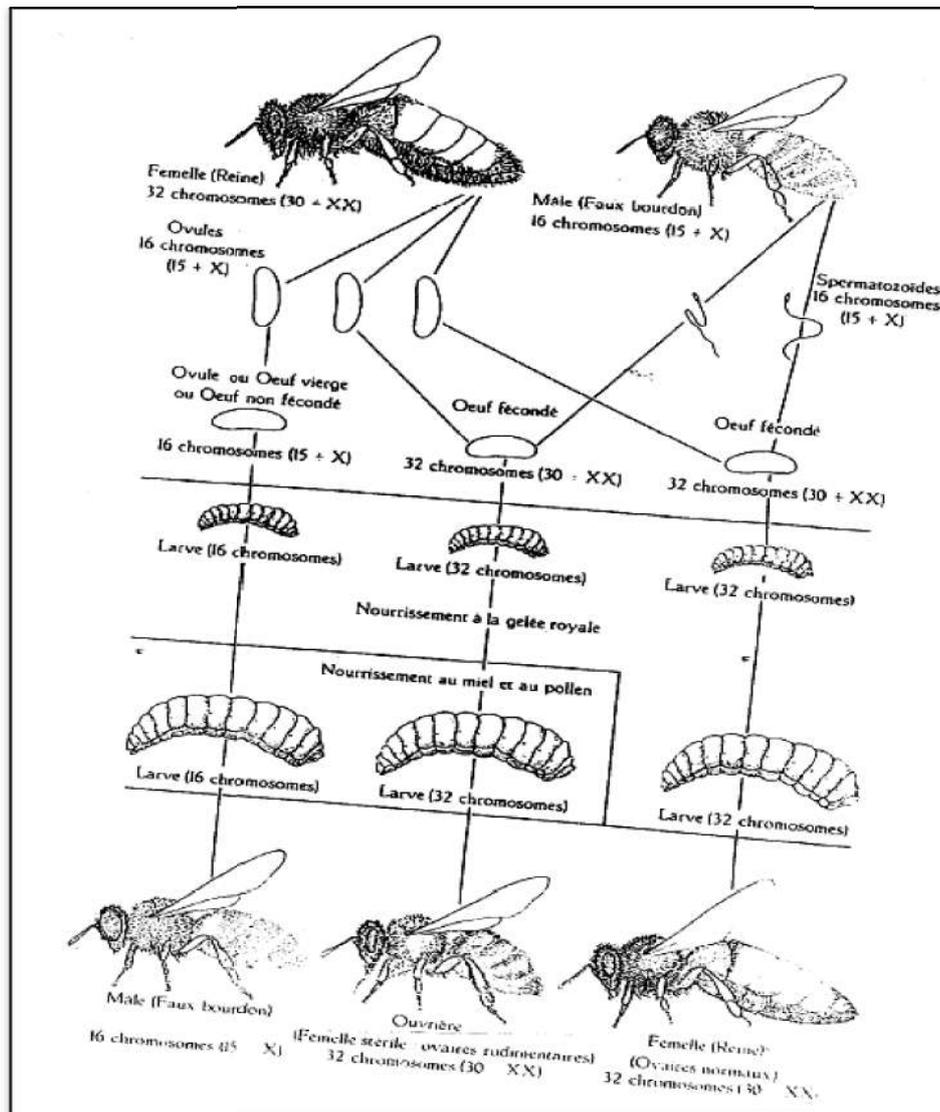


Figure 08. Détermination génétiques des castes chez l'abeille (Dessart, 1975).



7. Cycle de vie des abeilles

La reine, dont le rôle est la perpétuité de l'espèce, pond plus de 2000 œufs par jour, elle en dépose un par alvéole. L'abeille est un insecte à métamorphose complète, il se passe 22 jours entre la ponte et la sortie de l'alvéole d'un adulte reproducteur complet (Figure 09) (Bertrand, 2003).



Figure 09. Différents stades de développement d'une abeille (Bertrand, 2003).

7.1. Stade embryonnaire

L'œuf est blanchâtre, cylindrique, allongé et légèrement incurvé, il mesure 3mm. Le poids est compris entre 0,12 et 0,22 mg. Ils ont d'abord une disposition verticale au fond des alvéoles, puis oblique et finalement horizontale vers le 3ème jour. L'œuf éclot 3 jours environ après la ponte pour les 3 castes d'abeilles, et donne lieu à une larve (Bertrand, 2003).

7.2. Stade larvaire

Au 3ème jour, l'œuf éclot par dissolution de sa membrane. Il devient alors une larve qui a la forme d'un petit ver. La larve passe presque tout son temps à manger la nourriture déposée dans l'alvéole par les abeilles nourrices. Au fur et à mesure que la larve grandit, elle mue à 5 reprises (Bertrand, 2003).

Selon le même auteur, la larve gagne énormément de poids par rapport à son poids initial, environ 900 fois pour l'ouvrière, 1700 fois pour la reine et 2300 fois pour le mâle. Elle est blanchâtre, segmentée, courbée et sans yeux.

Au 9ème jour, l'alvéole est operculée par un petit bouchon de cire. Les derniers jours du stade larvaire sont consacrés à la construction d'un cocon. La larve va déféquer pour la première fois entre les différentes couches de soie (Jay, 1964).

Au terme de sa croissance, la larve s'immobilise et passe au stade de pré-nympe (Jay, 1964). Elle effectue une dernière mue qui l'amène au stade de nymphe. La durée du stade larvaire varie selon la caste : reine 8 jours, ouvrière ou faux-bourdon 9 jours (Bertrand, 2003).



7.3. Stade nymphal

Au stade nymphal, la tête, les yeux, les antennes, les pièces buccales, le thorax, les pattes et l'abdomen ont les caractéristiques de celles de l'adulte. La cuticule devient de plus en plus foncée; sa couleur est utilisée pour déterminer l'âge d'une nymphe. A l'intérieur, les muscles et les organes se transforment, puis une ultime mue intervient. Il faudra quelques heures pour que la nouvelle cuticule sèche. Les nymphes, immobiles, ne se nourrissent pas, ne grandissent pas et aucun changement extérieur de forme n'est observé. Les organes internes subissent par contre des remaniements importants. Le stade nymphal dure environ 8 à 9 jours pour les ouvrières et les faux-bourçons, 4 à 5 jours pour les reines. Il est suivi de la 6^{ème} et dernière mue appelée mue imaginale qui va faire passer la nymphe au stade adulte (**Winston, 1993**).

7. 4. Stade adulte (Imago)

Les durées totales d'évolution de l'œuf à l'imago sont respectivement de 16, 21 et 24 jours pour respectivement la reine, l'ouvrière et le faux-bourçon; il existe cependant des variations selon la température d'élevage ou les disponibilités en nourriture (**Fernandez, 2007 ; Wendling, 2012**)

L'imago perce l'opercule de cire avec ses mandibules. Après sa sortie de l'alvéole, l'adulte déploie ses ailes et ses antennes, laisse sécher ses poils puis commence ses activités. Tant que l'exosquelette autour des glandes vulnérantes (contenant le venin) n'est pas durci, la jeune abeille ne peut piquer. Dans les 8 à 10 jours suivant la naissance, le développement interne (notamment des glandes) se poursuit. Les reines et les faux-bourçons poursuivent quant à eux le développement de leurs organes reproducteurs (**Winston, 1993**).

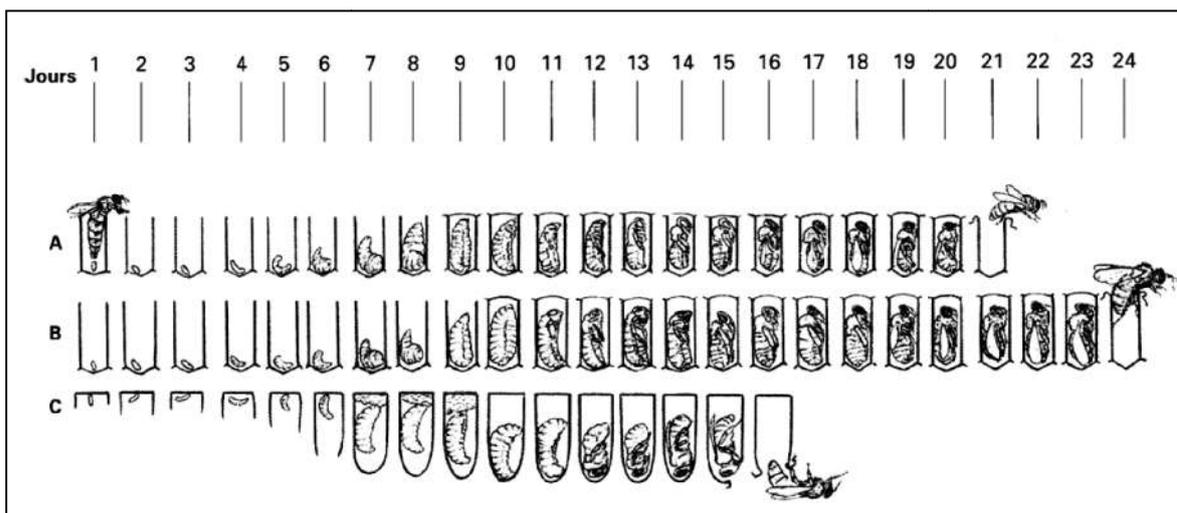


Figure 10. Aperçu général sur le développement journalier du couvain des trois castes des larves d'*Apis mellifera*. **(A)** Développement des larves d'ouvrières ; **(B)** Développement des larves de faux-bourçons ; **(C)** Développement des larves de reine (**Fernandez, 2007**).

8. Reproduction chez les abeilles

L'appareil reproducteur de la reine est formé de deux ovaires hypertrophiés (**Clement, 2009**), et présente une particularité anatomique c'est la spermathèque. Chez *Apis mellifera*, la spermathèque est un sac globulaire ayant un diamètre de 1,1 mm. Elle est constituée par une membrane chitineuse, avec un épithélium (**Ruttner et al., 1971**). Cet organe est situé juste au-dessus du vagin avec lequel il est connecté par un court canal. La glande spermathéciale est une glande tubulaire en forme d'Y. Elle est étroitement appliquée à la surface de la spermathèque (Figure 11) (**Snodgrass, 1956**).

La reine atteint sa maturité sexuelle à 5 ou 6 jours. Elle entreprend alors un vol nuptial, parcourant jusqu'à 3 km pour atteindre un rassemblement de mâles. Jusqu'à vingt mâles, les plus vigoureux et rapides, la fécondent (**Le Conte, 2004**).

Les organes reproducteurs du mâle sont composés de deux testicules, deux vésicules séminales, deux glandes à mucus, un canal d'éjaculation et l'organe de copulation (endophallus), les testicules de forme ovale ont chez le nouveau-né une longueur de 5mm et se trouvent au-devant de l'abdomen (**Snodgrass, 1956**).

La maturité sexuelle du mâle est atteinte entre 12 et 15 jours après l'émergence, mais il ne peut s'accoupler qu'à partir de l'âge de 30 ou 40 jours (**Bouacem et al., 2016**).

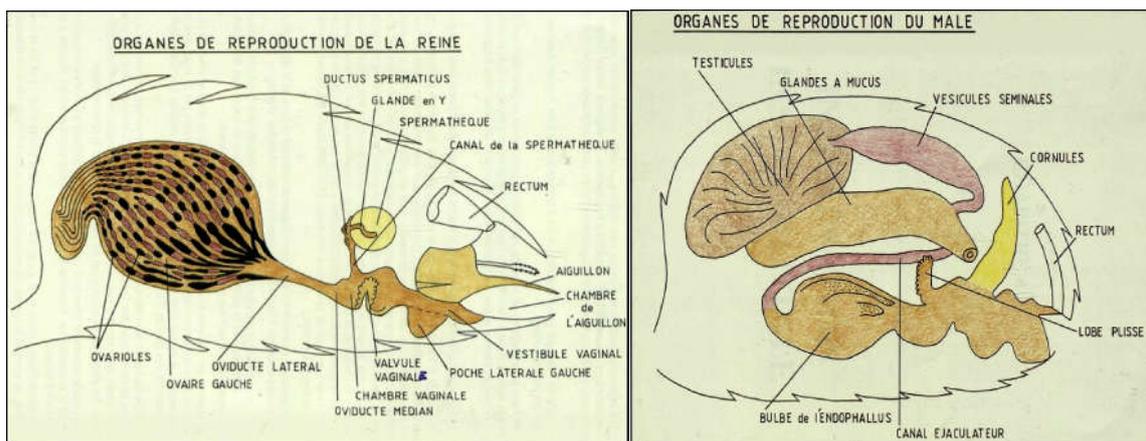


Figure 11. Schéma des organes de reproduction de la reine et le mâle (Snodgrass, 1956).

A la fin de l'accouplement, une partie de l'appareil génital du mâle, l'endophallus, est arraché et reste dans les voies génitales de la reine. Le mâle meurt, tandis que son endophallus devient le « signe d'accouplement » (Tautz, 2009).

Le sperme des mâles est stocké dans une poche appelée spermathèque, et est utilisable pendant toute la durée de la vie de la reine, de trois à cinq ans (Le Conte, 2004).

Chez *Apis mellifera*, l'oviducte latéral de la reine peut contenir 200 millions de spermatozoïdes après l'accouplement (Winston, 1991).

9. Généralités sur la colonie d'abeille domestique

Une abeille domestique isolée ne peut survivre : la plus petite unité viable est la colonie, et l'habitat de cette colonie est la ruche. On parle de colonies car elles sont caractérisées par trois principes fondamentaux (Von Frisch, 2011) :

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

9. 1. Forme de la ruche

Les apoïdes préfèrent les habitats ouverts et ensoleillés là où ils trouvent une flore diversifiée et des sites de nidification appropriés (Batra, 1994). Ils établissent leurs nids à la surface du sol, sous les mousses, les feuilles sèches, et l'herbe, dans le sol, terriers, bois



mort, tiges sèches de plantes, vieux murs en bois ou en argile, coquilles d'escargots vides et sur des pierres. Les deux substrats les plus couramment utilisés sont tout de même le sol qui doit être dénudé, sec et exposé au soleil et les tiges de plantes (Figure 12).



Figure 12. Ruche d'abeille traditionnelle et modern (Abersi *et al.*, 2016).

9.2. Habitants:

Les occupants de la ruche sont la reine, les ouvrières, les faux-bourdon et le couvain (Clement *et al.*, 2006).

A) Couvain :

Le couvain regroupe l'ensemble des œufs, larves et nymphes. La reine pond les œufs et ce sont ensuite certaines ouvrières qui s'occupent du couvain et le nourrissent. Le couvain est généralement situé au centre du rayon et au centre de la ruche. Il se développe à une température optimale d'environ 35°C (Charlotte, 2018).

Tandis que le couvain de faux-bourdon se trouve en périphérie. Ils sont différenciables par leur taille: les alvéoles pour faux-bourdon sont plus larges que celles des ouvrières (Figure 13), et les alvéoles des reines sont beaucoup plus spacieuses (3 à 4 fois plus grande que les alvéoles d'ouvrières) (Von Frisch, 2011).



Figure 13. Couvain d'ouvrières et de faux-bourdon (Mallick, 2013).

De haut en bas: couvain de faux-bourdon, couvain d'ouvrières.



B) Reine

Ses principales fonctions sont la ponte des œufs et la régulation des activités de la colonie par sécrétion de phéromones produites par les glandes mandibulaires (stimulation de la production de cire, inhibition de la construction d'alvéoles royales, inhibition du développement ovarien des ouvrières). Elle est facilement reconnaissable par son abdomen et son thorax plus développés que ceux des ouvrières (**Le Conte, 2004**). Elle mesure en moyenne 16 mm de long et son thorax atteint 4,5 mm de diamètre (**Biri, 2010**). Elle pèse entre 178 et 298 mg (**Wendling, 2012**) et peut vivre de 4 à 5 ans (Figure 14) (**Clement et al., 2006**).



Figure 14. Reine et son corps (**Tourneret, 2013**).

La reine, marquée en jaune, est reconnaissable par son thorax plus large et moins poilu, ainsi que par son abdomen plus développé.

C) Ouvrières

Elles sont plusieurs dizaines de milliers dans la colonie. Plus petite que la reine, une ouvrière mesure en moyenne 10 à 12 mm de long pour 4 mm de diamètre de thorax (**Biri, 2010**). Elle pèse entre 81 et 151 mg (**Wendling, 2012**). Deux catégories se succèdent au cours de l'année : les abeilles d'été qui vivent environ quarante jours (entre 3 et 6 semaines) et les abeilles d'hiver qui survivent jusqu'au printemps suivant, soit 4 à 5 mois (**Le Conte, 2004**).

Au sein de la colonie, les ouvrières sont organisées selon un polyéthisme d'âge: une division du travail en fonction de leur âge, elles assurent toutes les tâches essentielles à la colonie (Figure 14) (**Winston, 1987**):

- ✓ Les ouvrières les plus jeunes nettoient les alvéoles précédemment occupées par leurs consœurs (3-4 premiers jours).
- ✓ Puis elles deviennent nourrices des larves et de la reine (5-10 jours).



- ✓ Puis elles nourrissent les autres abeilles, productrices de cire pour operculés les alvéoles, ventilent, responsables de l'hygiène et/ou/puis gardienne (11-22 jours).
- ✓ Enfin elles récoltent le pollen, de l'eau, la propolis, du nectar qui celui-ci une fois transformé en miel, deviennent pour certaines gardiennes (10-15%) gardiennes et ensuite, ou directement, butineuses (de 25 jours jusqu'à leur mort).

Elles ont la faculté, par nécessité, de reprendre toutes les fonctions en cas de désorganisation brutale de la colonie.



Figure 15. Polyéthisme d'âge chez *Apis mellifera* (Clement, 2011).



Figure 16. Tâches des ouvrières (nourrices et butineuse) (Tourneret, 2013).

A: Ouvrière nourrit le nouveau-né d'un faux bourdon

Une ouvrière accueille le nouveau-né et le nourrit par un échange buccal. On distingue nettement la différence de taille des yeux à facettes de l'ouvrière (à droite) et du faux-bourdon (à gauche).

B: Ouvrière qui butine une fleur de colza

La corbeille située sur la troisième paire de pattes est remplie d'une pelote de pollen. Le nectar de la fleur est aspiré et stocké dans le jabot.



Pour faciliter la collecte de ressources florales, les pièces buccales des abeilles adultes sont modifiées à une langue pour aspirer le nectar, et dans nombreuses espèces les pattes postérieures des femelles sont modifiées pour assurer le transport du pollen (**Michener, 1974**).

D) Faux-bourdons

Ils sont des individus mâles, leur seule fonction est la fécondation d'une reine, ce qui aboutit à leur mort. Ils se caractérisent par un corps massif (diamètre thorax de 5,5 mm) et peuvent atteindre 12 à 14 mm de long (**Biri, 2010**). Ils pèsent entre 196 et 225 mg (**Wendling, 2012**).

Ils sont dépourvus de dard, de plaques cirières et du système collecteur de pollen de la troisième paire de pattes. En revanche, leurs yeux composés sont nettement plus développés : 7500 facettes contre 4500 chez l'ouvrière (Figure 17), ce qui est indispensable pour repérer une reine à grande distance, ils sont présents dans la colonie au printemps et à l'été (**Le Conte, 2004**). La durée de vie moyenne est de 50 jours (**Bouacem et Sifouane., 2016**).



Figure 17. Faux-bourdon et son corps (**Tourneret, 2013**).

9.3. Evolution de la population dans la colonie

Ainsi, selon les périodes de l'année, il peut y avoir de 20 000 à 80 000 abeilles dans une ruche, la plus grande partie correspond aux ouvrières entre 10 000 et 60 000 (**Martin et al., 2001**), ensuite ce sont entre 1 000 et 4 000 mâles qui peuvent être présents et enfin, il n'y a qu'une seule reine. Concernant le couvain, la reine peut pondre jusqu'à 1 500 à 2 000 œufs au maximum par jour et jusqu'à 200 000 œufs par an (**Clement et al., 2006**).

Cette population varie en fonction de différents facteurs tels que le climat, la sous-espèce des abeilles et la quantité de ponte de la reine (**Martinc et al., 2001**) (Figure 18 et tableau 01).

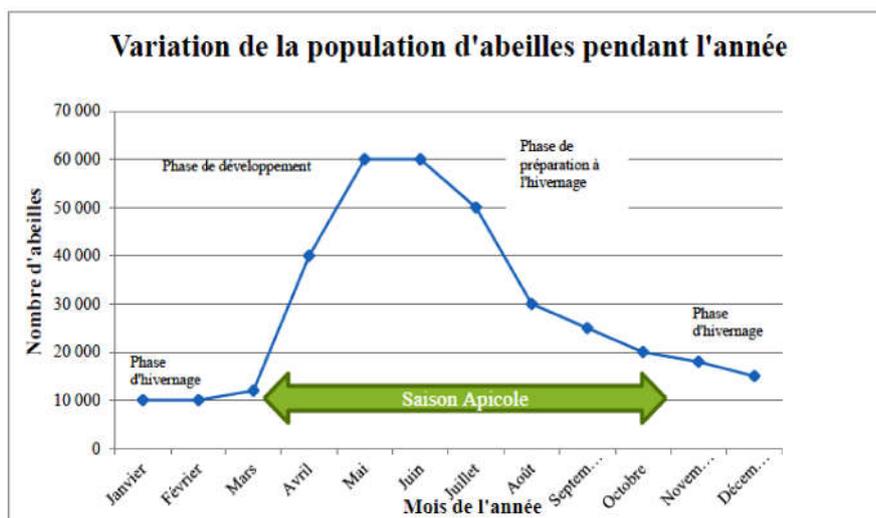


Figure 18. Variation de la population d'abeilles pendant l'année (Chiron *et al.*, 2008).

Tableau 01. Etat de la ruche en fonction de la saison (Union nationale des association familiales, S.D., 2012).

Saison	Etat de la ruche
Hiver	Effectifs réduits, pas de ressources florales, pas de butinage, les abeilles vivent sur leur stock de ressources.
Printemps	Ouvrières butinent, la reine reprend sa ponte, les jeunes reines et faux bourdons éclosent et les essaims s'envolent vers de nouvelles locations, production de cire pour la ruche.
Eté	Amincissement des richesses florales, baisse de la ponte de la reine, remplacement très rapide des ouvrières.
Automne	Population fortement diminuée, faux bourdons éliminés, ponte automnale de la reine permettant de passer l'hiver.

10. Produits de la ruche

➤ **Gelée royale:** La gelée royale est une substance produite par des ouvrières âgées de 5 à 14 jours, elle se présente sous la forme d'une matière visqueuse, d'une couleur blanchâtre et d'une odeur phénolique et acide. Elle constitue la nourriture de toutes les larves jusqu'au 3ème jour et de la reine durant toute sa vie. Elle se compose



de 12% de protides, 12% de glucides, 5% de lipides et 65% d'eau, elle apporte 140 calories aux 100g (**Jansegers, 2007**) (Figure 19).

➤ **Pollen** : Le pollen est l'aliment fécondant male d'une fleur qui se trouve sur les anthères des étamines (**Straub, 2007**). Parfois appelé « pain d'abeille », il constitue la seule source de protéines de la colonie les apiculteurs le récoltent en « piégeant » les abeilles dans des chicanes à la rentrée dans la ruche. Il se compose de 41% de glucides, 30% de protides, 5% de lipides. Il apporte 320 calories aux 100g (**Jansegers, 2007**) (Figure 19).

➤ **La cire**: La cire est le produit de sécrétion des glandes cirières de l'abeille ouvrière, du 13ème au 18ème jours de son existence, c'est une matière grasse qui se solidifie sous forme de fines lamelles presque transparente (**Khenfer et Fettal, 2001**) sert de matériaux de construction des cellules ou alvéoles hexagonales dont sont faits les rayons de la ruche, véritables merveilles d'architecture (**Jansegers, 2007**). Cette substance est inoxydable et insoluble dans l'eau (**Straub, 2007**) (Figure 19).

➤ **Propolis** : Substance jaunâtre que les abeilles utilisent pour colmater les fissures (**Jansegers, 2007**). La propolis est composée de résine récoltée sur certains arbres majoritairement, mélangée à de la cire, du pollen et des huiles essentielles (**Clément et al., 2002**) (Figure 19).

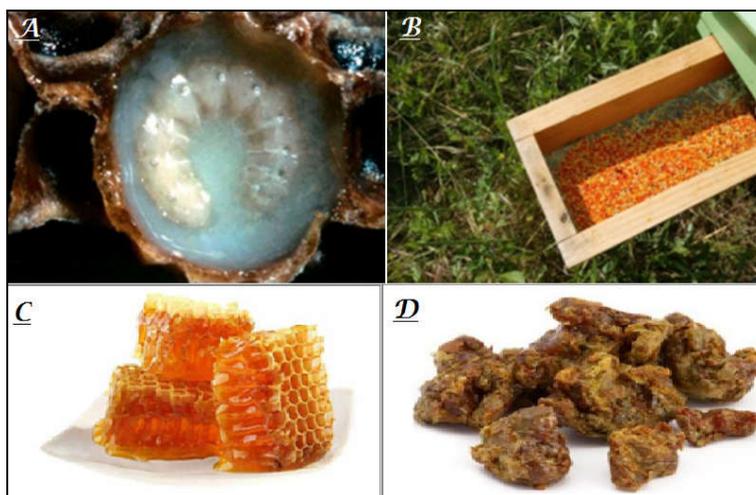


Figure 19. Photos représentant des produits de la ruche (A: Une cellule royale contenant une larve de reine (**Alexandra, 2011**); B: Une trappe à pollen (**Alexandra, 2011**); C: Cire d'abeille (**Ait soura et al, 2017**); D: Propolis d'abeille (**Ait soura et al, 2017**)).



➤ **Nectar** : Le nectar est une exsudation sucrée plus ou moins visqueuse, destinée à attirer les insectes pollinisateurs tels que les abeilles, contient environ 80% de sucres, les plus courants étant le saccharose, le glucose et le fructose, le nectar contient également des acides organique (acide fumarique, succinique, oxalique, malique... etc), des protéines, notamment des enzymes, des acides aminés libre, et des composé inorganique (**Desmoulière, 2013**).

➤ **Venin** : Le venin est sécrété par deux glandes situées dans l'abdomen de la femelle 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**).

➤ **Miel**: Le miel est une substance sucrée naturelle produite par les abeilles « *Apis mellifera* » à partir du nectar des plantes ou à partir des sécrétions de parties vivantes des plantes ,ou d'excrétions d'insectes qui sucent les parties vivantes des plantes et que les abeilles récoltent et transforment en les combinant à des substances spécifique qu'elles produisent, déposent, déshydratent et stockent et font mûrir dans les rayons à miel de la ruche (**Codex Alimentaire, 2001**).

Le miel est compose d'environ 80% de sucres simples : environ 40% de fructose, 30% de glucose, 7% de maltose et 3% de sucres divers dont du saccharose qui correspond au sucre présent initialement dans le nectar, des vitamines (dont les vitamines B1, B2, B3, B5, B6 et C), de minéraux et d'oligoelements (calcium, magnesium, potassium, sodium, fer, cuivre, manganèse, phosphore, silicium, chlore et soufre) (**Bruneau, 2002**). Ainsi que des flavonoïdes et autres pigments, des acides amines et des protéines (dont des enzymes), des substances aromatiques issues de fleurs, des acides organiques et des substances antibiotiques dans certains miels

❖ La fabrication du miel:

Elle débute dans le jabot de la butineuse par la transformation du nectar des plantes ou du miellat des insectes sous l'action de ferments et d'enzymes présents dans le tube digestif. Le saccharose du nectar va ainsi se transformer en différents sucres dont le glucose, le fructose. De retour à la ruche, la butineuse va transférer par trophallaxie sa récolte aux abeilles gestionnaires qui, par régurgitations successives d'une abeille à une autre, vont terminer la transformation amorcée, avant d'aller dégorger dans les alvéoles de cire encore disponibles. Lors de ce processus, la teneur en eau s'amenuise et parallèlement le liquide s'enrichit en sucs gastriques et en substances salivaires. La chaleur de la ruche et la ventilation par les abeilles vont aboutir à une concentration de la solution sucrée obtenue



d'environ 80% de sucre pour un peu moins de 18% d'eau en l'espace de cinq jours (Clément, 2002).

➤ **Miellat**: est un liquide sucré produit par les insectes piqueurs suceurs, principalement les pucerons, à partir de la sève contenue dans les feuilles ou les rameaux des arbres (Schmidt, 2013).

11. Besoins nutritionnelles chez les abeilles

Les besoins en nourriture de la colonie sont très importants. L'activité de butinage doit permettre l'alimentation de plus de 30 000 ouvrières et de 9 000 larves en phase de nourrissage. Une larve d'ouvrière demande environ 140 mg de miel pour son développement (Winston, 1987). Une butineuse en vol consomme 0,5 mg de miel par kilomètre, et on estime qu'elle parcourt jusqu'à 800 km au cours de sa vie (Gould *et al.*, 1988).

Durant les premières trois jours de développement, l'œuf se développe en utilisant la vitelline qu'il contient comme seule source énergétique (Winston, 1993).

Selon (Bertrand, 2003), la larve beigne dans une nourriture constamment renouvelée par les ouvrières nourrices; la qualité et la quantité de l'alimentation varient:

- ▶ les ouvrières sont nourries par les sécrétions des nourrices (sécrétion claire des glandes hypopharyngiennes + sécrétion blanche mandibulaires auxquelles (Gelée royale) celles-ci ajoutent peu à peu du pollen et du miel).
- ▶ les reines reçoivent de la nourriture en quantité beaucoup plus importante (toute la cellule est remplie) et la proportion des sécrétions mandibulaires est beaucoup plus grande que pour les ouvrières ; leur nourriture est aussi plus riche en sucre notamment le glucose.
- ▶ les mâles reçoivent également une nourriture abondante et riche en protéines.

Une colonie de taille moyenne a besoin de stocker vingt-cinq kilogrammes de miel qui sera consommé pendant l'hiver alors que plus aucune ressource en nectar ou pollen ne sera disponible. Au total, les besoins annuels d'une colonie sont estimés à près de 80 kg de miel et 30 kg de pollen (Winston, 1987).

12. Communication sociale

Chez l'abeille, le terme de communication sociale fait référence aux échanges de signaux entre individus d'une même colonie. On distingue classiquement deux modes de communication, l'un reposant sur les signaux chimiques (les phéromones), l'autre sur les signaux vibratoires (les danses, les émissions sonores). On peut aussi considérer qu'un



troisième mode de communication entre individus a lieu lors des interactions trophallactiques (**Wilson, 1971**).

12. 1. Signaux chimiques

La communication chimique chez l'abeille repose, essentiellement sur les signaux phéromonaux. Les phéromones sont des substances exocrines émises par un individu (la reine, les mâles, les ouvrières adultes) (**Winston, 1987**):

- a. **Phéromones incitatrices ou primer:** induisant une réaction comportementale.
- b. **Phéromones modificatrices ou releaser:** modifiant la physiologie d'un congénère.

La sensibilité d'une ouvrière aux phéromones est variable en fonction de son état physiologique et de son âge. Ainsi, les ouvrières de quelques jours ont une faible réaction comportementale ou neurophysiologique aux phéromones d'alarme et aux odeurs produites par la reine, mais de fortes réactions sont visibles chez des ouvrières plus âgées (**Winston, 1987**).

12. 2. Signaux vibratoires

a. Par contact

Il existe une communication par contact, par "exploration physique" réalisée grâce aux antennes. Ce mode de contact lui permet d'interagir avec des congénères mais aussi de récolter des informations par échange de phéromones ou de particules, par trophallaxie. Ce mode de communication est primordial chez les gardiennes : chaque arrivante est palpée par les gardiennes, qui reconnaissent, ou non, la signature chimique propre à la colonie et évitent ainsi les pillages par des abeilles « étrangères » (**Ivert, 2016**).

b. Par la danse

Il s'agit sans doute de l'un des modes de communication le plus célèbre chez les animaux. La présence d'une source de nourriture (nectar, pollen, eau) est indiquée par différents types de danses selon la localisation de ces ressources, mais la butineuse ne donne pas d'information exacte sur ces positions (personnel):

- **Danse en rond:** ou (round dance); La butineuse exécute un ou plusieurs cercles, dans un sens puis dans l'autre (**Von Frisch, 1967a**). Le message de cette danse est en quelque sorte "sortez, il y a une source de nourriture à proximité de la ruche"(moins de 80m de la ruche) (**Ivert, 2016**).
- **Danse en huit:** danse frétilante (waggle dance); Lorsque la source de nourriture est éloignée de plus de 80 m de la ruche, qui indique aux suiveuses la distance et la direction de la source de nourriture (**Ivert, 2016**).



- **Danse vibratoire:** dorso-ventrale ou danse des vibrations est en relation avec la régulation de l'activité saisonnière et journalière de butinage (Clement *et al.*, 2002).

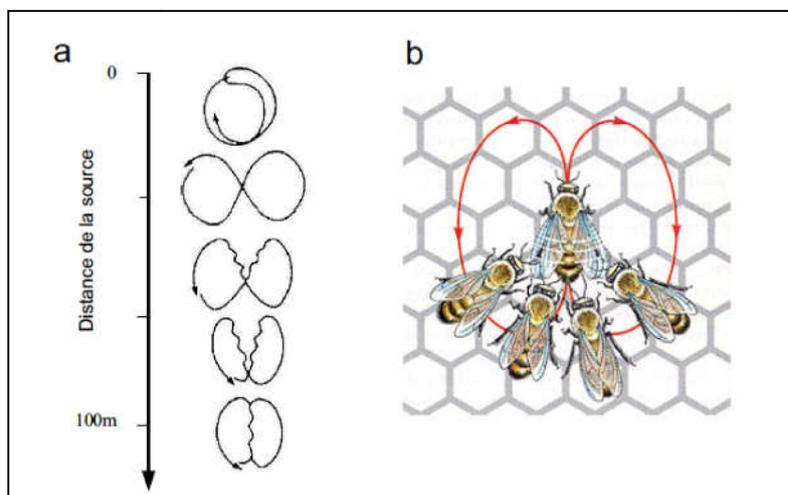


Figure 20. Communication par la danse en huit chez l'abeille. [a] danse en rond et en huit, [b] Une danseuse et quatre suiveuses (Von Frisch, 1967a ; Gould *et al.*, 1988).

13. Rôle et l'importance des abeilles

13 .1. Insecte pollinisateur

Pour dire à quel point l'abeille domestique nous est précieuse, il suffit de rappeler qu'une majorité de plantes à fleurs sont partiellement ou totalement pollinisées par elle, en effet, les abeilles constituent un élément clef de l'écosystème par son rôle de pollinisateur (Celli *et al.*, 2002). Pour remplir son jabot de 70 mg de nectar, l'abeille doit parfois visiter plus de mille fleurs ; en une heure une butineuse visite ainsi 600 à 900 fleurs (et parfois bien plus).

Sur les milliers et les milliers de fleurs qu'elle visite, la butineuse transporte des grains de pollen, favorisant autopollinisation et allopollinisation. En accroissant ainsi les chances de fécondation des plantes, l'abeille permet la production des graines et donc la pérennité des ressources végétales. Par la fécondation croisée l'abeille contribue à l'enrichissement incessant de son environnement (Toullec, 2008).

Les plantes à fleurs représentent 70% du règne végétal, soit environ 240 000 espèces dans le monde. Environ 1 000 espèces de plantes ne peuvent se reproduire que grâce aux abeilles, car elles ne disposent pas d'autre moyen de réaliser la pollinisation,



aucun autre insecte, aucun agent atmosphérique n'étant en mesure de l'assurer (**Toullec, 2008**).

L'abeille domestique n'est bien sûr pas le seul insecte pollinisateur mais c'est le plus fréquent. En comparant les pourcentages de visite des différents insectes, présentés dans le rôle biologique, on constate le rôle prépondérant de l'abeille domestique, qui constitue les trois quarts des visiteurs (**Toullec, 2008**).

13 .2. 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. La sensibilité aux toxiques présents dans l'environnement de cet insecte très courant peut également être mise au service de l'homme (**Toullec, 2008**).

13 .3. Rôle économique

En butinant à la recherche de nectar et de pollen, l'abeille participe activement à la pollinisation de flore sauvage : aubépine (*Crataegus oxyacantha*), églantier (*Rosa canina*), sorbier (*Sorbus domestica*) mais également des plantes cultivées, favorisant ainsi leur reproduction et améliorant les récoltes. Plus de 70 % des 124 types de cultures les plus importantes au niveau mondial (à la base de l'alimentation humaine), dont la quasi-totalité des arbres fruitiers, bénéficient de l'activité pollinisatrice des abeilles sauvages ou domestiques. (**Toullec, 2008**).

13.4. Importance sanitaire (Propriétés thérapeutiques aux produits apicoles)

L'api-thérapie est une branche qui a été développée ces dernières années, offrant des traitements à base de miel et d'autres produits de l'abeille contre de nombreuses maladies (**Mandal et Mandal, 2011**).

- Le miel est émollient, fébrifuge, laxatif, hypotenseur, cardio et hépatoprotecteur, sédatif et cicatrisant ; il réduit l'acidité gastrique dans les cas d'ulcères et soulage la toux (**Adam, 1985**).
- Le pollen; Ceci en fait un complément alimentaire indiqué en cas de fatigue, de troubles gastro-entérologiques et génito-urinaires (**Clément *et al.*, 2002**). De par sa



richesse en provitamine A et en rutine, le pollen contribue à restaurer une bonne circulation chorio-rétinienne et est utilisé pour combattre les fatigues visuelles (**Adam, 1985**).

- La propolis est un antibiotique naturel ; elle présente des propriétés bactéricide, fongicide, acaricides et anti-oxydante, elle cumule des propriétés anti-allergiques, anti-inflammatoire, anesthésiques, cicatrisantes, elle utilisée en cosmétologie (crème, dentifrice, produit d'épilation) (**Adam, 1985**).

- La gelée royale : C'est un produit stimulant, indiqué en cas de fatigue, de dysorexie (**Clément et al., 2002**). La pulvérisation de gelée royale est utilisée dans le traitement des affections chroniques des voies respiratoires supérieures. En ophtalmologie, elle contribue au traitement des kératites et des ulcères de la cornée (**Adam, 1985**).

- La cire; Ses indications en cosmétologie sont nombreuses ; ses propriétés cicatrisantes anti-inflammatoires la rendent utile dans le traitement d'abcès, brûlure, escarres, plaies... (**Adam, 1985**).

- Le venin est utilisé en pharmacie pour ses propriétés vasodilatatrices (notamment au niveau des capillaires cérébraux), anticoagulantes, antiseptiques, cardiotoniques et révulsives ; c'est également un agent immunologiquement actif, il bloque l'influx nerveux, stimule l'activité de l'axe hypothalamo-surrénal et la production de cortisol (**Adam, 1985**). Il est utilisé en médecine, dans la lutte contre les rhumatismes, et en industrie chimique dans la production de phospholipase A2 (**Clément et al., 2002**).

14. Facteurs ayant un impact sur la santé de l'abeille

De nombreux facteurs chimiques et biologiques peuvent donc être néfastes aux abeilles domestiques. L'environnement, et plus particulièrement la biodiversité florale alentour et le climat, peuvent également influencer l'état de santé de la ruche. (**Mackowiak, 2009**).

14. 1. Perte de biodiversité florale

Selon **Mackowiak (2009)** les apports en pollen doivent être suffisants et variés pour satisfaire les besoins protéiques, qualitatifs et quantitatifs de la colonie. Aujourd'hui,



les modifications des paysages agricoles peuvent contribuer à diminuer cette variété pollinique et donc nuire au développement des abeilles.

14. 1. 1. Cultures intensives

Les paysages agricoles actuels se caractérisent par des grandes surfaces de monocultures, traitées avec des herbicides donc totalement dépourvues de flore sauvage. Certaines espèces semées, comme le colza et le tournesol, sont exploitées par les abeilles. D'autres en revanche, telles que le maïs et les céréales, sont des cultures dépourvues d'intérêt apicole qui obligent les butineuses à étendre leur aire de travail. En plus de ces aspects qualitatif et quantitatif, ces cultures intensives posent un problème dans le temps. En effet, les périodes de miellées sur cultures d'intérêt sont entourées de périodes pauvres en ressources, du fait de l'absence quasi totale de flore adjacente, type « fleurs des champs » et éléments fixes du paysage comme les haies et talus. (Decourtye, 2006).

14. 2. 2. Destruction des sites d'intérêt

a. Suppression des haies, talus

Les éléments paysagés sont susceptibles de contenir des espèces végétales bénéfiques pour les abeilles domestiques (butinage) et sauvages (butinage et nidification). Les haies, qui ne font quasiment plus partie des paysages de grandes cultures, les bords de routes qui sont fauchés régulièrement et autres talus pourraient ainsi être gérés de manière à concilier esthétisme, sécurité et intérêt apicole. (Decourtye, 2007).

b. Broyage mécanique

En plus de l'impact à moyen terme de la disparition d'espèces végétales, le broyage mécanique d'espèces en fleurs est responsable de mortalité de pollinisateurs à très court terme. En effet, en cas de fauchage d'espèces en fleur, les insectes présents sur le site peuvent être blessés ou tués. (Decourtye, 2007).

14. 2. Facteurs climatiques

Les conditions climatiques ont également une grande influence sur l'état sanitaire des ruches.



14. 2. 1. Climat et le cycle de la colonie

La météorologie peut influencer de diverses manières la santé de la ruche :

- Un climat humide peut confiner les abeilles dans la ruche et favoriser le développement de maladies.
- Un hiver trop long peut retarder les premières sorties des butineuses et les empêcher d'effectuer leur vol de propreté.
- De mauvaises conditions prolongées en période de miellée peuvent empêcher les butineuses de sortir et donc réduire les réserves, situation d'autant plus néfaste qu'elle se déroule pendant la préparation à l'hivernage. **(Fernandez et Coineau, 2007).**

14. 2. 2. Climat et les productions végétales

Le climat peut également avoir des conséquences sur les productions végétales et donc, indirectement, sur la santé des abeilles. Ces conséquences peuvent survenir à plus ou moins long terme :

- A court terme, les conditions météorologiques conditionnent la période de floraison, la quantité et la qualité de nectar produit (celui-ci étant d'autant plus concentré et rare que le climat sera sec et chaud) ;
- A long terme, le réchauffement climatique provoque une évolution de la flore et par conséquent une évolution, voire la disparition de la faune pollinisatrice associée. **(Haubruge et al, 2006).**

14. Déclin des abeilles domestiques : un phénomène multifactoriel

Les noms utilisés pour désigner les troubles qui touchent les abeilles sont souvent variables et pas toujours précis : on parle par exemple de disparition, dépérissement, déclin, affaiblissement, ou mortalité. Il est utile de préciser qu'un taux de mortalité des colonies considéré comme normal, en Europe tout du moins, se situe autour de 10%. Le taux de mortalité des abeilles est bien sûr difficilement chiffrable **(Agence française de sécurité sanitaire des aliments, 2008).**



14.1. Différentes causes possibles de ce déclin

Les problèmes qui touchent la ruche sont de nature variée. On peut les différencier en trois groupes : les intoxications chimiques, les attaques de pathogènes et parasites et enfin les causes environnementales (Figure 21) (Mackowiak, 2009).

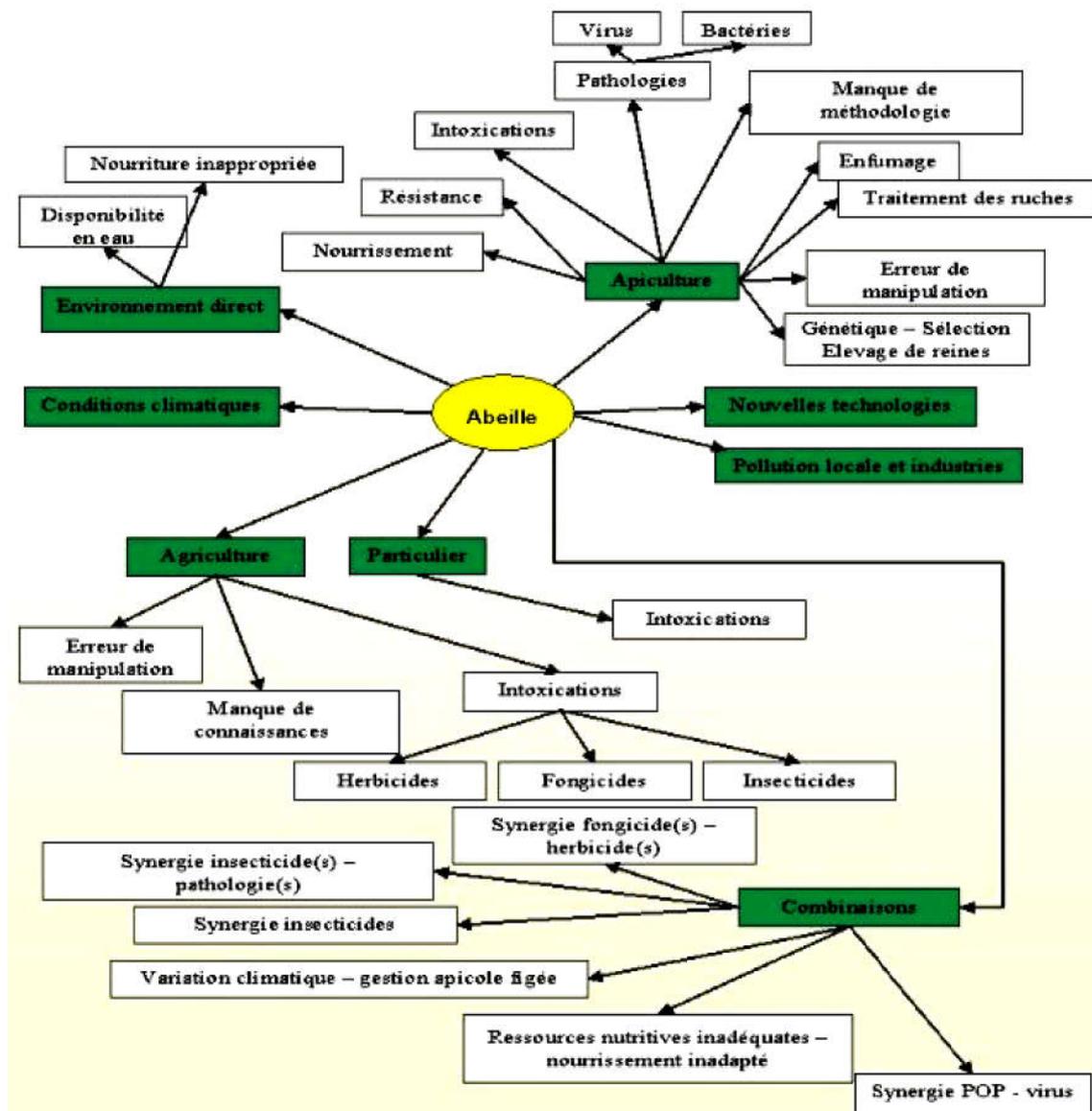


Figure 21. Différentes causes de la mortalité des abeilles (Haubruge *et al.*, 2006).

14.1.1. Ennemis chimiques:

L'abeille est susceptible d'être exposée à de nombreux contaminants chimiques au cours de sa vie. Les produits phytosanitaires sont bien sûr largement incriminés dans les problèmes de dépérissement des abeilles. Leur toxicité peut provenir soit de leur mode d'action propre, soit de leur mésusage. Pourtant, ces produits ne sont pas les seuls produits chimiques à entrer dans la ruche : en effet, des traitements hasardeux peuvent être



administrés aux abeilles par l'apiculteur lui-même et risquer d'une part de mettre en péril les colonies, et d'autre part de contaminer le miel avec des résidus chimiques. Enfin, les ruches peuvent être victimes d'intoxications volontaires et malveillantes (**Charriere et al., 2006**).

14.1.2. Ennemis biologiques

Des agents biologiques ont de tout temps compromis la survie des populations d'abeilles ; certains sont naturellement plus dommageables que d'autres. Le problème actuel est l'émergence de nouveaux pathogènes du fait de la mondialisation des échanges. Parmi les maladies des abeilles, les Maladies Réputées Contagieuses (MRC) sont des maladies à déclaration obligatoire entraînant l'application de mesures de police sanitaire. (**Code D223-21, 2009**) La varroase, quant à elle, est une Maladie à Déclaration Obligatoire (MDO) mais n'entraîne pas la mise en place de telles mesures. (**Code D223-1, 2009**).

Dans la ruche, on peut donc rencontrer des ennemis très variés, du virus au petit mammifère. Le tableau 2, ci-dessous, répertorie les plus importants virus de l'abeille, en précisant, entre autre, le rôle du varroa dans la pathogénie de chacun. Le tableau 3, enfin, est un inventaire des pathogènes non viraux (bactéries, protozoaires, acariens, mycoses et insectes) de la ruche les plus dangereux. Ceux de ces agents qui sont les plus susceptibles d'être responsables de fortes mortalités, à savoir *Varroa*, *Nosema*, et *Paenibacillus*, de même que le frelon asiatique qui est un tout nouveau prédateur, seront étudiés dans la troisième partie de ce travail (**Mackowiak, 2009**).



Tableau 02. Caractéristiques des principaux virus de l'abeille domestique (Mackowiak, 2009).

	Abréviation	Symptômes	Individus cible	Virulence	Prévalence/Saisonnalité	Varroa
Acute Bee Paralysis Virus	ABPV	Ne vole pas, tremblements	Couvain, adultes (latent)	En laboratoire : très virulent, mort des larves en un jour. Dans la ruche : espérance de vie réduite ?	Prévalent plutôt l'été	Vecteur, Activateur
Deforming Wing Virus	DWV	Ailes déformées, taille de corps réduite, décoloration des adultes	Tous les stades de l'oeuf à l'adulte	Tue rarement les pupes, espérance de vie des adultes réduite ?	Le plus prévalent des virus chez A. mellifera, surtout en été et automne	Vecteur, hôte
Sac Brood Virus	SBV	Larve en forme de sac, comme remplie d'eau. Cellules de couvain non/en partie operculées	Larves, adultes (latent)	Espérance de vie des adultes réduite ?	Après DWV, le plus distribué mondialement printemps+été.	Vecteur
Kashmir Bee Virus	KBV	Pas clairement défini. Similarité avec ABPV (génétiquement)	Tous les stades. Latent dans le couvain et chez l'adulte	En laboratoire : très virulent (mort de l'adulte en trois jours)	Moins prévalent que DWV, BQCV, SBV. Saisonnalité non définie.	Activateur et vecteur
Black Queen Cell Virus	BQCV	Apparence jaune pâle de la larve de reine, puis noire. La cellule royale devient noire.	Larves et pupes.	Mort rapide des larves infectées.	Large répartition, commun en été.	Pas connu
Chronic Bee Paralysis Virus	CBPV	Tremblements du corps et des ailes, incapacité de voler, glabres, abeilles noires et brillantes	Principalement adultes	En laboratoire : virulent, mort d'une ouvrière en trois jours	A part l'Amérique du Sud, présent sur tous les continents, pas de saisonnalité connue	Négatif (non vecteur)



Tableau 03. Autres ennemis biologiques de l'abeille domestique (Mackowiak, 2009).

	Nom	Statut	Agent responsable	Populations cibles	Signes cliniques
Bactéries	Loque américaine	MRC	<i>Paenibacillus</i>	couvain	<ul style="list-style-type: none"> - larves foncées et gluantes puis filantes - écailles adhérent aux alvéoles - couvain en mosaïque - cadres foncés, gras - odeur de colle de poisson
	Loque européenne		<i>Melissococcus pluton</i> associé à d'autres germes	couvain	<ul style="list-style-type: none"> - couvain en mosaïque - odeur non caractéristique - larve aqueuse qui se transforme en lame caoutchouteuse
	Septicémie		<i>Pseudomonas apisepctica</i>	adulte	<ul style="list-style-type: none"> - abeilles qui ne volent pas, se traînent, sont chassées par leurs consœurs - tombent en morceau quand on les touche - abdomen devient foncé les muscles gris blanchâtres
Protozoaires	Nosémose	MRC	<i>Nosema spp</i>		<ul style="list-style-type: none"> - forte mortalité - abeilles faibles, ayant des difficultés à voler - abeilles paralysées - nombreux changements de reine - moindre développement du couvain - traces diarrhéiques sur les ruches - effondrement de colonies
Acariens	Varroase	MDO	<i>Varroa destructor</i>	Couvain et adulte	<ul style="list-style-type: none"> - problèmes de développement du couvain - couvain diminué, en mosaïque - émergence d'abeilles mutilées - présence d'acariens sur les larves et les adultes
	Acariose des trachées		<i>Acarapis woodi</i>	adultes	<ul style="list-style-type: none"> - troubles du vol
	Tropilaelose	MRC	<i>Tropilaelaps spp</i>	couvain	<ul style="list-style-type: none"> - abeilles qui se traînent - ailes et abdomen déformés - couvain en mosaïque - alvéoles perforées - couvain mort ou malformé - tâches foncées sur les pupes - alvéoles mal nettoyées - ruches abandonnées
Mycoses	Couvain plâtre		<i>Ascophæra apis</i>	couvain	<ul style="list-style-type: none"> - larve duveteuse - larve morte devient dure (« momie » et blanche, puis noire)



14.2. Disparition des abeilles

Les apiculteurs de toute la terre souffrent depuis la fin du siècle dernier de la perte de grande partie de leurs ruches. Des abeilles meurent de l'activité humaine, des pesticides en particulier, une nouvelle génération d'insecticides neurotoxiques. (Chadirac *et al*, 2016). Face à la disparition de l'abeille les scientifiques s'inquiètent des conséquences pour l'homme et la nature.

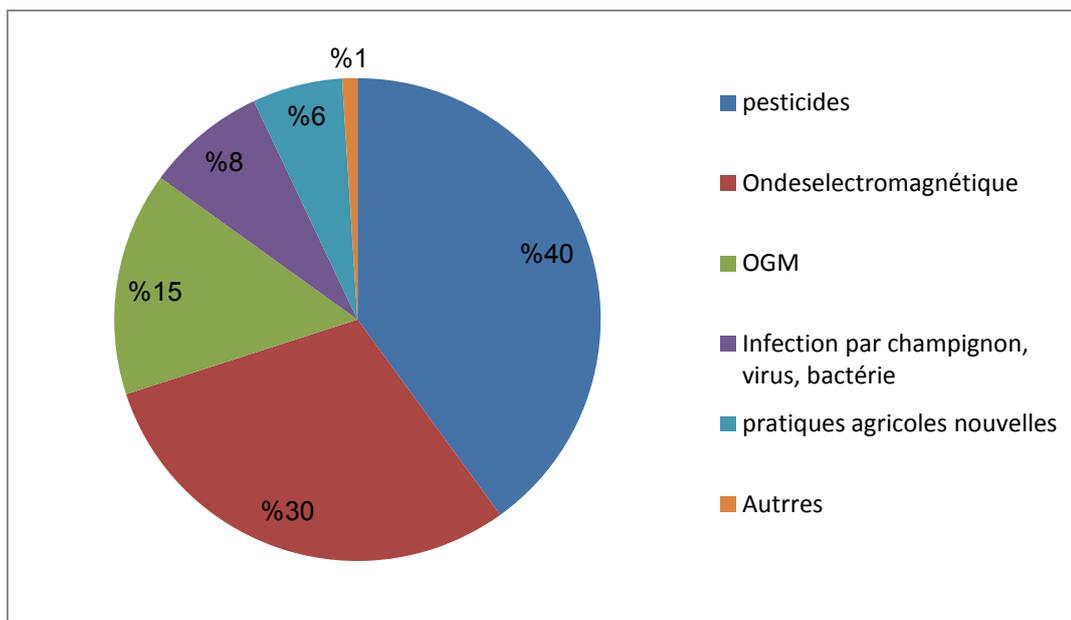


Figure 22. Répartition des causes de disparition des abeilles. (Chadirac *et al*, 2016).

Chapitre II:

Insecticides et leurs effets



1. Définition des pesticides

Le terme pesticide se compose de deux parties: le suffixe "cide" qui a pour origine le verbe latin "caedo, cadere" qui signifie " tuer". On lui a adjoint la racine anglaise "pest" qui signifie animal ou plante nuisible à la culture (**López et al, 2005**).

Selon **Boland et al (2004)**, le terme pesticide est utilisé pour désigner les produits chimiques agricoles utilisés à des fins phytosanitaires. Un pesticide est une substance qui est sensée prévenir, détruire, repousser ou contrôler tout ravageur animal et toute maladie causée par des microorganismes ou encore des mauvaises herbes indésirables.

2. Classification des pesticides

Les pesticides peuvent être classés en fonction de la nature de l'espèce à combattre mais aussi en fonction de la nature chimique de la substance active qui les compose. L'index de l'ACTA qui référence les principaux produits autorisés et commercialisés mentionnait 489 substances actives en 2005 (**ACTA, 2005**).

2. 1. Premier système de classification

Il repose sur le type de parasites à contrôler. Il existe principalement trois grandes familles d'activités (**El mrabet, 2006**).

➤ Insecticides

Selon **Batch (2011)**, les insecticides sont des substances actives ayant la propriété de tuer les insectes, leurs larves et/ou leurs œufs.

Les insecticides sont utilisés pour tuer les insectes nuisibles et les vecteurs de maladies humaines mortelles telles que le paludisme, la fièvre jaune, trypanosomais, la peste et le typhus (**Freedman, 1995**).

➤ Herbicides

Ils permettent d'éliminer les mauvaises herbes. Ce sont des phénoxydes, des triazines, des amides, des dinitro-anilines dérivés d'urée, des sulfonilurées et uraciles (**Benziane, 2014**).

On distingue en outre :



- ✓ Les **acaricides** (contre les acariens)
- ✓ Les **nématicides** (toxiques pour les vers du groupe des nématodes).
- ✓ Les **rodonticides** (contre les rongeurs).
- ✓ Les **mollucides** (contre les mollusques : limaces et escargots).
- ✓ Les **corvicides et les corvifuges** (contre les corbeaux et tous les oiseaux ravageurs de cultures).

2. 2. Deuxième système de classification

Selon **Clavet *et al* (2005)**, il existe trois catégories de pesticides à partir de leurs caractéristiques chimiques:

- Les pesticides inorganiques, qui sont peu nombreux, sont des pesticides très anciens dont l'emploi est apparu bien avant les débuts de la chimie organique de synthèse.
- Les pesticides organométalliques.
- Les pesticides organiques, qui sont très nombreux et appartiennent à diverses familles chimiques dont il existe actuellement plus de 80 familles ou classes chimiques.

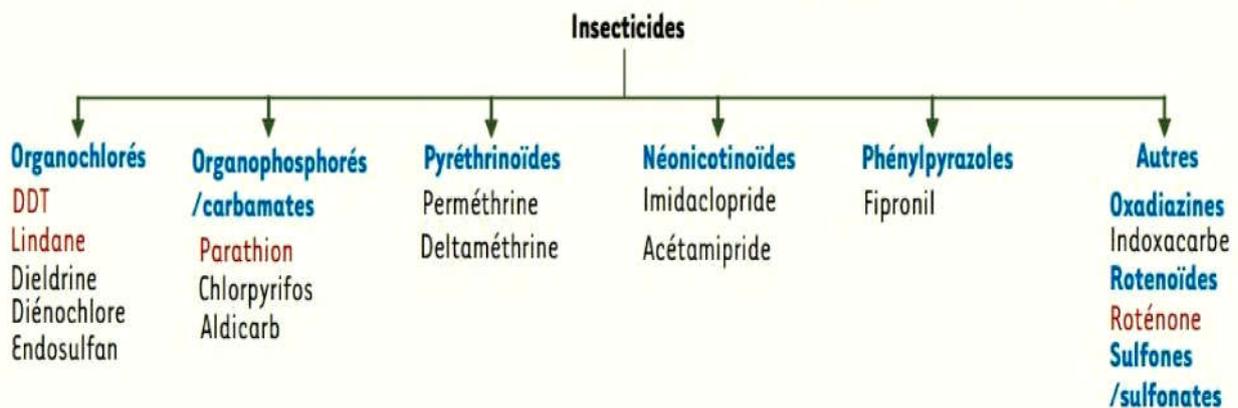


Figure 23. Différentes familles des insecticides (**Thany *et al.*, 2013**).

3. Mode d'action des insecticides

La plupart des insecticides sont des substances neurotoxiques (**Scotti, 1978**), elles provoquent une hyperactivité générale, perturbant les mouvements, l'alimentation et entraînent des tremblements et ou des convulsions, aboutissant à la paralysie et à la mort de



la cible (**Regnault et Roger, 2002**). D'autres par contre agissent sur les mécanismes respiratoires (**Park et al., 2002**) et pénètrent dans la cible soit par contact, soit par ingestion ou encore par inhalation (**Regnault et Roger, 2002**).

3.1. Action sur le système nerveux

Les premiers insecticides organiques de synthèse produits, ainsi qu'encore aujourd'hui la majorité des insecticides commercialisés, agissent sur les systèmes nerveux, centraux et périphériques. La toxicité peut porter sur la transmission de l'influx nerveux le long de l'axone, comme c'est le cas de certains organochlorés (DDT) et des pyréthriinoïdes. Elle peut également porter sur la transmission chimique au niveau de la synapse : ainsi les organophosphorés et les carbamates sont des inhibiteurs de l'acétylcholinestérase.

Les néonicotinoïdes quant à eux agissent en tant qu'agonistes des récepteurs nicotiques post-synaptiques à l'acétylcholine : la liaison du toxique provoque une dépolarisation par afflux d'ions sodium et d'ions calcium. Les acétylcholinestérases, qui hydrolysent l'acétylcholine après son action, n'ont pas d'effet sur la nicotine et les néonicotinoïdes : la stimulation persiste et entraîne hyperexcitation, convulsions, paralysie et enfin mort de l'insecte. L'action de ces insecticides a lieu au niveau du système nerveux végétatif, du système nerveux central et des terminaisons des nerfs moteurs au niveau des muscles striés. (**Bloomquist, 2009**).

L'amitraze, autre insecticide est un mimétique de l'octopamine, neurotransmetteur propre aux insectes, ayant une action stimulatrice. Parmi les organochlorés, nous avons vu le mécanisme d'action de la famille du DDT.

D'autres substances, comme le lindane, agissent par inhibition compétitive du site de liaison du GABA, neuromédiateur inhibiteur. Le fipronil, de la famille des phénylpyrazoles, est également un antagoniste des récepteurs du GABA et du glutamate, avec pour conséquence de son action, une hyperactivité nerveuse. (**Regnault et al, 2005**), (**Gauthier et al, 2009**)

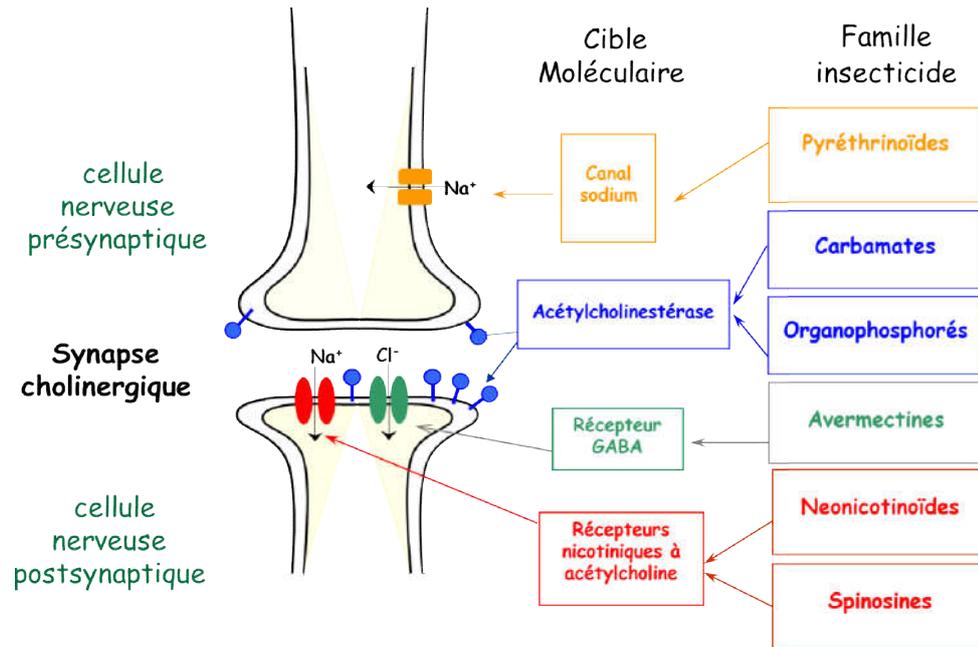


Figure 24. Mécanisme d'action des principaux insecticides neurotoxiques (Siegwart, 2017).

3.2. Action sur la chaîne respiratoire

Peu de molécules développées actuellement agissent au niveau de la respiration cellulaire, au contraire de celles qui étaient utilisées dans les années 50 et 60. On citera tout de même la roténone, extraite de plante et qui agit par inhibition du transport d'électrons dans la mitochondrie (ACTA, 2008; ACTA, 2007).

Les familles des quinazolines (fenazaquin), des pyridazinones (pyridabène), des pyrazolcarboxamides (tébufenpyrad) et des phénoxy-pyrazoles (fenpyroximate) sont des inhibiteurs du site I de la chaîne mitochondriale (coenzyme Q oxydo-réductase) tandis que l'hydraméthylnon inhibe le complexe cytochrome bc1.

Une autre cible biochimique du système respiratoire cellulaire est la phosphorylation oxydative : les dérivés stanniques (qui comprennent de l'étain) inhibent la phosphorylation oxydative (Batsch, 2011).

3.3. Action sur la croissance des insectes

Parmi les nouveaux insecticides, les plus prometteurs, car spécifiques, sont les régulateurs de la croissance de l'insecte. Ils peuvent agir par des mécanismes d'action différents soit sur les mues larvaires (analogues et mimétiques de l'hormone juvénile



comme le fenoxycarbe, inhibiteurs de mue et les déclencheurs de mue) soit sur la synthèse de la chitine, comme c'est le cas du lufénuron et des autres benzoylurées (Regnaul *et al*, 2005).

✓ **Perturbateurs de mue**

Parmi ces produits se trouvent des analogues et mimétiques des hormones juvéniles (fénoxy-carbe et pyriproxifène) : ils ont une structure analogue à celle des hormones juvéniles et agissent en perturbant la physiologie de reproduction de l'insecte, son cycle de développement au niveau du développement embryonnaire et de sa métamorphose (Batsch, 2011).

On trouve également :

- des inhibiteurs de mue (le buprofézine) qui bloque l'hydroxylation de l'ecdysone et interrompent le développement larvaire de l'insecte.
- des déclencheurs de mue, qui sont des agonistes de l'ecdysone (le tébufénozide), hormone responsable de la mue de l'animal. Ces produits déclenchent prématurément la mue de l'insecte.

✓ **Inhibiteurs de chitine**

Les benzoyl-urées inhibent la production de chitine, qui est un élément constitutif majeur de l'exosquelette des insectes (Batsch, 2011).

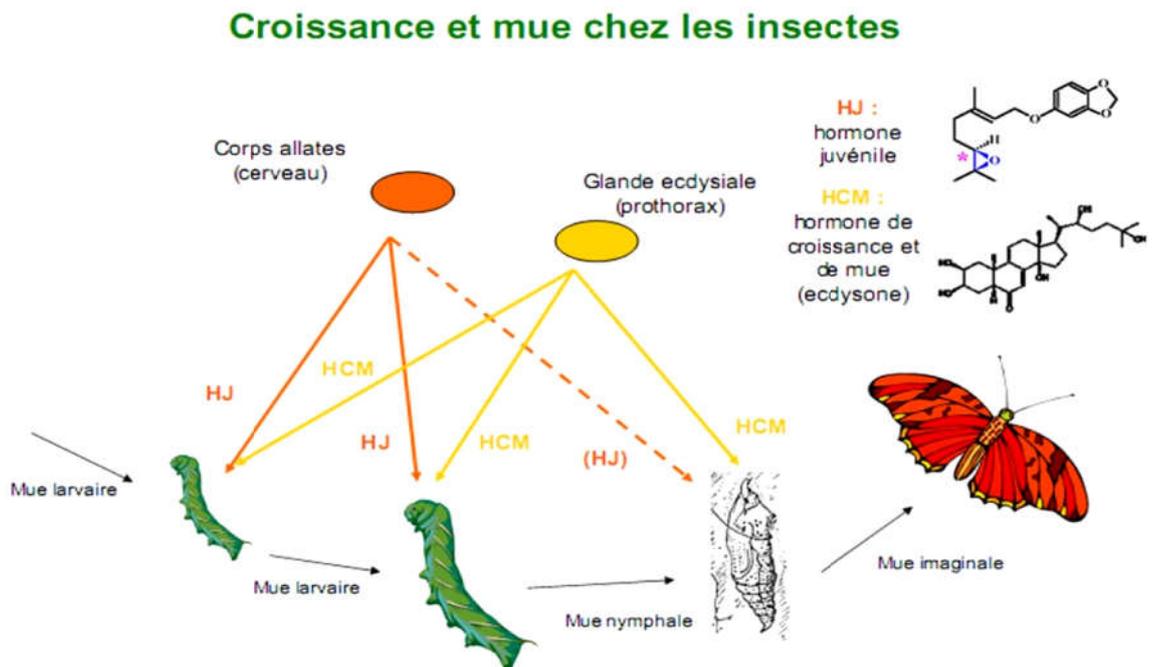


Figure 25. Croissance et mue chez les insectes (Siegwart, 2017).



4. Voies d'exposition des insecticides sur les abeilles

L'intoxication des abeilles par les produits phytosanitaires peut se produire à deux moments (pendant et après le traitement phytosanitaire), par deux voies d'intoxication différentes:

- En période de butinage par **contact** avec les résidus de produits présents sur les végétaux ou quand l'abeille reçoit des traînées de vapeur au moment de la pulvérisation (**Naturama ; Grand Lyon, 2012**).
- Elle peut aussi s'auto-contaminer par **ingestion** quand elle prélève du nectar, du pollen ou de l'eau contaminée après une pulvérisation ou si le produit utilisé est un produit persistant ou systémique⁷. Elle peut également contaminer la colonie d'abeilles lorsque ces produits sont transportés à la ruche (**Tasei, 1996**).

5. Effets des pesticides sur les abeilles

Solen **Bradbear (2010)** L'apiculteur averti comprendra rapidement que quelque chose ne va pas s'il rend visite au rucher une fois que les abeilles auront été empoisonnées par des pesticides. Certains des symptômes sont:

- Des abeilles ouvrières mortes s'accumulent à l'entrée de la ruche. Elles représentent généralement 10 à 20 pour cent du nombre total d'abeilles qui ont été tuées, mais les fourmis s'empresseront souvent de les éliminer. Le reste des abeilles empoisonnées meurt dans les champs.
- Les abeilles sont agitées et agressives – différents types de poisons causent cette réaction, en particulier le Lindane et les composés organophosphorés.
- Les colonies d'abeilles sont bruyantes et coléreuses et leur comportement est stressé et nerveux, elles courent de façon frénétique sur toute la surface de la ruche.
- Si la ruche est ouverte, il est possible de voir la «danse d'alarme» des abeilles. Les abeilles qui reviennent et certaines abeilles de la ruche se déplacent sur les rayons en formant des spirales ou des zigzags. Cela peut bloquer pendant un certain temps toutes les activités de vol. Sur la planche d'atterrissage, ou près de l'entrée, les abeilles exécuteront des danses de communication anormales.
- Les abeilles ramperont sur le sol devant la ruche, incapables de voler, parfois pendant trois jours avant de mourir, si elles ne sont pas dévorées par les fourmis. Certaines abeilles tourbillonneront sur leur dos.
- La langue d'un grand nombre de ces abeilles tuées par le poison s'allongera.



- Le contact avec les pesticides organophosphorés est particulièrement associé à la régurgitation du contenu de l'estomac.
- On trouvera des jeunes abeilles mortes et en train de mourir. C'est un signe évident de contamination du pollen.
- Quelque temps après l'empoisonnement, la reine ne produira que des œufs de faux-bourçons. Il y a sans doute d'autres raisons qui expliquent ce phénomène, mais cela conduira à la mort de la colonie.

6. Protégeons les abeilles des applications de pesticides

Solen **Bradbear (2010)** L'apiculteur peut réduire l'empoisonnement des guêpes de plusieurs manières:

➤ Les abeilles peuvent être tenues à distance des zones où les pesticides sont utilisés. Il faut au moins 7 km pour être sûr de les protéger. Dans ce cas, les cultures de l'agriculteur ne seront pas pollinisées par les abeilles. L'apiculteur et l'agriculteur peuvent coopérer. Si les apiculteurs se renseignent sur les pesticides et leur emploi, ils peuvent en parler avec les agriculteurs, leur signaler quels sont les pesticides les plus dangereux et s'accorder sur les services de pollinisation et l'utilisation avisée des pesticides. Il est mieux que les apiculteurs s'organisent, car cela les aidera à négocier avec les agriculteurs ou les autorités.

➤ Les abeilles peuvent être éloignées des endroits traités tant que le poison est actif sur les fleurs. Si des pesticides sont utilisés sur des fleurs en floraison, près des ruches et qu'il est trop difficile de les éloigner, les abeilles peuvent être confinées dans leurs ruches. Cela peut se faire en fermant l'entrée avec un filet et en recouvrant les ruches de grands sacs en toile. Dans les régions chaudes ou les jours de grande chaleur, il faut verser de l'eau sur les sacs afin de rafraîchir les abeilles. Les abeilles doivent aussi avoir de l'eau dans la ruche afin qu'elles puissent rafraîchir le couvain.

➤ Dans les tropiques, il peut s'avérer nécessaire de verser de l'eau sur les sacs toutes les heures ou toutes les deux ou trois heures afin que la colonie soit maintenue au frais pendant la journée. Dans les tropiques, si les ruches sont placées à l'ombre et que les sacs restent humides, les abeilles peuvent rester couvertes pendant deux jours. Une colonie surchauffée peut mourir rapidement comme cela a été décrit sur le déplacement des abeilles. Les plus grandes colonies sont plus sensibles à la surchauffe que les petites colonies et il est important que la ruche soit spacieuse et bien ventilée.



➤ Si les abeilles se trouvent près d'un tube d'eau, il est possible de les garder à l'intérieur en les aspergeant constamment. Mettez-vous d'accord avec l'agriculteur afin qu'il ne vaporise pas les cultures en floraison pendant la journée lorsque les abeilles travaillent dans les champs. La vaporisation ne devrait avoir lieu qu'en fin de journée ou pendant la nuit. Dites à l'agriculteur qu'il existe des insectifuges dont l'odeur éloigne immédiatement les abeilles de la fleur.

DEUXIEME PARTIE:
DISCUSSION DES
RESULTATS PRECEDENTS



Pour déterminer et évaluer les différents effets néfastes des insecticides sur les abeilles, Nous avons analysé et étudié quelques études dont l'objet à identifier ces effets néfastes, 9 études choisis de 2011 à 2020.

1. Présentation des insecticides utilisés

1.1. Thiaméthoxame (TMX)

Le thiaméthoxame (TMX) appartient à la famille des néonicotinoïdes, sont devenus les premiers représentants de la classe des insecticides (**Jeschke *et al*, 2011**). Exclusivement fabriqué par le groupe Syngenta®, le TMX est la matière active principale de deux produits commercialisés : Cruiser®, utilisé pour le traitement des semences et Actara®, en pulvérisations foliaires ou au sol (**Maienfisch *et al*, 2001**).

Son mode d'action, agissant comme agonistes de l'acétylcholine située dans le système nerveux central, le rend très efficace pour contrôler les ravageurs, suceurs et mâcheurs (**Nauen *et al*, 2002**).

Le TMX, par sa structure unique, présente une efficacité élevée même à petite dose, une flexibilité d'application et un large spectre d'activité, ce qui offre un contrôle efficace contre une variété d'insectes dans plusieurs types de plantations (**Maienfisch *et al*, 2001 ; Jeschke *et al*, 2008-2011**) (Figure 26).

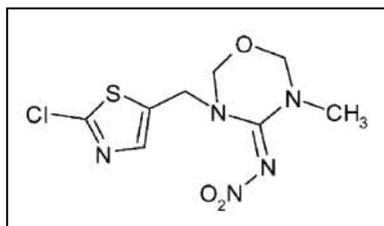


Figure 26. Formule chimique de Thiaméthoxame (**Bouchema *et al*, 2016**).

1.2. Spinosad

C'est un insecticide à spectre relativement large homologué pour plusieurs cultures. C'est un produit fermenté dérivé du mélange de deux toxines (spinosyne A et D) secrétées par une bactérie vivant dans le sol: *Saccharopolyspora spinosa*. Il agit comme une neurotoxine provoquant, en peu de temps chez l'insecte, une excitation du système nerveux menant à sa paralysie voire sa mort dans un délai de un à trois jours. (**Bouchema *et al*, 2016**) (Figure 27).

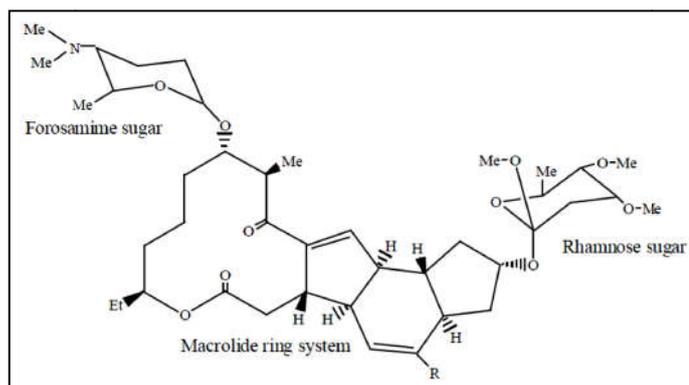


Figure 27. Formule chimique de Spinosad (Bouchema *et al*, 2016).

1.3. Diméthoate

Le Diméthoate est un composé organique de la famille des organophosphorés de formule $C_5H_{12}NO_3PS_2$ (figure 28). C'est un insecticide et acaricide à large spectre apparu en 1948 à action systémique. Cette substance agit en inhibant les activités du cholinestérase, enzyme essentielle pour le bon fonctionnement du système nerveux des insectes mais aussi chez l'Homme. Le Diméthoate est efficace contre de nombreuses espèces d'insectes. Le Diméthoate est très toxique, nocif et dangereux. Sa toxicité en laboratoire sur le rat est importante, la liposolubilité est nulle (impossibilité de bioaccumulation) et la solubilité dans l'eau très forte (Bouacem *et al*, 2016).

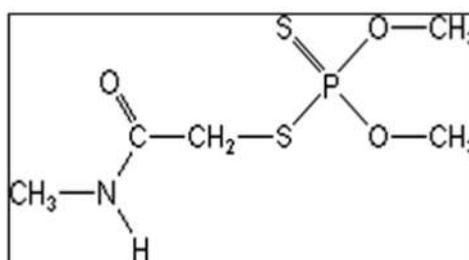


Figure 28. Formule chimique de Diméthoate (Bouacem *et al*, 2016).

1.4. Lambda Cyhalothrine

Lambda Cyhalothrine est une substance active insecticide de la famille des pyréthriinoïdes. Sa formule brute est $C_{23}H_{19}ClF_3NO_3$ (figure 29). La Lambda Cyhalothrine est un mélange d'isomères hautement actifs de la cyhalothrine. C'est un solide incolore à beige. Il est peu soluble dans l'eau et n'est pas volatil. Il a une certaine action répulsive sur les insectes. Cette substance active agit sur le système nerveux dont elle perturbe le fonctionnement normal. Elle provoque la paralysie et la mort des insectes en bloquant la



transmission de l'influx nerveux par action sur le canal ionique sodium. Parmi les produits à base de lambda cyhalothrine on trouve: Demand, Karaté, Warrior...etc. (**Bouacem et al, 2016**).

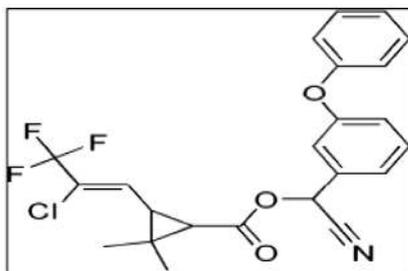


Figure 29. Formule chimique de Lambda Cyhalothrine. (**Bouacem et al, 2016**).

1.5. Acétamipride

L'acétamipride est un insecticide néonicotinoïde largement utilisé contre les ravageurs des cultures (**Bass et al, 2015**). Il est important dans la protection globale des cultures en raison de son large spectre d'efficacité, de sa systémie, de son action translaminaire, de son activité résiduelle et de son mode d'action unique (**Hebert, 2012**) (Figure 30).

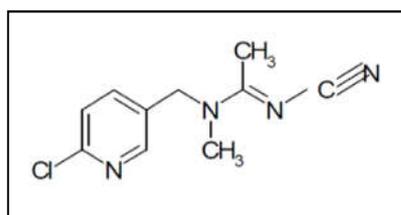


Figure 30. Formule chimique de l'acétamipride (**Zoumenou et al, 2015**).

1.6. Cyperméthrine

La cyperméthrine est une substance de synthèse employée comme produit insecticide: cette substance appartient à la famille des pyréthrinoïdes. De formule $C_{22}H_{19}Cl_2NO_3$, (figure 31). Cet insecticide se présente sous la forme d'un liquide visqueux jaune-brun faiblement soluble dans l'eau : 0,009 mg.L-1 à 20°C et soluble dans la plupart des solvants organiques (**ACTA Editions, 2018**).

La cyperméthrine est une substance active avec un large champ d'action, elle est efficace contre les insectes volants et rampants, elle agit par contact et par ingestion (**Brignon, 2018**).

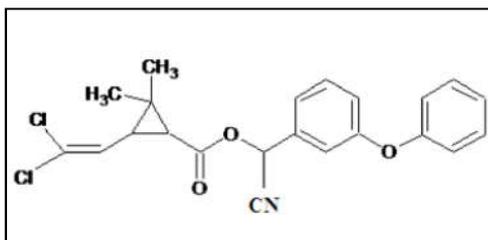


Figure 31. Formule chimique de la cyperméthrine (Boumendjel, 2010).

1.7. Deltaméthrine

La Deltaméthrine (figure 32) la matière active du DECIS est un insecticide de la famille des pyréthriinoïdes qui agit principalement au niveau des canaux sodium des fibres nerveuses qu'elle bloque en position ouverte (Rey, 2012).

La Deltaméthrine est considérée comme la plus toxique, car elle est ni jamais complètement dégradé ni rapidement métabolisée et de ce fait s'accumule dans les lipides (Sayeed *et al.*, 2003).

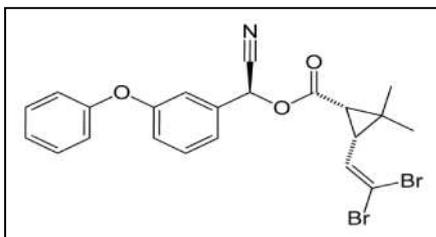


Figure 32. Structure moléculaire de la Deltaméthrine (Anses, 2010).

2. Synthèses des études précédentes

2.1. Effet de Thiaméthoxame sur l'abeille saharienne *Apis mellifera sahariensis*

Une étude à été réalisé en 2011 par **Chahbar *et al.***, sur l'effet de Thiaméthoxame sur les abeilles saharienne (*Apis mellifera sahariensis*), pour objet de déterminer la dose létale 50 de cette substance et d'évaluer leurs effets indésirables sur les abeilles par une voie d'exposition orale. Après l'exposition des abeilles à différentes doses de Thiaméthoxame de 1, 10, 20, 50 et 70 ng/abeille. Les résultats obtenus dans cette étude ont montré que le Thiaméthoxame provoque des effets indésirables chez les abeilles étudiées, et les symptômes observés sont neurotoxiques se manifestent par une activité générale accrue avec des mouvements désordonnés, des tremblements et des convulsions, puis un



comportement apathique, et l'apparition des premières mortalités est observée après 2h d'administration. La dose létale qui tue la moitié de la population (DL50) est de 11,47 ng/abeille pour 24h d'exposition et de 10,86 ng/abeille pour 48 et 72h.

Les auteurs ont conclu que le Thiaméthoxame est une substance neurotoxique pour les abeilles, et plus toxique par voie orale que par contact, et ont recommandé que cet insecticide il ne doit pas être utilisé pendant la période de la floraison en vue de sa présence en faible concentration dans le pollen et le nectar au moment de la floraison.

2.2. Toxicité de Thiaméthoxame chez *Apis mellifera intermissa*

Une étude a été réalisée en **2013** par **Boutefnouchet**, sur les effets secondaires de thiaméthoxame chez l'abeille (*Apis mellifera intermissa*) sur son système de détoxification par mesure de l'activité spécifique d'un biomarqueur enzymatique: la glutathion S-transférase (GST), par l'ingestion de Thiaméthoxame à deux doses sublétales: 0,001g/abeille et 0,002g/abeille. Les abdomens des abeilles ouvrières ont été prélevés après 24h, 48h et 72h d'exposition pour faire le dosage de l'activité enzymatique de la GST.

Les résultats obtenus montrent une augmentation de l'activité de la GST qui indique que le Thiaméthoxame induit un stress oxydatif chez les abeilles étudiées avec l'augmentation de la dose et comparativement aux groupes témoins.

Les auteurs ont conclu que le Thiaméthoxame est une substance toxique à la dose sublétale de 0,002g/abeille provoque le système de détoxification des abeilles.

Ainsi impératif que le Thiaméthoxame soit employé d'une manière rigoureuse en respectant les doses prescrites et en dehors des périodes de floraison afin de préserver au maximum l'état de la santé des abeilles et leur survie. Il faut donc éviter l'application directe et les vaporisations près des abeilles et de leurs colonies, ainsi que près des cultures en pleine floraison. Les insecticides devront être utilisés de telle façon à minimiser au maximum l'exposition des abeilles à leurs effets non intentionnels pour limiter tout déclin possible des abeilles ainsi que la contamination des produits de la ruche.

2.3. Évaluation de la toxicité aiguë du Thiaméthoxame chez *Apis mellifera intermissa* et *Apis mellifera sahariensis*

Chahbar et al ont été réalisés une étude en **2014**, sur l'effet de Thiaméthoxame chez deux espèces d'abeilles *Apis mellifera sahariensis* et *Apis mellifera intermissa*, pour objet d'évaluer les effets aigus en déterminant la dose létale 50 par l'exposition orale et contact.



Les résultats ont montré que plus la dose de thiaméthoxame est élevée et plus la mortalité est élevée, et que le Thiaméthoxame provoque des effets neurotoxiques se manifestent par des mouvements désordonnés, des tremblements et des convulsions, puis un comportement apathique chez les abeilles étudiées. Après une intoxication orale, les valeurs de DL50 du Thiaméthoxame à 24h étaient de 12,3 ng/abeille pour *Apis mellifera intermissa* et de 13,3 ng/abeille pour *Apis mellifera sahariensis*, et après d'application par contact, les valeurs de DL50 à 24 h étaient de 26 ng/abeille pour *Apis mellifera intermissa* et de 43,3 ng/abeille pour *Apis mellifera sahariensis*.

Les auteurs ont conclu que la toxicité de thiaméthoxame est caractérisée par l'apparition rapide des symptômes de neurotoxicité survenant 15 minutes après l'ingestion de doses élevées. Il existe une relation entre la dose directement proportionnelle de thiaméthoxame administrée et la mortalité observée, la mortalité maximale a été obtenue après 24h pour des doses élevées. Le Thiaméthoxame est plus toxique par voie orale que par voie cutanée pour les deux espèces. Donc ces résultats confirment que le danger potentiel de cet insecticide ne doit pas être utilisé en pleine floraison, pour réduire le risque d'empoisonnement des abeilles.

2.4. Toxicité de la Deltaméthrine (DECIS 25EC) chez *Apis mellifera intermissa*

Une étude a été réalisée en 2015 par Nabti *et al*, sur l'effet de produits phytosanitaires «DECIS 25EC» sur l'abeille *Apis mellifera intermissa*, pour objet de déterminer les concentrations létales 50 (CL50) et 90 (CL90) de cette substance par une voie d'exposition topique et orale. Les CL50 et CL90 estimées à 24h par exposition topique sur le thorax des abeilles étaient respectivement de 10,40ppm et 28,89ppm. À 96h elles étaient respectivement de 4,23ppm et de 10,44ppm.

Le taux de mortalité corrigée était considérable après 24h d'exposition orale aux concentrations de 4ppm et 200ppm, il varie respectivement entre 10% et 93,33%.

Donc les concentrations létales avec l'application orale sur l'abeille sont: **CL50**; (20.92 ppm à 24h), (18.39ppm à 48h), (7.40 ppm à 72h) et (4.93ppm à 96h), la **CL90** sont; (199.03ppm à 24h), (1618ppm à 48h), (39.58ppm à 72h) et (18.32ppm à 96h).

Les concentrations létales avec application topique sont: **CL50** (10.40ppm à 24h), (7.38ppm à 48h), (4.99ppm à 72h) et (4.23ppm à 96h). **CL90** (28.89ppm à 24h), (25.90ppm à 48h), (22.00ppm à 72h) et (10.44ppm à 96h).



Les auteurs ont conclu et ont été confirmé que le DECIS EC25 a un effet nocif pour *Apis mellifera intermissa*. Et l'application topique de cette substance présente un effet toxique plus important que celle par voie orale.

2.5. Effets de Spinosad et Thiaméthoxame sur la GST chez *Apis mellifera intermissa*

Une étude a été réalisée en 2016 par **Bouchema et al**, sur l'effet de deux insecticides Spinosad et Thiaméthoxame sur *Apis mellifera intermissa*, pour but l'évaluation leurs effets sur l'activité enzymatique de la GST chez les abeilles exposées à des concentrations sublétaux préalablement déterminées.

Le Spinosad et le Thiaméthoxame ont été appliqués par ingestion chronique à une concentration de 0,0048 µg/µl (Spinosad) et de 0,062 ng/µl de sirop de sucres (Thiaméthoxame). Les résultats obtenus montrent une augmentation de l'activité de la GST après 24h d'exposition chez les abeilles traitées par le Spinosad, et aussi après 48h et 72h chez les abeilles traitées par le Thiaméthoxame.

Les auteurs ont conclu que les deux insecticides (Spinosad et Thiaméthoxame) provoquent le système de détoxification chez *Apis mellifera intermissa*.

L'induction de l'activité de la GST est plus importante chez les abeilles traitées avec le Spinosad que chez celles traitées par le Thiaméthoxame. De ce fait, il est important de les utiliser d'une manière rigoureuse en respectant les doses préconisées et en les utilisant, de préférence, en dehors de la période de floraison afin de préserver, au maximum, la longévité de ces insectes pollinisateurs.

2.6. Dose létale 50 de Diméthoate et Lambda Cyhalothrine chez *Apis mellifera intermissa*

L'étude a été réalisée en 2016 par **Bouacem et al** sur l'effet des deux insecticides: Diméthoate et Lambda Cyhalothrine chez l'abeille domestique (*Apis mellifera intermissa*), pour objet de déterminer la dose létale 50 de ces substances et d'évaluer leurs effets indésirables sur les abeilles par une voie d'exposition orale. Donc l'exposition des abeilles se fait à différentes doses. Le contrôle de la mortalité après 1 heure, 2 heures, 24 heures et 48 heures permet d'observer les symptômes de la neurotoxicité qui se manifestent par une activité générale accrue, avec des mouvements désordonnés, des tremblements et des convulsions, puis un comportement apathique. En revanche, l'apparition des premières mortalités n'est observée que deux heures après l'ingestion des insecticides. La dose létale



qui tuee la moitié de la population (DL50) pendant 24h pour le Lambda Cyhalothrine est de 0,045 µg/abeille, pour le Diméthoate la DL40 est de 4 µg/abeille, cette dose est environ 80 fois plus forte que celle trouvée SAGE au Canada (0,05 µg/abeille).

Les auteurs ont conclure que les pesticides Diméthoate et Lambda Cyhalothrine sont très toxiques pour les abeilles et peuvent agir même à des faibles doses, et l'insecticide Lambda Cyhalothrine est plus toxique que le Diméthoate.

Ils ont tirées certaine perspectives comme l'utilisation des produits toxiques pour les abeilles doit être régie par des lois, car aucune réglementation ne protège l'abeille, et les agriculteurs doivent contrôler leur utilisation massive de ces produits surtout en période de floraison où l'activité de butinage des abeilles est au maximum.

2.7. Toxicité subchronique du Thiaméthoxame chez l'*Apis mellifera L.*

Chahbar et al en 2018, ont réalisé une étude sur l'effet du Thiaméthoxame, sur deux races de l'abeille domestique locale qui sont (*Apis mellifera intermissa* et *Apis mellifera sahariensis*), pour object d'évaluer l'effet toxique du Thiaméthoxame pendant une période d'exposition subchronique.

Les abeilles ont été nourries d'une solution de saccharose à des doses croissantes de l'insecticide utilisé. A partir de la toxicité aigüe, 4 doses; 2 doses fortes (DL80, DL20) et 2 doses faibles sublétales sont choisies. Ces doses sont données une seule fois (dose unique) et en réitérée (administration répétée).

A partir de cette étude, les auteurs ont conclure que la toxicité que le Thiaméthoxame est toxique pour les deux races d'abeilles qu'il soit administré des doses uniques (toxicité aigue) ou des doses répétée (chronique) (tableau 04 et 05).

Tableau 04. Valeurs des doses et leurs taux de mortalités pour *A. mellifera intermissa*.

Doses (ng/ abeille)	Doses uniques			Doses fragmentées		
	Doses	Mortalité en 24h	Mortalité au bout de 120h	Doses	Mortalité pendant 24h	Mortalité au bout de 120h
DL80	25,7	83,4%	89,5 %	5,14	16,6 %	100%
DL20	6,22	18,6%	31,6 %	1,24	Faible 14%	71,9 %
Dose sublétale 1	3	11,7%	14,1 %	0,6	Faible <10%	56,2 %
Dose sublétale 2	1	1,7%	1,8 %	0,2	Faible <5%	28 %
DL50	Orale: 12,3 ng /abeille à 24h / Topique: 26 ng /abeille à 24h					



Tableau 05. Valeurs des doses et leurs taux de mortalités pour *A. mellifera sahariensis*.

Doses (ng/ abeille)	Doses uniques			Doses fragmentées		
	Doses	Mortalité après 24h	Mortalité au bout de 120h	Doses	Mortalité pendant 24h	Mortalité au bout de 120h
DL80	24,33	78,4%	84,2%	4,86	16,9%	100%
DL20	18,2	18,2 %	28%	1,74	Faible 8%	78,9%
Dose sublétales 1	3	10 %	14%	0,6	Faible <5%	59,6%
Dose sublétales 2	1	1,7 %	3,5%	0,2	0 %	24,6%
DL50	Orale: 13,3 ng /abeille à 24h / Topique: 43,3 ng /abeille à 24h					

2.8. Toxicité aiguë de la Deltaméthrine chez *Apis mellifera intermissa*

Une étude a été réalisée en 2018 par **Abdesselam et al**, sur la toxicité aiguë de la Deltaméthrine sur les abeilles (*Apis mellifera intermissa*), pour objet d'évaluation l'effet de l'insecticide « DECIS EC 25 » sur l'activité enzymatique de la GST chez les abeilles adultes, donc l'application ce fait par une voie d'exposition orale avec une dose létale (DL50) de 20.92 ppm du Deltaméthrine (a été obtenu par **Nabti en 2015**). Les résultats obtenus dans cette étude ont montré qu'il y'a un effet toxique sur l'espèce d'abeille testée suite à l'exposition à ce xénobiotique qui provoque un stress dont traduit par l'induction et l'augmentation de l'activité enzymatique de la GST chez les abeilles traitées.

Les auteurs ont conclure que cette matière active « Deltaméthrine » est toxique pour les abeilles et peut avoir des conséquences négatives sur leur survie. De ce fait, il est important de respecter d'une manière rigoureuse les doses préconisées en agriculture afin de protéger notre race locale contre ces perturbateurs, et améliorer un système de la biosurveillance en utilisant ce type et d'autre type des bioindicateur et les biomarqueurs.

2.9. Doses létales aiguës d'acétamipride et de cyperméthrine chez *Apis mellifera*

Une étude a été réalisé en 2020 par **Mazi et al**, sur l'effet de deux pesticides l'Acétamipride et la Cyperméthrine sur l'*Apis mellifera L*, pour objet de déterminer la toxicité de deux substances et évaluer l'impact sur les abeilles butineuses (ouvrière) exposées à des doses létales et sublétales de ces deux insecticides par voie de contact et orale. Les résultats obtenus montrent que l'acétamipride et la cyperméthrine sont toxiques pour *A. mellifera*. Alors les symptômes observés sont neurotoxiques se manifestent par des



mouvements désordonnés et rapides, des tremblements et des convulsions. Les premières mortalités apparaissent à 15 min après l'ingestion des fortes concentrations, et environ 30 à 45 min après l'inoculation des pesticides par voie de contact et la mortalité augmente avec la concentration et le temps. Les CL50 d'Acétamipride obtenues après 24h sont de 5,26 ng/µl pour l'application topique et de 4,70 µg/µl par voie orale. Les CL50 de la Cyperméthrine sont respectivement de 2,27 ng/µl pour l'application topique et de 2,68 ng/µl pour la toxicité orale.

Les auteurs ont conclure que les résultats ont démontré que l'Acétamipride et la Cyperméthrine sont toxiques pour *A. mellifera*, et qu'il n'y avait pas de différence significative entre la toxicité topique et orale. En outre, l'Acétamipride est plus toxique que la Cyperméthrine par contact direct et ingestion.

Ces résultats confirment le danger associé à ces insecticides utilisés pendant la période de floraison des plantes cultivées. L'application de ces produits chimiques dans le domaine agricole entraînera la mort d'abeilles et d'autres pollinisateurs utiles à l'agriculture et à l'apiculture. Compte tenu de tous ces risques et pour une agriculture et une apiculture durables, il est important d'établir des mesures de qualité sur ces insecticides dans l'écosystème et de mettre en place un système de phyto-pharmacovigilance et de sensibilisation de la population.

Tableau 06. Résumé des études précédentes.

	Auteurs et année	Substance	Espèce	Symptômes	Dose létale/sublétale	Dose chronique/subchronique
1	Chahbar et al, 2011	Thiamethoxam	<i>Apis mellifera sahariensis</i>	Neurotoxiques: (une activité générale accrue, mouvements désordonnés, des tremblements, et des convulsions puis elles deviennent apathiques).	DI50 : -11,47ng/abeille pendant 24h. -10,86ng/abeille pendant 48 et 72 h	/
2	Boutefnouche, 2013	Thiamethoxam	<i>Apis mellifera intermissa</i>	L'activité spécifique de la GST est augmentée d'une manière significative.	Doses sublétales: 0,001g/abeille et 0,002g/abeille pendant 24h, 48h et 72 h.	/
3	Chahbar et al, 2014	Thiamethoxam	<i>Apis mellifera intermissa et Apis mellifera sahariensis</i> et	Neurotoxiques: -Mouvements désordonnés. -Tremblements -Convulsions -Un comportement apathique.	- DL50 par orale à 24h (12,3 ng/abeille pour <i>A. m. intermissa</i>) et (13,3 ng/abeille pour <i>A. m. sahariensis</i>). - DL50 par contact à 24h (26 ng/abeille pour <i>A. m. intermissa</i>) et (43,3 ng/abeille pour <i>A. m. sahariensis</i>).	/



4	Nabti et al, 2015	Deltaméthrine	<i>Apis mellifera intermissa</i>	-Orientation difficile. -Troubles behavioral.	-Oralement: CL50 (20.92 ppm à 24h), (18.39 ppm à 48h), (7.40 ppm à 72h) et (4.93ppm à 96h). -Topique: CL50 (10.40ppm à 24h), (7.38ppm à 48h), (4.99ppm à 72h) et (4.23ppm à 96h).	-Oralement: CL90 (199.03ppm à 24h), (1618ppm à 48h), (39.58ppm à 72h) et (18.32ppm à 96h). -Topique: CL90 (28.89ppm à 24h), (25.90ppm à 48h), (22.00ppm à 72h) et (10.44ppm à 96h).	/
5	Bouchema et al, 2016	Thiamethoxam et Spinosad	<i>Apis mellifera intermissa</i>	Augmentation significative de la GST au niveau de l'intestin et corps gras chez les abeilles traitées au Spinosad et Thiaméthoxame comparativement aux témoins pendant le temps.	- CL50 de Spinosad est 0,0048 µg/µl. - CL50 de Thiaméthoxame est 0,062 ng/µl.		
6	Bouacem et al, 2016	Diméthoate et Lambda Cyhalothrine	<i>Apis mellifera intermissa</i>	Neurotoxiques: - Activité générale accrue. -Mouvements désordonnés. -Tremblements et des convulsions et un comportement apathique.	- DL50 de Lambda Cyhalothrine est 0,045 µg/abeille pendant 24h. - DL40 de Diméthoate la: 4 µg/abeille en 48h.		/
7	Chahbar et al, 2018	Thiamethoxam	<i>Apis mellifera intermissa</i> et <i>Apis mellifera sahariensis</i>	-Pour l' <i>Apis mellifera intermissa</i> : Les valeurs des doses et leurs taux de mortalités représentés dans (Tableau 04). -Pour l' <i>Apis mellifera sahariensis</i> : Les valeurs des doses et leurs taux de mortalités représentés dans (Tableau 05).			
8	Abdesselam et al, 2018	Deltaméthrine	<i>Apis mellifera intermissa</i>	-Augmentation significative de la GST durant le temps. -Stress toxique avec un processus de détoxification.	DL50 : 20.92 ppm (Nabti. 2015), pendant 24h, 48h, 72h et 96h.		/
9	Mazi et al, 2020	Acétamipride Cyperméthrine	<i>Apis mellifera L</i>	Neurotoxiques: mouvements désordonnés et rapides, des tremblements et des convulsions.	- CL50 d'acétamipride après 24h (topique: 5,26 ng/µl) et (orale: 4,70 µg/µl). - CL50 de la cyperméthrine après 24h (topique:2,27 ng/µl) et (orale: 2,68 ng/µl).		/

3. Analyses comparative des différents résultats

La problématique qui se pose dans ce contexte est l'importance des abeilles dans l'activité agricole d'un part et l'utilisation des insecticides d'autre part. Donc il est important de savoir et de confirmer que ces substances sont/ ne sont pas nocives pour les abeilles.



Plusieurs travaux ont été réalisés sur les produits phytosanitaires qui perturbent l'activité et la santé des abeilles.

Concernant l'impact du Thiaméthoxame sur les abeilles il existe des études nombreuses. On a présenté 5 études leurs objet est de déterminer la dose létale 50 et d'évaluer les effets indésirables de cette substance.

Le Thiaméthoxame est très toxique pour les abeilles *A. m. sahariensis*. La DL50 par voie orale au bout de 24h d'exposition est de 11,47 ng/abeille enregistrée par **Chahbar et al (2011)**. **Chahbar et al (2014)** ont enregistré une valeur de DL50 pour la voie orale de 12,3 ng/abeille chez *A. m. intermissa* pendant 24h d'exposition, l'application topique au bout de 24h d'exposition donne une valeur de 26 ng/abeille pour *A. m. intermissa* et de 43,3 ng/abeille pour *A. m. sahariensis*. Ces résultats montrent que la dose létale 50 de Thiaméthoxame par voie orale est inférieur à celle topique, ce qui confirme que cette substance est plus toxique par voie orale que celle topique, et *A. m. intermissa* plus sensible que *A. m. sahariensis* par voie topique et le contraire par voie orale. l'application de la dose létale 80 et 20 de la Thiaméthoxame sur les deux espèces des abeilles étudiées par voie orale pendant une période subchronique (**Chahbar et al., 2018**) confirme que cette substance est très toxique et mortelle que se soit l'application unique ou répétée.

La plupart des symptômes observé au coures de ces 3 études sont similaires, se manifeste par des symptômes neurotoxiques (une activité générale accrue, mouvements désordonnés, des tremblements, et des convulsions puis elles deviennent apathiques ...etc).

Autre symptôme a été observé chez *A. m. intermissa* apparu sur le système de détoxification des abeilles, qui se manifeste par l'augmentation significative de l'activité enzymatique de la glutathion S-transférase (GST). Les GST jouent un rôle dans la défense antioxydant et diminuent les effets du stress oxydatif du à l'exposition aux insecticides (**Yunchuan et al, 2005**). Ces résultats sont cohérents avec ceux de **Boutefnouchet (2013)**, il a enregistré une augmentation de l'activité de la GST après un traitement orale par la Thiaméthoxame à une dose sublétales de 0,002g/abeille. de même que **Bouchema et al (2016)**, ont confirmé que le TMX et autre insecticide (Spinosad) ont des effets sur l'activité enzymatique des abeilles suite à l'exposition à des concentrations sublétales de 0,062 ng/μl de TMX et de 0,0048 μg/μl de Spinosad.



Abdesselam et al (2018) ont réalisé une étude sur l'effet de Deltaméthrine sur les abeilles par une exposition orale avec une dose létale DL50 de 20,92 ppm (0,02092 µg/µl) qui a été obtenue par **Nabti (2015)** pendant 24h, 48h, 72h et 96h, leurs résultats sont similaires à leurs **Boutefnouchet (2013)** et **Bouchema et al (2016)**.

Nabti et al (2015) ont déterminé les concentrations létales 50 et 90 pour 24h, 48h, 72h, et 96h de la Deltaméthrine par voie orale et topique chez *A. m. intermissa*, les résultats obtenus montre que les concentration létales de la voie orale plus élevées que celles de la voie topique ce qui indique que la Deltaméthrine est plus toxique par voie topique que celle orale, avec des autres symptômes représentés par une orientation difficile et troubles behavioral.

La valeur de la concentration létale 50 de la Deltaméthrine trouvée par Nabti et al en 2015 est inférieure à celles de Diméthoate et Lambda Cyhalothrine trouvées par **Bouacem et al (2016)**, qui sont respectivement de 0,045 µg/abeille chez *A. m. intermissa*, avec les symptômes de neurotoxicité (activité générale accrue, mouvements désordonnés, tremblements et des convulsions et un comportement apathique) qui sont similaire aux symptômes d'exposition au Thiaméthoxame.

Mazi et al (2020), ont déterminé la DL50 de l'Acétamipride (topique: 5,26 ng/µl et orale: 4,70 µg/µl) et la Cyperméthrine (topique: 2,27 ng/µl et orale: 2,68 ng/µl), les doses enregistrées sont plus inférieur de celle de Deltaméthrine déterminée par **Nabti et al (2015)** pendant 24h d'exposition, avec des symptômes similaire représentés des mouvements désordonnés et rapides, des tremblements et des convulsions. Ces résultats confirme que le la THX est moins toxique que l'Acétamipride et Cyperméthrine.

CONCLUSION
ET
PERSPECTIVES



Conclusion

L'abeille domestique est l'un des principaux pollinisateurs, voilà pourquoi qu'elle est facilement exposée non intentionnels aux pesticides utilisés par des agriculteurs, qui induisent aux différents effets néfastes sur laquelle. Par conséquent, il est devenu nécessaire d'étudier et de déterminer les risques posés par l'insecticide pour les abeilles.

Dans notre étude, nous sommes appuyés sur la collecte, la synthèse et la comparaison d'un ensemble d'études antérieures qui traitaient de ce problème.

Parmi les insecticides les plus étudiés la Thiaméthoxame, Spinosad, Diméthoate, Lambda Cyhalothrine, Acétamipride, Cyperméthrine et Deltaméthrine, en raison de leur utilisation en activité agricole, les résultats obtenus dans ces études montrent que les insecticides cités précédemment sont très toxiques pour l'abeille domestique, ils ont des effets indésirables. Nous avons constaté que l'exposition à des doses létales (élevées ou faibles) ou à des doses sublétales de ces insecticides soit par voie orale ou contact induit toujours à la mort d'abeille et à des effets sublétales se manifestent par des symptômes neurotoxiques, orientation difficile, troubles behavioral, et l'induction du système de détoxification qui est exprimée par l'augmentation de la l'activité enzymatique de la GST.

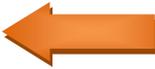
Ces résultats montrent que la Thiaméthoxame est plus toxique par voie orale que celle topique même pour la plus part des insecticides étudiés, et indiquent que la Thiaméthoxame est plus toxique que Spinosad suivi par ordre décroissante la Deltaméthrine, Diméthoate, Lambda Cyhalothrine, Cyperméthrine, et l'Acétamipride.

L'ensemble de ces résultats indiquent que les abeilles sont très sensibles aux insecticides, et l'exposition à ces molécules est l'un des facteurs de la disparition des colonies.

De ce fait, on tirées des perspectives semblable à des auteurs concernant l'importance de respecter d'une manière rigoureuse les doses préconisées des ces produits toxiques en agriculture qu'il doit être régis par des lois, aussi l'important d'étudier et d'évaluer des différents effets des ces insecticides sur d'autres systèmes d'abeilles (reproduction, respiratoire, glandulaires...etc), afin de protéger notre abeilles contre ces perturbateurs.



En d'autre part, ces études laissent une idée intéressante sur l'effet indésirable d'utilisation incontrôlé des insecticides sur la fabrication du miel soit quantitative ou qualitative. En finalement mener à la contamination du miel, qui devient nocif pour la santé humaine.



Glossaire

- ✓ **Abdomen** : Troisième et plus grande partie du corps de l'abeille, contenant le cœur, le jabot et le tube digestif. Chez l'ouvrière, il renferme aussi le dard et les glandes cirières ; chez le faux bourdon, les testicules ; chez la reine, les ovaires et la spermathèque.
- ✓ **Alvéole** : cellule hexagonale de cire d'abeille qui compose les rayons de la ruche. Les abeilles les utilisent pour le stockage de la nourriture (miel et pollen), et pour le renouvellement de la population (œufs).
- ✓ **Apprentissage**: est un processus très important lors du butinage. Lorsqu'une abeille se pose sur une fleur, elle doit mémoriser l'odeur, la couleur et la forme pour les associer à la nourriture, ceci lui permettra de la reconnaître durant les autres voyages.
- ✓ **Caste** : ensemble d'individus ayant un rôle clairement défini au sein d'une colonie. Chez les abeilles, elles sont au nombre de trois : la reine (individu femelle assurant la ponte des œufs), les ouvrières (s'occupent du bon fonctionnement de la ruche) et les faux-bourdons (mâles assurant la fécondation des reines).
- ✓ **Colonie** : Ensemble des abeilles vivant dans une ruche, comprenant la reine, les ouvrières et les faux bourdons, en été.
- ✓ **Couvain** : terme qui désigne l'ensemble des formes immatures de l'abeille au cours de son développement (œufs, larves et nymphes). Au cours du stade larvaire de l'ontogenèse, les ouvrières ferment l'alvéole avec une mince couche de cire, on parle alors de « couvain operculé ».
- ✓ **Dard** : Organe de défense situé à l'extrémité de l'abdomen, utilisé par les ouvrières pour repousser les prédateurs.
- ✓ **Essaimage** : processus de formation d'une nouvelle colonie d'abeilles par émigration d'une partie de la population d'ouvrières et de la reine (essaim).
- ✓ **Glande de Nasanov** : située dans la partie terminale de l'abdomen et qui permet aux abeilles de reconnaître les membres de leur propre famille et des intrus éventuels dans leur nid.
- ✓ **Glandes cirières** : Quatre paires de glandes situées sous les quatre derniers segments abdominaux visibles de l'ouvrière, qui sécrètent de petites écailles de cire.
- ✓ **Glandes hypopharyngiennes** : Situées dans la tête des ouvrières qui produisent la bouillie larvaire et la gelée royales destinée aux larves en développement. A mesure que l'ouvrière vieillit, la taille des glandes diminue, et elles produisent des enzymes, l'invertase et l'oxydase glucose, qui transforment le nectar en miel.



- ✓ **Glandes mandibulaires** : Situées dans la tête des ouvrières qui produisent la bouillie larvaire et la gelée royales qui sont administrées aux larves.
- ✓ **Hivernage** : en général de novembre à mars, consiste à placer les abeilles dans les conditions optimales pour leur permettre de surmonter sans difficulté les rigueurs hivernales et de pouvoir reprendre leurs activités au printemps, c'est une période sans couvain. Le nourrissage peut être effectué avec du miel, du sirop 1/1 (1 kg de sucre pour 1 kg d'eau) ou du candi.
- ✓ **Métamorphose** : Changement de forme d'un individu survenant après sa sortie de l'œuf et constituant l'une des étapes de son développement normal.
- ✓ **Nourrissage** : apport alimentaire effectué par l'apiculteur dans plusieurs cas : nourrissage de complément après la récolte de miel pour compenser la perte des réserves de la ruche, nourrissage d'urgence lors d'un hiver trop long ou d'un prélèvement trop important de miel lors de la récolte et nourrissage spéculatif, au printemps, pour stimuler la ponte de la reine et la reprise d'activité de la ruche.
- ✓ **Ontogenèse de l'abeille** : le développement d'une abeille adulte passe par trois étapes : le stade de l'œuf, le stade larvaire et le stade nymphal. En moyenne le développement d'un individu adulte se réalise en 16 jours pour une reine, 21 jours pour une ouvrière et 24 jours pour un faux-bourdon.
- ✓ **Phéromone** : substance produites par la reine des abeilles contribuent au bon fonctionnement de la colonie.
- ✓ **Rayon** : construit par les ouvrières sur chaque cadre, il est composé d'un enchaînement de cellules hexagonales de cire, appelées alvéoles.
- ✓ **Ruche** : habitat d'une colonie d'abeilles. Les ruches modernes, divisibles, sont composées d'un plancher, d'un corps de ruche (cadres garnis de couvain, miel ou pollen), d'une ou plusieurs hausses (cadres réservés au stockage du miel).
- ✓ **Trophallaxie** : est un échange direct de nourriture entre ouvrières, ou entre une ouvrière et la reine. L'abeille « receveuse » sollicite par contacts antennaires et en explorant les pièces buccales de l'abeille « donneuse ». Elle est une sorte de communication sociale non dansée. L'échange de nectar incite les butineuses inactives à reprendre leur activité de butinage, et par ce phénomène, elles peuvent évaluer elles mêmes la concentration en sucre du nectar

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES



Références Bibliographiques

- A -

- 1- **Abdelguerfi et al. (2003)**. Sensory and physic-chemical properties of commercial samples of honey. *Food Research International*, 63; 183-1991.
- 2- **Abdesselam, W. et Benbedra, K. (2018)**. *Toxicité aigue de la deltaméthrine et évaluation du système de détoxification chez Apis mellifera intermissa*. Mémoire de master Physiologie cellulaire et physiopathologie, Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana. Khemis Miliana. 88p.
- 3- **Abersi, D., Henna, K. et Rahem, A. (2016)**. *Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques de certains miels locaux et importés: Etude de cas*. Mémoire de master en sciences alimentation humaine et qualité des produits non publié, Université Mouloud Mammeri de Tizi-ouzou. 96p.
- 4- **Abrol, D.P. (1988)**. Effect of climatic factors on pollination activity of alfafa pollinating subtropical bees *Megachile nana* Bingh and *Megachile flavipes* Spinola (Hymenoptera: Megachilidae). *Acta Oecologica*, 9(4): 371-377.
- 5- **ACTA EDITIONS (2018)**. Index Acta Phytosanitaire 2019.
- 6- **ACTA Index Phytosanitaire ACTA. (2008)**. 44e édition Paris : ACTA, 2007.844p.
- 7- **ACTA. (2005)**. Association de Cordination Technique Agricole. 41èmed. pp 820.
- 8- **Adam, F. (2010)**. Ma méthode d'apiculture, édition Le courrier de livre 29, rue de condé, 75006 Paris.
- 9- **Adam, F. (1985)**. *Les croisements et l'apiculture de demain*. Paris : SNA, 127p.
- 10- **Agence française de sécurité sanitaire des aliments. (2008)**. Mortalités, effondrements et affaiblissements des colonies d'abeilles Novembre 2008, actualisé avril 2009.- 222p. En ligne : <http://www.afssa.fr/Documents/SANT-Ra-MortaliteAbeilles.pdf> . Consulté le 25/06/09.
- 11- **Ait soura, Gh. et Mecellem, E.H. (2017)**. *Étude comparative des paramètres physicochimiques et propriétés antioxydantes des produits de la ruche : gelée royale, miel, pollen, propolis et cire d'abeille*. Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de master académique. Université A. MIRA – Bejaia, 37p.
- 12- **Alexandra, R. (2011)**. Le miel, un compose complexe aux propriétés surprenantes. Thèse en pharmacie. : Université de limoges, France, 132p.
- 13- **Anonyme. (3 novembre 2016)**. La morphologie de l'abeille. Récupéré sur catoire fantasque: <http://www.catoire-fantasque.be> .



14- **ANSES. (2010)**. Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Co-exposition des professionnels de la lutte anti vectorielle au deet et aux insecticides. avis de l'anse et de l'AFSSAPS. Rapport d'expertise collective. Septembre 2010.

-B -

15- **Bakiri, E. (2018)**. Abeilles sauvages et abeilles domestiques : Impact sur la biodiversité et la productivité. Maitre-assistant classe « B ». Constantine. Université des Frères Mentouri Constantine 1. 16p.

16- **Balachowsky, A.S. (1962)**. Entomologie appliqué à l'agriculture. Coléoptères. T.I, Vol. I. Ed. Masson et Cie, Paris, 564p.

17- **Barour, C. (2012)**. *Analyse de la biodiversité des populations d'abeilles mellifères Apis mellifera intermissa (Buttel-Reepen, 1906) (Hymenoptera : Apidea) dans le nord Algérien : Morphométrie moderne basée sur la configuration des Points-Repères (Landmarks)*. Thèse de doctorat en biologie animale, Université Badj-Mokhtar Annaba. Faculté des sciences. Annaba, 292 p.

18- **Bass, C., Denholm, I., Williamson, M S. et Nauen R. (2015)**. The global status of insect resistance to neonicotinoid insecticides. *Pesticide Biochemistry and Physiology.*, 121. 78-87.

19- **Batch, D. (2011)**. *L'impact des pesticides sur la santé humaine*. Thèse de doctorat Pharmacie, Université Henri Poincaré, Nancy.

20- **Batra, S.W.T. (1994)**. Diversify with Pollen Bees. *American Bee Journal* 134(9): 591- 593. Free, J.B. 1993. *Insect Pollination of Crops*. Academic Press, NY. 684p.

21- **Benziane, A.D. (2014)**. *Effet d'un régime enrichi en chlorpyrifos chez le rat wistar: étude de l'activité enzymatique des cholinestérasés comme indicateur biologique*. Mémoire de master, Université Telemiane, 51p.

22- **Bertrand, F. (2003)**. *Les maladies de l'abeille domestique (Apis mellifera) et leurs conséquences sanitaires en France*. Thèse de doctorat Vétérinaire, Lyon, 190 p.

23- **Biri, M. (2002)**. *Le grand livre des abeilles : cours d'apiculture moderne*, Edition De Vecchi, Paris. 256p.

24- **Biri, M. (2010)**. *Tout savoir sur les abeilles et l'apiculture*. Edition De Vecchi, Paris, 13-101.



- 25- **Bloomquist, J.R.** Pesticides: Chemistries and characteristics Radcliffe National IPM text-book. En ligne: <http://ipmworld.umn.edu/chapters/bloomq.htm> Consulté le 31/03/09 .
- 26- **Boland, J., Koomen, I., Van Lidth de Jeude J. et Oudejans, J. (2004).** Les pesticides compositions, utilisation et risques. Série Agrodok No. 29, Ed Fondation Agromisa, Wageningen.
- 27- **Bouacem, Kh. et Sifouane, R. (2016).** *Détermination de la dose létale 50 (DL50) des deux insecticides: Diméthoate et Lambda Cyhalothrine chez l'abeille domestique Apis mellifera intermissa.* Mémoire Master Agronomiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Tizi-Ouzou, 55p.
- 28- **Bouanaka, I. et Sebihi, R. (2017).** *Élevage des reines de l'abeille domestique (Apis mellifera Linnaeus, 1758) dans la région de Constantine.* Mémoire de Master, Université des Frères Mentouri Constantine. Constantine, 52p.
- 29- **Bouchema, W F., Menail, A H. et Ayad–Loucif W. (17, 18, 19 Mai 2016).** Effets de deux insecticides (Spinosad et Thiaméthoxame) sur l'activité enzymatique de l'Abeille *Apis mellifera intermissa*. [Conférence]. 46ème Congrès du Groupe Français des Pesticides. Annaba, Algérie. http://www.gfpesticides.org/bdd_fichiers/154c993c91b8db087b368a183fe9431197eac089f5c.pdf
- 30- **Boumendjel, A. (2010).** *Suivi de la dégradation de la cyperméthrine et de la lambda cyhalothrine dans le sol et dans la laitue.* Mémoire magister génie de l'environnement, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Algérie.110p.
- 31- **Boutefnouchet, B. (2013).** *Evaluation des effets d'un insecticide(le thiaméthoxame) sur Apis mellifera intermissa (hymenoptera, Apidae): survie et activité spécifique de la glutathion Stransférase.* Mémoire de master, Université Annaba, Annaba. 21p
- 32- **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 Nation Unies pour l'alimentation et l'agriculture. Rome.* 176 p.
- 33- **Brignon, J. M. (2018).** Cyperméthrine [PDF document]. Retrieved from <https://substances.ineris.fr/fr/substance/getDocument/24602> .
- 34- **Bruneau, E. (2002).** Chapitre IX : Les produits de la ruche. In : Clément H. *Traite rustica de l'apiculture.* Editions Rustica, Paris,p 274-388.



-C-

- 35- **Celli et al. (2002)**. Honey bees as bioindicators of environmental pollution.in: proceedings of the 8th international symposium of the ICP-BR Bee protection group. hazards of pesticides Bees and keeping, science practice and world ressources, heineman, London. P: 614.ISBN 0-8014-2429-1to bees. Bologna, Italy. (Bulletin of insectologie, 2003, 56(1) ,137 139).
- 36- **Chadirac, S., Remus, X. et Mora, A. (2016)**. Les Abeilles dans l'environnement <http://abeilletpe.e-monsite.com/pages/les-abeilles-en-voie-de-disparition.html>
- 37- **Chahbar, N., Hamadi, K., Acheuk, F. et Doumandji, S. (2018)**. Toxicité subchronique du Thiaméthoxame insecticide utilisé en protection des végétaux sur deux espèces locales d'Apis mellifera L. Agriculture Journal. 15p.
https://www.researchgate.net/profile/Chahbar_Nora3/publication/326697769_Agriculture_Journal/links/5b600037458515c4b2544810/Agriculture-Journal.pdf?origin=publication_detail .
- 38- **Chahbar, N., Belzunces, L.P. et Doumandji, S. (2011)**. Evaluation de la toxicité réitérée de thiaméthoxame sur l'abeille domestique locale Apis mellifera sahariensis et Apis mellifera intermissa. Sém. Internati. Protec. vég., Dép. Zool. agri. for, 18-21 Avril 2011, p. 96.
- 39- **Chahbar, N., Chahbar, M. et Doumandji, S. (2014)**. Evaluation of acute toxicity of thiamethoxam in algerian honeybee apis mellifera intermissa and apis mellifera sahariensis. Intern. J. Zool. Res. (IJZR). Vol. 4, Issue 3, Jun 2014, 29-40.
- 40- **Charlotte, D. (2018)**. *La disparition des abeilles : quelles conséquences pour nous ?* Thèse de doctorat Pharmacie, Université de Picardie Jules Verne. UFR de pharmacie d'Amiens., 114 p.
- 41- **Charriere, J.D., Hurst, J., Imdorf, A. et Fluri, P. (2006)**. Intoxications d'abeilles. ALP forum, 44, 1-32.
- 42- **Chiron, J. et Hattenberger, A.M. (2008)**. Mortalités, effondrements et affaiblissements des colonies d'abeilles, s.l.: s.n.
- 43- **Clavet, R., Barriuso, E., Bedos, C., Benoit, P., Charnay, M.P. et Coquet, Y. (2005)**. Les pesticides dans le sol consequences agronomiques et environnementales. France Agricole, Paris. 625 p.
- 44- **Clément, H. (2002)**. Guide des miels. Paris : Rustica.



- 45- **Clément, H., Le Conte, Y., Barbançon, J.M., et al. (2002).** Le traité rustica de l'apiculture. 2e édition, Rustica éditions, 525p.
- 46- **Clement, H., Conte, Y., Barbançon, J.M., Vaissiere, B., Bonnaffe, P., Reeb, C. et al. (2006).** La traite Rustica de l'apiculture. Rustica éditions.
- 47- **Clément, H. (2009).** L'abeille sentinelle de l'environnement. Paris: Editions Alternatives. pp: 144.
- 48- **Clément, H., Le Conte, Y., Barbançon, J.M. et Vaissière, B.E. (2011).** Le traité Rustica de l'apiculture. Rustica éditions.
- 49- **Code Rural. (2009).** Article D223-21. En ligne : <http://www.legifrance.gouv.fr/> , Consulté le 06/08/2009.
- 50- **Codex Alimentaire. (2001).** Draft revised standard for honey, Alinorm 01/25:19-26

-D -

- 51- **Dainat, B., Imdorf, A., Charriere, J.D. et Neumann, P. (2008).** Virus des abeilles: revue des connaissances actuelles LSA, 226, 277-289.
- 52- **Decourtye, A., Bernard, J.L., Le Compte, P. et Vaissiere B. (2006).** Pour une gestion de l'aménagement rural alliée des abeilles In : Abeilles et Agriculture, Académie d'Agriculture de France, séance du 14/06/2006. En ligne http://www.academie-agriculture.fr/detail-seance_143.html . Consulté le 29/03/2009.
- 53- **Decourtye, A., Le Compte, P., Pierre, J., et al., (2007).** Introduction de jachères florales en zones de grandes cultures : comment mieux concilier agriculture, biodiversité et apiculture ? Courrier de l'environnement de l'INRA, 2007, 54, 33-56
- 54- **Desmoulière, A. (2013).** Le miel, de remarquables propriétés cicatrisantes. Actualités pharmaceutiques. N° 531 : p17
- 55- **Desrochers, A. et Schmidt, A.V. (2013).** Miel - L'art des abeilles, l'or de la ruche. Les Editions de l'Homme.
- 56- **Dessart, P. (1975).** L'abeille Inst. R. Nat. Belgique. 120p.

-E-

- 57- **El Mrabet, K. (2006).** Chimie des pesticides. Technique et documentation lavoisier. Paris. 344 p.

-F-

- 58- **Fernandez, N. et Coineau, Y. (2007).** Maladies, parasites et autres ennemis de l'abeille *mellifera* Biarritz : Atlantica.- 498p.



59- **Freedman, B. (1995)**. Environmental Ecology: The Ecological Effects of Pollution, Disturbance, and Other Stresses. Ed. Academic Press, America. 606p.

-G-

60- **Gauthier, M., El Hassani, A.K., Aliouane, Y., et al. (2009)**. Effets du Fipronil à des doses sublétales sur le comportement de l'abeille In : Jean-Marie BARBANÇON et Monique L'HOSTIS/ ed., Journée Scientifique Apicole, Saint Avold, p.40-49.

61- **Gerster, F. (2012)**. Plan de développement durable de l'apiculture. CGAAER N° 11 174 – 01. 31p.

62- **Gould, J.L. Et Gould, C.G. (1988)**. The honey bee. Scientific American Library, New-York.

-H-

63- **Haubruge, É., Nguyen, B.K., Widart, J., Thomé, J.P., Fickers, P. et Depauw, E. (2006)**. Le dépérissement de l'abeille domestique, *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera : Apidae) : faits et causes probables. *Notes fauniques de Gembloux*, vol. 59, no 1, p. 3-21.

64- **Herbert, G.T., Chetan, R., Jie, F., Jorge, L.P. et Chaouki, T.A. (2012)**. Finite abstractions for hybrid systems with stable continuous dynamics. *Discrete Event Dynamic Systems.*, **22** [1]. 83-99.

-I-

65- **Ivert, M. (2016)**. *Toxicité des néonicotinoïdes chez l'abeille domestique*. Thèse de doctorat Vétérinaire, Université Claude-Bernard - Lyon I (Médecine - Pharmacie).

-J-

66- **Jansegers, E. (2007)**. Les produits de la ruche .Fiche pédagogique.

67- **Jay, S.C. (1964)**. The Cocoon of the Honey Bee, *Apis mellifera* L. *The Canadian Entomologist*. 96, 784–792.

68- **Jeschke, P. et Nauen, R. (2008)**. Neonicotinoids from zero to hero in insecticide chemistry. *Pest Management Science*, **64**(11), 1084–1098. <https://doi.org/10.1002/ps.1631> .

69- **Jeschke, P., Nauen, R., Schindler, M., et Elbert, A. (2011)**. Overview of the Status and Global Strategy for Neonicotinoids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **59**(7), 2897–2908. <https://doi.org/10.1021/jf101303g>



-K-

70- **Khenfer, A. et Fettal, M. (2001)**. Le miel. Ministère de l'agriculture. Direction de la formation de la recherche et de la vulgarisation. 23p.

-L-

71- **Le Conte, Y. (2004)**. Mieux connaître l'abeille. La vie sociale de la colonie. In : Bruneau E., Barbançon J.-M., Bonnaffé P., Clément H., Domerego R., Fert G., Le Conte Y., Ratia G., Reeb C., Vaissière B. Le traité Rustica de l'apiculture. Rustica éditions, Paris, 12-83.

72- **Le Conte, Y., Decourtye, A., Thiéry, D. et al. (2014)**. *Les chercheurs volent au secours des abeilles*. Service de presse INRA.

73- **Leven, L.V., Boot, W.J., Mutsaers, M., Segeren, P. et Velthuis, H. (2005)**. L'apiculture dans les zones apicoles. SCHMIDT A.V., 2013- Miel. 185p

74- **Lopez, B.C., Gomez, A.S., Rey, G.M., Cancho, GB. et Simal, GJ. (2005)**. Détermination of carbonates and organophosphorus pesticides by SDME-GC in natural water, analytical and bioanalytical chemistry. Vol 383. (4): 557-561.

-M-

75- **Mackowiak, C. (2009)**. *Le Déclin de L'abeille Domestique Apis Mellifera En France*. Thèse Doctorat Pharmacie, Université Henri Poincaré, Nancy. 171p.

76- **Maienfish, P., Huerlimann, H., Rindlisbacher, A., Gsell, L., Dettwiler, H., Haettenschwiler, J. et Walti, M. (2001)**. The discovery of thiamethoxam: a second-generation neonicotinoid. *Pest Management Science: Formerly Pesticide Science*, 57(2), 165–176.

77- **Mallick, A. (2013)**. Action sanitaire en production apicole : gestion de la varroose face à l'apparition de résistance aux traitements chez *Varroa destructor*.

78- **Mandal, M.D. et Mandal, S.H. (2011)**. Honey: its medicinal propriety and antibacterial activity, *Asian pacific journal of tropical biomedicine*. 154-160.

79- **Martin, C., Salvy, M., Provost, E., Bagnères, A.G., Roux, M., Crauser, D., Clément, J.L. et Le Conte, Y. (2001)**. Variations in chemical mimicry by the ectoparasitic mite *Varroa jacobsoni* according to the developmental stage of the host honey-bee *Apis mellifera*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 31, 15.

80- **Mazi, S., Vroumsia, T., Yahangar, M.-N., Malla, M. et Zroumba, D. (2020)**. Détermination of Acute Lethal Doses of Acetamiprid and Cypermethrin for the Native



Bee *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) in Cameroon. *Open Journal of Ecology*, 10, 404-417. <https://doi.org/10.4236/oje.2020.107026> .

81- **Mcgregor, S.E. (1976)**. *Insect pollination of cultivated crop plants*. Agriculture Handbook, Serv. Rech. Agri., U.S. Gov. Printing Off., Washington, (496): 411.

82- **Michener, C.D. (2007)**. *The Bees of the World*. Second edition. Baltimore, 913p.

83- **Michener, C.D. (1974)**. *The Social Behavior of the Bees*. Cambridge: Harvard University Press. 404p.

-N-

84- **Nabti, D. (2015)**. *Impact des Produits Phytosanitaires Utilisés dans les Vergers sur les Abeilles Algérienne et le Miel*, thèse de doctorat en biologie animale environnementale université badji mokhtar-Annaba 71p.

85- **Nabti, D., Achou, M. et Soltani, N. (2015)**. DECIS 25 EC toxicity to Algerian honeybees. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 3(6): 285-288. https://www.researchgate.net/publication/287332019_Decis_25_EC_toxicity_to_Algerian_honeybees .

86- **Naturama et Grand Lyon. (2012)**. Etudes des pratiques agricoles à risque pour les populations d'abeilles dans le grand Lyon et détermination des marges de manœuvre des agriculteurs à la mise en place de pratiques alternatives.

87- **Nauen, R. et Bretschneider, T. (2002)**. New modes of action of insecticides. *Pesticide Outlook*, 13(6), 241-245. <https://doi.org/10.1039/b211171n>.

-P-

88- **Park, I.K., Lee, S.G., Choi, D.H. et Ahn, Y.J. (2002)**. Insecticidal properties of constituents identified in the essential oil from leaves of *Chamaecyparis obtusa* against *Callosobruchus chinensis* (L.) and *Sitophilus oryzae* (L.). *Journal of Stored Products Research*, 39 (4) : 375-384.

89- **Pham-Dalegus Min-Ha. (1998)**. *Abeilles*. Paris : Ed de la Martiniere, 47p.

-R-

90- **Ravazzi, G. (2007)**. *Abeille et Apiculture*, Edition De Vecchi S. A, Paris.

91- **Regnault-Roger, C. (2002)**. De nouveaux phyto-insecticides pour le troisième millénaire. In Regnault-Roger C., Philogène B. J. R., Vincent C. *Biopesticides d'origine végétale*. Lavoisier, Tec & Doc, Paris, pp. 19-39.



- 92- **Regnault-Roger, C. et Philogene, B. (2005)**. Evolution des insecticides organiques de synthèse In : Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement/ ed. par Catherine REGNAULT-ROGER Paris : Ed Tec & Doc, p.19-43
- 93- **Rey, R. (2012)**. *La disparition des abeilles (Colony Collapsus Disorder). Etat des lieux, analyse des causes et des conséquences*. Thèse de doctorat en pharmacie, Université Victor Segalen. Bordeaux 2, 115p.
- 94- **Ruttner, F. (1988)**. Biogeography and taxonomy of the honeybee. Springer Verlag Eds, Berlin Heidelberg : 284 p.
- 95- **Ruttner, F., Enbergs, H. et Kriesten K. (1971)**. Die fêmstmkstur der Spermatheka bienenkonigiun (*Apis mellifera L.*). Apidologie 2, 67-97.

-S-

- 96- **Sayeed, I., Parvez, S., Pandey, S., Bin-Hafeez, B., Haque, R. et Raisuddin S. (2003)**. Oxidative stress biomarkers of exposure to deltamethrin in freshwater fish, Channa.
- 97- **Schmidt, A.V. (2013)**. Miel.185p.
- 98- **Scotti, G. (1978)**. Les insectes et les acariens des céréales stockées. ITCF/AFNOR. Paris. 238p.
- 99- **Siegwart, M. (2017)**. Mode d'action des insecticides.[PDF document]. Retrieved from:
<https://colloque.inrae.fr/resistancespesticides/content/download/3886/40232/version/1/file/11-MOA+insecticides-MSp.pdf>
- 100- **Snodgrass, RE. (1956)**. Anatomy of the honeybee. Cornell. University Press. New-York.
- 101- **Straub, P. (2007)**. L'abeille sentinelle écologique. www.acces.ens-lyon.fr

-T-

- 102- **Tasei Jean-Noël. (1996)**. courrier de l'environnement de l'INRA n° 29, impact des pesticides sur les abeilles et les autres pollinisateurs.
- 103- **Tautz, J. (2009)**. L'étonnante abeille. Edition Deboeck, Bruxelles, Belgique, 277p.
- 104- **Thany, S.F., Rynier, P. et Lenaers, G. (2013)**. Neurotoxicité des pesticides : Quel impact sur les maladies neurodégénératives. Med. Sci., **29** (3), 273-278.
- 105- **Toullec, A. (2008)**. *Abeille noire, Apis mellifera mellifera, historique et sauvegarde*. Thèse doctorat Vétérinaire. Alfort. École nationale veterinaire d'alfort. 168p.



- 106- **TOURNERET, E. (Page consultée le 06 mars 2013).** Stock photos [en ligne].
Adresse URL : <http://www.thehoneygatherers.com/html/phototheque1.html>

-U-

- 107- **UNAF, s.d. (2012).** *La vie de la ruche.* En ligne :
<http://www.abeillesentinelles.net/la-vie-de-la-ruche-abeille.html>. [Accès le 17 Février 2012].

-V-

- 108- **Vaissiere. (2006).** Pollinisation, apiculture et environnement. Traite Rustica de l'apiculture. Fédération des Apiculteurs du Québec. Service de zootechnie. Volume 15 numéros 2.122p.
- 109- **Von Frisch, K. (2011).** Vie et mœurs des abeilles. Editions Albin Michel, Paris, 21-66.
- 110- **Von Frisch, K. (1967a).** The dance language and orientation of bees. The Belknap Press.

-W-

- 111- **Wendling, P. (2012).** *Varroa destructor (ANDERSON et TRUEMAN, 2000), un acarien ectoparasite de l'abeille domestique Apis mellifera LINNAEUS, 1758.* Revue bibliographique et contribution à l'étude de sa reproduction. Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine, Créteil, 190 p.
- 112- **Wilson, EO. (1971).** The insect societies. Havard Univ. Press. Cambridge.
- 113- **Winston, M.L. (1991).** Role of Queen Mandibular pherormone and colony congestion in honey bee (*Apis mellifera* L.) Reproductive swarming (Hymenoptera Apidae).
- 114- **Winston, ML. (1987).** The biology of the honey bee. Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass.
- 115- **Winston, ML. (1993).** La biologie de l'abeille. Editions Frison-Roche, Paris 276 p.

-Y-

- 116- **Yunchuan, D., Hawkes, N., Meredith, J., Eggleston, P., Hemingway, J. et Ranson H. (2005).** Characterization of the promoters of Epsilon glutathione transferases in the mosquito *Anopheles gambiae* and their response to oxidative stress. *Biochem J*; 387(3):879–888.



-Z-

- 117- **Zoumenou, B., Aïna, M.P., Agbohessi, P., Imorou Toko, I. et Scippo, M.L. (2015).** Effets toxicologiques et méthodes d'analyse de la lambda-cyhalothrine et de l'acétamipride utilisés dans la protection phytosanitaire du cotonnier au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 9(4): 2184 2199. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i4.38> .

ANNEXES



1. Chahbar et al, 2011

ISSN 2170-1318

CHAHBAR N., BELZUNCES L. P. et DOUMANDJI S.

EFFET D'UN INSECTICIDE UTILISÉ EN PROTECTION DES VÉGÉTAUX: THIAMETHOXAM SUR L'ABEILLE SAHARIENNE *Apis mellifera sahariensis*

CHAHBAR N.^{1*}, BELZUNCES L. P.² et DOUMANDJI S.³

¹Département de Biologie, Faculté des sciences,
Université M'Hamed Bougara Boumerdes, Algérie

²Laboratoire Toxicologie Environnemental UMR 406, Ecologie des Invertébrés
INRA, Avignon, France

³Département de Zoologie Agricole et forestière, Institut National Agronomique
El-Harrach 16200 Alger, Algérie
chahbar_nora@yahoo.fr

Résumé- L'utilisation des produits phytopharmaceutiques dans la lutte contre les ravageurs des cultures est une nécessité. Mais ce moyen de lutte n'est pas sans risque et peut entraîner des effets non intentionnels qui se manifestent, par une toxicité chez les organismes non cibles comme les insectes utiles. Parmi ces derniers, les abeilles domestiques jouent un rôle triple, agronomique, économique et écologique. La préparation commerciale Actara 25 WG qui contient le Thiaméthoxam, est reconnue comme étant toxique pour les abeilles. Elle est interdite d'usage pendant la période de la floraison. Ce produit est systémique, il se trouve donc présent en faibles concentrations dans le végétal traité pendant tout son cycle de développement. Quels sont les effets induits chez l'abeille par la contamination par de faibles doses de Thiaméthoxam qui pourraient être contenues dans le pollen et le nectar au moment de la floraison, telle est la question posée? Pour essayer d'apporter une réponse à cette problématique, il a été déterminé dans une première étape la sensibilité de l'abeille saharienne *Apis mellifera sahariensis* en testant la toxicité aigue orale du thiaméthoxam sur des abeilles ouvrières au niveau du laboratoire qui constitue la base du schéma d'évaluation des risques toxicologiques. L'étude repose sur la détermination des DL_{50} par voie orale. Les abeilles d'âge indéterminé ont été nourries avec une solution de saccharose à des doses croissantes de l'insecticide utilisé (1, 10, 20, 50, 70, 90 ng de substance active par abeille). Pendant toute la durée de l'étude les abeilles témoins et traitées sont placées à l'obscurité, à une température de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ et une humidité relative de 60%. Le résultat a montré que la DL_{50} obtenue varié entre 10,86 et 11,47ng par abeille.

Mots clés: Insecticide, thiaméthoxam, abeille saharienne, DL_{50} , toxicité aigue.

EFFECT OF INSECTICIDE USE IN PLANT PROTECTION: THIAMETHOXAM ON THE BEE SAHARAN *Apis mellifera sahariensis*

Abstract- The use of plant products in the fight against agricultural pests has become a necessity. But this mean of control is not risk free and may result in unintended consequences such as toxicity in non-target organisms. Of these, honeybees play a triple role, agronomic, economic and ecological. Actara 25 WG, a commercial preparation containing Thiamethoxam, is recognized as toxic to bees and is prohibited from use during the period of flowering. However, this commercial product is systemic, it is therefore present in low concentrations in the treated plant throughout its development cycle. The effects induced in the bee by the contamination by low doses of Thiamethoxam that may be contained in the pollen and nectar at flowering time are the subject of this study. To resolve this problem, first the sensitivity of the Saharan honeybee *Apis mellifera sahariensis* was evaluated. This was based on testing the acute oral toxicity of thiamethoxam on worker bees in the laboratory, which is the basis of toxicological risk assessment. The study is based on determining the oral LD_{50} . Bees of unknown age were fed a sucrose solution supplemented with doses of the insecticide used (1, 10, 20, 50, 70, 90 ng of active substance per bee). For the duration of the study the control and treated bees were placed in the dark at a temperature of $25 \pm 2^\circ\text{C}$ and 60% relative humidity. The result showed that the LD_{50} obtained varied between 10.86 and 11.47 ng per bee.

Keywords: Insecticide, thiamethoxam, bee saharan LD_{50} , acute toxicity.



2. Boutefnouché, 2013

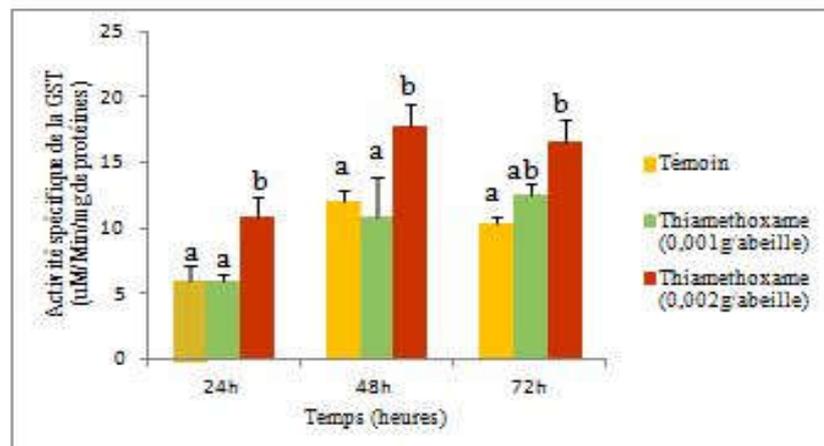


Figure 6. Activité spécifique de la GST ($\mu\text{M}/\text{min}/\text{mg}$ de protéines) chez *A. mellifera intermissa* après traitement au thiaméthoxame: comparaison de moyennes pour un même âge entre les différents groupes ($m \pm \text{SE}$; $n = 5-6$).

III- DISCUSSION

La dégradation des pesticides fait appel à un système de détoxification qui est un élément majeur dans le devenir des toxiques dans l'organisme. Il constitue un élément essentiel pour la survie de l'individu. Les glutathion S-transférases (GSTs) représentent une famille de multigènes de protéines multifonctionnelles, largement distribuée dans le règne animal (Mannervik *et al.*, 1985). Les GSTs appartiennent au système de détoxification de la phase II, enzymes cytosoliques qui catalysent la conjugaison du glutathion réduit (GSH) à une variété de composés électrophiles endogènes ou exogènes (Habig *et al.*, 1974; Jakoby, 1978; Mannervicik *et al.*, 1985; Townsend *et al.*, 2003).

Le traitement des abeilles avec le thiaméthoxame a entraîné une augmentation de l'activité spécifique de la GST chez les ouvrières d'*A. mellifera intermissa* traitées comparativement aux groupes témoins. Cette augmentation est observée dans les colonies traitées avec le thiaméthoxame à la dose de 0,002 g/abeille. L'induction de la GST est expliquée par le stress toxique auquel sont exposées les abeilles en contact du thiaméthoxame. En effet, l'induction de l'activité de la GST par diverses substances (qualité des produits alimentaires et administration de certains insecticides) a été rapportée par plusieurs auteurs



3. Chahbar et al, 2014

International Journal of Zoology
and Research (IJZR)
ISSN(P): 2278-8816; ISSN(E): 2278-8824
Vol. 4, Issue 3, Jun 2014, 29-40
© TJPRC Pvt. Ltd.



EVALUATION OF ACUTE TOXICITY OF THIAMETHOXAM IN ALGERIAN HONEYBEE *APIS MELLIFERA INTERMISSA* AND *APIS MELLIFERA SAHARIENSIS*

NORA CHAHBAR¹, MOHAMED CHAHBAR² & SALAHEDDINE DOUMANDJI³

¹Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université M'Hamed Bougara, Boumerdes, Algérie

^{2,3}Département de Zoologie Agricole et Forestière, Ecole Nationale Supérieure Agronomique
El-Harrach, Alger, Algérie

ABSTRACT

Thiamethoxam [3-(2-chlorine-1, 3-thiazole-5-ylmethyl)-5-methyl-1,3,5-oxadiazinan-4-ylidene(nitro) amine], a systemic insecticide of the group of neonicotinoids with a large spectrum of action at low concentrations. It is used in the control of sucking insects and some chewing species, because of its excellent absorption and translocation in plants. The acute toxicity of contact and oral applications on two *Apis mellifera* subspecies, *Apis mellifera intermissa* and *Apis mellifera sahariensis* was investigated. In all toxicological studies, each dose included three cages of 20 individuals and each study was replicated three times. The dose–mortality relation revealed directly proportional relationship between the administered dose of thiamethoxam and mortality observed. The mortality is reached maximum at 24 hours after treatment with doses above 50 ng / bee after oral application. Response kinetics showed classic kinetics. The higher the dose of thiamethoxam and faster is high mortality appears. After oral intoxication, the LD50 values of thiamethoxam at 24h were about 12,3 ng/bee for *A. m. intermissa* and 13.3 ng/bee for *A. m. sahariensis*. After contact application, the LD50 values at 24 h were approximately 26 ng/bee for *A. m. intermissa* and 43.3 ng/bee for *A. m. sahariensis*.

KEYWORDS: Thiamethoxam, *Apis mellifera intermissa*, *Apis mellifera sahariensis*, Honeybees, Lethal Dose, Acute Toxicity

INTRODUCTION

The place of bees in the environment has many aspects; agronomic, economic, ecological and scientific. It plays an important economic role as a carrier of beekeeping (honey, royal jelly, pollen, propolis and wax) and agriculture by providing a quantitative and qualitative increase crop (Vaissiere 2002; Haubruge *et al.*, 2006; Breeze *et al.*, 2011). With its complex social behavior, the honeybee is one of the best scientific models to study the learning functions, memory and orientation, particularly in the activity of chiseling. In addition, an ecological point of view, this is a useful insect bio- indicator of high environmental sensitivity because it is in contact with pollutants from various sources (Kevan, 1999). Bees can get in contact with pesticides when foraging in treated crops. Of weakening phenomena apiaries with a decrease in activity without the observation of pathogens (Faucon & Colin, 1983). In Algeria, for ten years, beekeepers observed serious disturbances in their colonies and highlight the responsibility of some insecticides used in crop protection. Indeed, many beekeepers indicate a weakening or even a total depopulation of the hive.

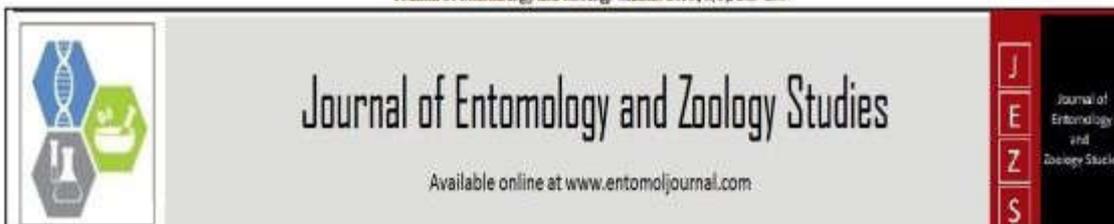
This may be due to alterations in the nervous system of bees, especially since 90% of the insecticides used in agricultural and forest areas have neurotoxic properties. Thiamethoxam is the first representative of the second generation neonicotinoid and belongs to the subclass of thianicotinyls (Maienfish *et al.*, 1999). It has exceptional systemic features

www.tjprc.org

editor@tjprc.org

4. Nabti *et al*, 2015

Journal of Entomology and Zoology Studies 2015; 3(6): 285-288



E-ISSN: 2320-7078
 P-ISSN: 2319-6800
 JEZS 2015; 3(6): 285-288
 © 2015 JEZS
 Received: 16-10-2015
 Accepted: 17-11-2015

D Nabti

Department of Biology, Faculty of Sciences, Laboratory of Applied Animal Biology, Badji Mokhtar University, Annaba, Algeria.

M Achou

Department of Biology, Faculty of Sciences, Laboratory of Applied Animal Biology, Badji Mokhtar University, Annaba, Algeria.

N Soltani

Department of Biology, Faculty of Sciences, Laboratory of Applied Animal Biology, Badji Mokhtar University, Annaba, Algeria.

Correspondence**D Nabti**

Department of Biology, Faculty of Sciences, Laboratory of Applied Animal Biology, Badji Mokhtar University, Annaba, Algeria.

Journal of Entomology and Zoology Studies

Available online at www.entomoljournal.com

J
E
Z
S
Journal of
Entomology
and
Zoology Studies

DECIS 25 EC toxicity to Algerian honeybees

D Nabti, M Achou, N Soltani

Abstract

Colonies of honeybees are susceptible to a number of pesticides whose damage has negative economic impacts on the beekeeping industry and agriculture. This paper aims at revealing "DECIS 25EC" phytosanitary product toxicity. Experiments were carried out in an apiary of honeybees derived from *Apis mellifera intermissa* during May-December 2013. The insecticide acute toxicity was evaluated by topical and oral application to calculate lethal concentration. Results showed a considerable toxic effect on topical application comparing to the oral one. The LC50 and LC90 estimated at 24 hours by topical exposure on bees thorax were of 10.40ppm and 28.89ppm. At 96 hours, they were respectively 4.23ppm and 10.44ppm. Corrected mortality was considerable after (24 hours) oral exposure of the same treatment by the following concentrations of (4ppm; 10ppm; 25ppm; 50ppm; 100ppm; 200ppm), it varies between 10% and 93.33% with the concentrations of 4ppm and 200ppm respectively. A significant difference ($p \leq 0.001$) was noticed.

Keywords: *Apis mellifera intermissa*; Toxicity; DECIS EC25; bees; LC50; LC90.

1. Introduction

Bees are essential pollinators of many plants in natural ecosystems and agricultural crops alike. However, in recent years, the decline and disappearance of bee species in the wild and the collapse of honeybee colonies have concerned ecologists and apiculturists in Algeria, who search for causes and solutions to this problem [1]. In the U.S.A, for the last five years, winter losses of managed honeybee colonies have been around 30% each year [2]. In addition, owing to the complex environment in which bees operate and the increasing of body scientific literature showing the potential multifactorial origin of bee losses and colony weakening, the need for transition towards an integrated environmental risk assessment for bees became apparent [3]. Pesticides are accumulating in hives, and bees are also being killed while foraging in fields [4] and finally lead to the contamination of honey, which becomes harmful for human health [5,6]. Therefore, in recent years pesticide residues have been shown in the bread of bee and the trapped pollen of domestic bees (*Apis mellifera*) [7,8]. Some pesticides, including Deltamethrin were shown by several works [9-11]. Most risk assessments have focused on direct acute exposure of bees to agrochemicals. This work was devoted to calculate lethal concentration LC50 et LC90 of chemical product DECIS EC25 widely used by our farmers that may pose a threat to the life of bees in their natural environment.

2. Materials and methods**2.1 Biological Material**

This assessment is restricted to Algerian bees *Apis mellifera intermissa* [12], widespread species on a surface of distribution which extends along North Africa: Morocco, Tunisia and Algeria [13].

2.2 Used treatment

Decis EC25 of the Bayer firm is a synthetic pyrethroid insecticide, Deltamethrin is the active matter of this product. It is employed against many parasites in the cultures of full field. Decis EC25 acts by both contact and ingestion giving a fast knock down and residual and repellent anti-feeding effect. Each quantity of this treatment was prepared in 125ml of water, used different concentrations: 4; 10; 7; 25; 50; 100 and 200ppm respectively.

2.3 Topical application

The worker bees' sampling was done by hand, using a plastic tube, on living organisms at hive entrance [14]. According to [15] OECDb current policy, as for chemical products testing, *Apis*

5. Bouchema et al, 2016



GPF 2016
46^{ème} Congrès du Groupe Français des Pesticides
Bordeaux le 17,18,19 Mai 2016

Effets de deux insecticides (Spinosad et Thiaméthoxame) sur l'activité enzymatique de l'Abeille *Apis mellifera intermissa*



*BOUCHEMA Wided Fella¹, MENAIL Ahmed Hichem¹ & AYAD –LOUCIF Wahida^{1,2}
¹Laboratoire de Biologie Animale Appliquée, Département de Biologie, Faculté des Sciences Université Badji Mokhtar, 23000-Annaba, Algérie
²Faculté de Médecine, Université Badji-Mokhtar, 23000-Annaba, Algérie
 *wided.84@hotmail.fr



Introduction

Les abeilles sont importantes, non seulement, sur le plan agronomique, mais aussi sur le plan économique et écologique. Leur survie est menacée par divers facteurs et il est particulièrement important de les protéger et de les préserver. L'emploi des pesticides est une des principales causes d'affaiblissement et de disparition des populations d'abeilles. En effet, leur utilisation, en agriculture, est un facteur perturbant parfois très gravement les insectes pollinisateurs et la toxicité par les insecticides est considérée comme l'une des principales causes du déclin des populations d'abeilles à travers le monde. Cette étude a pour but l'évaluation des effets de deux insecticides (Spinosad et Thiaméthoxame) sur l'activité enzymatique des abeilles suite à leur exposition à des concentrations sublétales préalablement déterminées par la mesure de l'activité spécifique d'un biomarqueur enzymatique (la glutathion-S-transférase).

Matériel et méthodes

1. Elevage

Les abeilles *Apis mellifera intermissa* (Hyménoptera, Apidae) sont élevées dans des ruches modernes de type Langstroth. Un cadre à couvain operculé a été placé dans une étuve. Les abeilles émergentes ont été, par la suite, récupérées puis placées dans des cages expérimentales par lot de 30 et mises dans une étuve à 30°C et 70% d'humidité relative. Les cages ont été divisées en 3 séries: une série témoin, une série traitée au Thiaméthoxame et une autre au Spinosad.

Résultats

1. Effet du Spinosad et du Thiaméthoxame sur l'activité spécifique de la glutathion S-transférase (GST) au niveau de l'intestin.

Les résultats montrent après 24h une augmentation significative de la GST au niveau de l'intestin uniquement chez les abeilles traitées avec le Spinosad. Après 48h et 72h, augmentation de la GST chez les abeilles traitées au Spinosad et au Thiaméthoxame comparativement aux témoins ($p < 0,05$).

Figure 3: Activité spécifique de la GST ($\mu\text{M/min/mg}$ de protéines) chez *A.m. intermissa* au niveau de l'intestin après traitement au Spinosad et au Thiaméthoxame ; comparaison de moyennes pour un même âge entre les trois groupes ($n \pm \text{SE}$; $n = 18$).

2. Insecticides

Spinosad

C'est un insecticide à spectre relativement large homologué pour plusieurs cultures. C'est un produit fermenté dérivé du mélange de deux toxines (spinosyne A et D) secrétées par une bactérie vivant dans le sol: *Saccharopolyspora spinosa*. Il agit comme une neurotoxine provoquant, en peu de temps chez l'insecte, une excitation du système nerveux menant à sa paralysie voire sa mort dans un délai de un à trois jours.

2. Effet du Spinosad et du Thiaméthoxame sur l'activité spécifique de la glutathion S-transférase (GST) au niveau du corps gras

Les résultats montrent une augmentation de la GST au niveau du corps gras après 24, 48 et 72h chez les abeilles traitées au Spinosad et Thiaméthoxame comparativement aux témoins ($p < 0,05$).

Figure 4: Activité spécifique de la GST ($\mu\text{M/min/mg}$ de protéines) chez *A.m. intermissa* au niveau du corps gras après traitement au spinosad et au Thiaméthoxame; comparaison de moyennes pour un même âge entre les trois groupes ($n \pm \text{SE}$; $n = 18$).

Thiaméthoxame

Le thiaméthoxame est une molécule chimique de la famille des néonicotinoïdes, il est abondamment utilisé en agriculture comme produit phytosanitaire. Aux doses de toxicité aiguës, ce composé bloque le système nerveux central, ce qui conduit à une paralysie puis à la mort des insectes. Il est accusé de participer au phénomène de régression de certaines espèces pollinisatrices ; en particulier des abeilles à miel.

3. Traitement

Les concentrations létales CL_{50} par ingestion du Spinosad ainsi que du Thiaméthoxame à 24h ont été préalablement établies. Le Spinosad et le Thiaméthoxame ont été appliqués par ingestion chronique à une concentration finale de 0,0048 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$ et de 0,062 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$ de sirop de sucre respectivement, correspondantes aux CL_{50} .

Après 24, 48 et 72h d'exposition aux traitements, un lot d'une trentaine d'abeilles par série a été disséqué afin de récupérer les intestins et les corps gras qui ont été conservés, par la suite, dans du tampon phosphate jusqu'au jour du dosage de la glutathion S-transférase (Habig et al., 1974).

4. Analyses statistiques

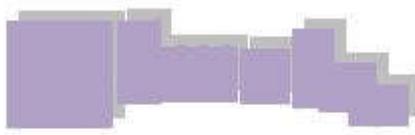
Conclusion



6. Bouacem et al, 2016

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
Et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des sciences biologiques et de sciences agronomiques
Département des sciences agronomiques


De fin d'études

En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master en Sciences Agronomiques

Option : Ressources animales en zone de montagne

Thème

**Détermination de la dose létale 50 (DL50)
des deux insecticides: Diméthoate et
Lambda Cyhalothrine chez l'abeille
domestique *Apis mellifera intermissa***

Réalisé par : M^{lle} BOUACEM Khedoudja
Mr SIFOUANE Rachid

Devant le jury :

Président : Mr AMRANE R,
Promotrice : M^{me} DJOUBER F,
Examineurs : Mr ALLILI N,
M^{lle} CHOUGAR S.

Promotion : 2015 - 2016

7. Chahbar *et al*, 2018

Agriculture Journal

Biannual journal, edited by Ferhat ABBAS University, Sétif1

Homepage: <http://revue-agro.univ-setif.dz/>

Toxicité subchronique du Thiaméthoxame insecticide utilisé en protection des végétaux sur deux espèces locales d'*Apis mellifera* L.

NORA CHAHBAR-ADIDOU¹, KAMEL HAMADI², FATMA ACHEUK¹ & SALAHEDDINE DOUMANDJI³

¹Laboratoire VALCORE, Faculté des Sciences, Université M'Hamed Bougara, Boumerdes, Algérie

^{2,3}Département de Zoologie Agricole et Forestière, Ecole Nationale Supérieure Agronomique EHarrach, Alger, Algérie.

*Corresponding author:

Received: 20 March 2018/Accepted: 04 Mai 2018

Abstract

Honeybees are excellent biological indicators because they signal the chemical degradation of the environment in which they live. The higher or lower degree of mortality and the different levels of damage to the honeybees with express their sensitivities on presence of phytosanitary substances used in agriculture. Our experiment was conducted to investigate the effect of Thiamethoxam, insecticide used in plant protection on the local honeybee. The subchronic toxicity of Thiamethoxam has been studied in two subspecies *Apis mellifera intermissa*, and *Apis mellifera sahariensis*. In all toxicological studies, each dose included three cages of 20 individuals and each study was replicated three times. The honeybees were fed a sucrose solution with increasing doses of the insecticide used. From the acute toxicity, four doses DL₅₀, DL₂₀ and 2 sublethal doses are chosen. These doses are given only once (single dose) and once (same dose divided over 5 days). The subchronic toxicity study shows that thiamethoxam is toxic in both species of bees whether administered in single doses (acute toxicity) or in divided doses. A high mortality rates is shown by given fragmented doses during 5 days.

Keys words: Insectid, Thiamethoxam, *Apis mellifera intermissa*, *Apis mellifera sahariensis*, Toxicity, subchronic.

Résumé

Les abeilles sont d'excellents indicateurs biologiques parce qu'elles signalent la dégradation chimique de l'environnement dans lequel elles vivent. Le degré de mortalité plus ou moins élevé et les différents niveaux de dommages subis par les abeilles elles-mêmes en présence de substances phytosanitaires utilisées en agriculture, expriment leurs sensibilités. C'est dans cet objectif que notre travail s'intègre et consiste à évaluer l'effet du Thiaméthoxame, insecticide utilisé en protection des végétaux sur l'abeille domestique locale. La toxicité subchronique de Thiaméthoxame a été étudiée chez deux sous-espèce *Apis mellifera intermissa*, et *Apis mellifera sahariensis*. Les abeilles ont été nourries avec une solution de saccharose avec des doses croissantes de l'insecticide utilisé. A partir de la toxicité aiguë, quatre doses DL₅₀, DL₂₀ et 2 doses sublétales sont choisies. Ces doses sont données en seule fois (dose unique) et en répétée (même dose fractionnée sur 5 jours). L'étude de la toxicité subchronique montre que le Thiaméthoxame est toxique sur les deux races d'abeilles qu'il soit administré en doses uniques (toxicité aiguë) ou en doses fragmentées. Des doses fragmentées au cours de 5 jours donnent des taux de mortalités élevés.

Mots clés: Insecticide, Thiaméthoxame, *Apis mellifera intermissa*, *Apis mellifera sahariensis*, Toxicité subchronique.



8. Abdesselam et al, 2018

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
 République Algérienne Démocratique et Populaire
 وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
 Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
 جامعة الجيالي بونعامة خميس مليانة
 Université DJILALI BOUNAAMA
 Khemis Miliana
 Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre
 Département de: biologie



Mémoire de fin d'étude
 En vue de l'obtention d'un diplôme de Master en
 Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
 Filière : Biologie
 Spécialité: Physiologie cellulaire et physiopathologie

*Thème : Toxicité aiguë de la deltaméthrine et
 évaluation du système de détoxification chez Apis
 mellifera intermissa*

Présenté par :

M^{lle}. ABDESSELAM Wahiba

M^{lle}. BENBEDRA Kheira

Soutenu le : 01/07/2018

Président :	Mme BENSEHAILA S.	MAB.	UDBKM
Promotrice :	Mme NABTI D.	MCB.	UDBKM
Examinatrice:	Mme AIZA A.	MAB.	UDBKM
Examinatrice:	Mme OUAZIB M.	MAB.	UDBKM

Année universitaire: 2017/2018

9. Mazi *et al*, 2020

Open Journal of Ecology, 2020, 10, 404-417

<https://www.scirp.org/journal/oje>

ISSN Online: 2162-1993

ISSN Print: 2162-1985

Determination of Acute Lethal Doses of Acetamiprid and Cypermethrin for the Native Bee *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) in Cameroon

Sanda Mazi^{1,2*} , Toua Vroumsia¹, Marie-Noel Yahangar¹, Malloum Malla¹, Dawai Zroumba¹¹Laboratory of Applied Zoology, Department of Biological Sciences, Faculty of Science, University of Ngaoundéré, Ngaoundéré, Cameroon²School of Geology and Mining Engineering at Meiganga, University of Ngaoundéré, Ngaoundéré, Cameroon

Email: *mazisanda@gmail.com

How to cite this paper: Mazi, S., Vroumsia, T., Yahangar, M.-N., Malla, M. and Zroumba, D. (2020) Determination of Acute Lethal Doses of Acetamiprid and Cypermethrin for the Native Bee *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) in Cameroon. *Open Journal of Ecology*, **10**, 404-417. <https://doi.org/10.4236/oje.2020.107026>

Received: May 13, 2020**Accepted:** June 26, 2020**Published:** June 29, 2020

Copyright © 2020 by author(s) and Scientific Research Publishing Inc. This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0). <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Abstract

Honey bees are important pollinators and are essential in agriculture; as such they get exposed to a wide range of pesticides while foraging in contaminated fields or during the spray of chemical on crops. It is therefore important to know the toxicity and evaluate the impacts of bees' exposure to these molecules. Acetamiprid and cypermethrin are two pesticides widely used in Cameroon and other countries. The objective of this study was to determine the toxicity of acetamiprid and cypermethrin on the native subspecies of *Apis mellifera* L. in agricultural areas in Adamaoua-Cameroon and to evaluate the impact on honeybee foragers exposed to lethal and sublethal doses of these two insecticides. The results obtained in laboratory conditions show that acetamiprid and cypermethrin are toxic to *A. mellifera*. The symptoms of neurotoxicity and first mortality appear 15 min after the ingestion of the high concentrations and about 30 to 45 min after the inoculation of the pesticides through contact route and the mortality increases with the concentration and time. The LC50 of acetamiprid obtained after 24 h are respectively 5.26 ng/μl for the topical application and 4.70 μg/μl by the oral route. At the same time, the LC50 of cypermethrin are respectively 2.27 ng/μl for topical application and 2.68 ng/μl for oral toxicity. For a sustainable agriculture and beekeeping, it is, therefore, important to establish quality measures on these insecticides in the ecosystem and to set up a phyto-pharmacovigilance and awareness system to the population.

Keywords

Apis mellifera, Insecticides, Acetamiprid, Cypermethrin, Toxicity

