

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

جامعة 20 أوت 1955 سكيكدة

UNIVERSITE 20 AOUT 1955- SKIKDA



Faculté des Sciences
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire Présenté en Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences biologique
Spécialité : Eco-toxicologie animale

Intitulé

**L'abeille en tant que bio-indicateur éco-toxicologique de
polluants**

- Bouzarari chaima
- Nadji Amani
- Benmerabet Kenza
- bouлма Rania

Membre de Jury:

Prof. Djerrou .Z	Président	Université 20 Août 1955 – Skikda
Dr. Bouzebda .A	Directeur de mémoire	Université 20 Août 1955 – Skikda
Dr. Laib .M	Examineur	Université 20 Août 1955 – Skikda

Année universitaire 2023/2024

Remerciement

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce travail.

Nous tenons à exprimer notre gratitude à : Notre superviseur

Mr. Bouzebda. A, pour nous avoir guidé dans la réalisation de ce travail à travers ses conseils, sa documentation, sa compréhension et ses encouragements.

Nous tenons à remercier les membres du jury d'avoir pris le temps d'examiner ce travail :

Mr. Djerrou. Z & Mr. Laib. M

Nous leur souhaitons une bonne santé et que leurs efforts soient bénis



Dédicaces

Louange à Dieu qui m'a permis de faire ce travail et m'a donné la force et le courage de faire ce travail.

Je dédie ce travail à :

Mon **père** Hussein et ma **mère** Zubaida, je vous remercie beaucoup pour votre aide, vos encouragements continus et votre soutien psychologique et moral tout au long de ma vie. Ainsi que mes **frères** Yasser, Ali, Nour al-Din, Ayoub, mon **grand-père** Azouz, ma **grand-mère** Yamina, mon **oncle** Bakir, mon **oncle** Saleh, mon **oncle** Rabih, mon **oncle** Hilal et mon **oncle** Badis, que Dieu ait pitié de lui, ma **tante** Fatima, ma **tante** Jahida, ma **tante** Laila, ma **tante** Munira, ma **tante** Najat, ma **tante** Fatima al-Zahra, mon **oncle** Ismail, sa **femme** et ses **enfants**, mon **oncle** Hussein, sa femme et ses **enfants**, et mon **oncle**. Abdul Malik, sa **femme**, ses **enfants** et mon **oncle** Khalil. Que Dieu ait pitié de lui, de ses **enfants** et de tous ceux qui m'aiment, je vous souhaite du succès et du brillant.

chaima

Dédicaces

Louange à Dieu qui m'a donné la force de faire ce travail. J'adresse mes dédicaces à **mon père** "Madjid", **ma mère** "Samira Mouats", à **mes frères** "Fateh" "Ramzi" "Saif" "Mohammad", **mes sœurs** "Maryam" "Hayat" "Iman", à **mes chers petits** "Adel" "Mustafa El Cherif" "Amjad Amar" "Malak" "Hajar", à **mon professeur** Dr Bouzabada .A ", et à tous ceux qui m'aiment, et je vous souhaite un succès et un éclat continus.

Bonne chance à tous

Kenza



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

À **mon cher père**, Nadji Abboud, et à **ma mère**, Moulaz Assia, pour leur soutien moral, leurs sacrifices, leur amour et leur présence constante tout au long de mes études et de ma vie, Je leur souhaite une longue vie.

À **ma chère et petite sœur**, Lina Sirin, et à tous les **membres de ma famille**.

A **mes amis** pour tous les moments de joie et de tristesse que nous avons passés ensemble.

Une dédicace particulière à **mes amis** Hanan et Sumaya. Je les remercie de m'avoir aidé tout au long de la rédaction du mémoire.

A **tout personne** qui participent à l'élaboration de ce travail et m'encouragent de près ou de loin

Et enfin à **toute la promotion de écotoxicologie animale**.

Amani

Dédicace

Avant tout je remercie **Allah**, qui m'a guidée sur le droit chemin tout au long ma vie et m'a donné la force et le courage pour réaliser ce travail.

Je dédicace ce modeste travail à:

A **mon père** Ahsan et **ma mère** Noura, je vous remercie infiniment pour votre aide, votre amour pour moi et pour être toujours à mes côtés.

Ainsi que à **ma grand-mère** bien-aimée Khadija et **ma grand-mère** Yaqouta.

A **mes frères**, Fouzia, Imene, Chaima, Lezhar .

À mon **cher mari** djalel et sa famille.

A Ma **cousine** Meriem.

Tout simplement à tous qui ayant un espace dans mon cœur.

Rania

Résumé

Les travaux présentés par cette étude s'inscrivent dans le cadre général de la connaissance de l'abeille comme insecte dans son milieu naturel, puis de l'abeille comme bioindicateur de toxicité environnementale. C'est pourquoi nous avons étudié l'abeille comme indicateur de la pollution de l'air dans la région de Skikda.

L'objectif de nos travaux est d'étudier le rôle des abeilles comme indicateur de la pollution de l'air dans la région de Skikda.

Nous avons réalisé une étude biométrique sur les abeilles collectées sur trois sites de la région de Skikda, dans chaque site, nous avons échantillonné de manière aléatoire 40 abeilles pour un total de 120.

Mots clés : biométrie, indicateurs biologiques, pollution de l'air, analyses statistiques.

Summary

The work presented by this study falls within the general framework of knowing the bee as an insect in its natural environment, and then the bee as a bioindicator of environmental toxicity. That is why we studied the bee as an indicator of air pollution in the Skikda region.

The purpose of our work is to study the role of bees as an indicator of air pollution in the Skikda region.

We carried out a biometric study on bees collected from three sites in the Skikda region. In each site, we randomly sampled 40 bees for a total of 120.

Keywords: biometrics, biological indicators, air pollution, statistical analyses.

ملخص

يندرج العمل الذي تعطيه هذه الدراسة ضمن الإطار العام لمعرفة النحلة كحشرة في بيئتها الطبيعية، ثم النحلة كمؤشر حيوي لسمية البيئية. لهذا قمنا بدراسة النحلة كمؤشر لتلوث الهواء في منطقة سكيكدة. والغرض من عملنا هو دراسة دور النحل كمؤشر لتلوث الهواء في منطقة سكيكدة. قمنا بدراسة بيومترية على النحل الذي تم جمعه من ثلاث مواقع من منطقة سكيكدة، في كل موقع أخذنا عينات عشوائية من كل موقع 40 نحلة بمجموع 120.

الكلمات المفتاحية: القياسات الحيوية، مؤشرات بيولوجية، تلوث الهواء، تحليلات احصائية.

Liste des figures

Figure 01 : Morphologie externe de l'abeille (Hannebelle, 2010).....	3
Figure 02 : cycle de vie des abeilles.....	7
Figure 03 : Schéma des éléments d'une ruche (Merabti, 2015).	10
Figure 04 : Photo représentant une cellule royale contenant une larve de reine (Alexandra, 2011).....	10
Figure 05 : Photos représentant une trappe à pollen (Alexandra, 2011).....	10
Figure 06 : La cire d'abeille (Ait soura et al., 2017).....	11
Figure 07 : Photographie de la propolis récoltée par l'homme à partir de la ruche (Ait soura et al., 2017).	11
Figure 08 : Le venin d'abeille (référence électronique).....	11
Figure 09 : Schéma des éléments d'une ruche (Hoyet, 2005).....	12
Figure 10 : Ruches Warré (Hummel et Feltin, 2014).....	12
Figure 11 : Ruche kenyane (Ksouri, 2019).....	12
Figure 12 : Ruche paille (Baudel, 2017).....	13
Figure 13 : Ruche Dadant (Hummel et Feltin 2014).	13
Figure 14 : Ruche Voirnot (Ksouri, 2019).....	13
Figure 15 : Ruche Langstroth (Hummel et Feltin, 2014).	13
Figure 16 : Ruche Layens (Ksouri, 2019).	13
Figure 17 : Ruche nationale britannique (Ksouri, 2019).....	13
Figure 18 : Ruche WBC (Hummel et Feltin 2014).....	13
Figure 19 : Ruche Tonelli (Ksouri, 2019).....	13
Figure 20 : Ruche tanzanienne (Ksouri, 2019).....	13
Figure 21 : tronc (Lehébel-Péron, 2014).	13
Figure 22 : kenyane (Ksouri, 2019).....	13
Figure 23 : Position des trois grands types de bioindicateurs dans le plan représentativité-temps de réponse, Source : inspiré de (Khalanski et Souchon, 1994).....	22
Figure 24 : Secteurs environnementaux visités par l'abeille. Modifiée de Porrini et al., 2003a	23
Figure 25 : Carte de localisation des échantillons des abeilles dans les stations d'étude de la wilaya de Skikda	30
Figure 26 : Cadre géographique de Tamalous	30
Figure 27 : Cadre géographique de Bin el ouidene.....	31

Figure 28 : Cadre géographique de Ramdane Djamel.....	31
Figure 29 : différentes caractères morphométriques d'abeilles (Photos personnelle)	36
Figure 30 : Aile antérieure d'une abeille ouvrière (Ruttner et al., 1978 et Ruttner, 1988) ..	37
Figure 31 : Aile postérieure d'une abeille ouvrière (Ruttner et al., 1978 ; Ruttner, 1988)..	37
Figure 32 : Antenne d'une abeille ouvrière (Ruttner et al., 1978).	37
Figure 33 : Patte postérieure d'une abeille ouvrière (Ruttner et al., 1978 ; Ruttner, 1988).	37
Figure 34 : Tomentum (Ruttner et al., 1978).	38
Figure 35 : Langue d'une abeille ouvrière (Ruttner et al., 1978 ; Ruttner, 1988).....	38
Figure 36 : Photo personnelle Résultat test de tube 1	44
Figure 37 : Photo personnelle Résultat test de tube 2	44
Figure 38 : Photo personnelle Résultat test de tube 3	44
Figure 39 : Photo personnelle Résultat test de tube 4	44
Figure 40 : Spectroscopie infrarouge	44

Liste des tableaux

Tableau 01 : nombre des ouvrières mesures par rucher d'échantillonnage	34
Tableau 02 : les caractères morphométriques d'abeilles étudiés	37
Tableau 03 : Site Tamalous.....	39
Tableau 04 : Site Bin el ouidene.....	39
Tableau 05 : Site Ramdane Djamel	40
Tableau 06 : Présenté les valeurs moyennes les écart-types et les deux valeurs extrêmes calculées pour les trois ruchers.....	40
Tableau 07 : Présente les valeurs moyennes les écart-types et les trois valeurs extrêmes	41
Tableau 08 : Comparaison inter sites des moyennes relatives aux 10 variables Biométrique de 3 ruches d'échantillonnage du Skikda	43
Tableau 09 : teneur en eau.....	43
Tableau 10 : Valeurs Ph de l'eau distillée	44
Tableau 11 : détermination de la conductivité électrique.....	44

Sommaire

REMERCIEMENT	I
DEDICACE.....	IV
RESUME.....	VI
LISTE DES ABREVIATIONS.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
LISTE DES FIGURES.....	IX
LISTE DES TABLEAUX	XI
SOMMAIRE	XII
INTRODUCTION GENERALE.....	1
PARTIE 01: ÉTUDE BLIOGRAPHIQUE.....	
CHAPITRE 01: GENERALITES SUR L'ABEILLE.....	3
1- DEFINITION DE L'ABEILLE.....	3
2-LA MORPHOLOGIE DE L'ABEILLE	3
2-1- LA TETE	3
2-2-LE THORAX.....	3
2-3- L'ABDOMEN.....	4
3- ANATOMIE DE L'ABEILLE.....	4
3-1- L'APPAREIL DIGESTIF:.....	4
3-1-1- Les glandes de l'appareil digestif :.....	4
3-2-- L'APPAREIL EXCRETEUR :	4
3-3- L'APPAREIL RESPIRATOIRE :	4
3-4- - APPAREIL CIRCULATOIRE :.....	5
3-5-- SYSTEME NERVEUX :.....	5
3-6- SYSTEME ENDOCRINIEN :	5
3-7- SYSTEME GLANDULAIRE :	5
4- LA CLASSIFICATION	5
5_ CYCLE DE VIE.....	6
1 DE L'ŒUF A L'ABEILLE OUVRIERE:.....	6
2 LA LARVE:	6
3 LA PUPE ET L'IMAGO:	6
6- LE ROLE DE L'ABEILLE.....	7
6-1- ROLE DE POLLINISATEUR.....	7
6-2-ROLE DE BIO INDICATEUR	7

6-3- ROLE BIOLOGIQUE :	7
6-4- ROLE ECONOMIQUE :	7
□ LES PRINCIPALES ACTIVITES DES ABEILLES :	8
7-LA RUCHE	9
7-1-DEFINITION:.....	9
7-2- LES PRODUIT DE LA RUCHE	10
7-2-1- La gelée royale	10
7-2-2- Le pollen.....	10
7-2-3-La cire.....	11
7-2-3- La propolis.....	11
7-2-4- Le venin.....	11
8-LE MIEL	11
8-1- LE NECTAR	12
8-2-LE MIELLAT.....	12
8-3- LA FABRICATION DU MIEL PAR LES ABEILLES	13
8-4- LES TYPE DU MIEL.....	14
8-4-1-Selon l'origine florale.....	14
8-4-2- Les miels mono floraux.....	14
8-4-3- Les miels poly floraux.....	14
8-5- SELON L'ORIGINE GEOGRAPHIQUE.....	14
8-6-LA QUALITE DU MIEL	14
8-6-1-LES FACTEURS ESSENTIELS DE LA QUALITE DU MIEL.....	15
8-6-2-La couleur.....	15
8-6-3-La cristallisation	15
9_ ORGANISATION SOCIALE DE L'ABEILLE	15
10_ LES MALADIES ET LES ENNEMIES D'ABEILLES	16
11-LE BUTIN DES ABEILLES	18
12-APICULTURE EN ALGERIE	19
CHAPITRE 02: BIO-INDICATEUR ECO-TOXICOLOGIQUE DE POLLUANTS	21
1_ DEFINITION POLLUANT	21
2_ BIOINDICATEUR DE POLLUTION	21
3_ DIFFERENTS TYPES DE BIOINDICATEURS.....	21
4_ ABEILLES ET BIOINDICATEUR	22
5_ BIO-INDICATION DE METAUX LOURDS	25

6- LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE	27
6.1- DEFINITION DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE	27
6. 2 -DIFFERENTES ECHELLES DE LA POLLUTION.....	28
6.2.1 -La pollution locale	28
6.2.2- La pollution régionale	28
6.2.3 -La pollution globale (planétaire).....	28
6.3-CLASSIFICATION DES POLLUANTS ATMOSPHERIQUES	28
6..3.1-Polluants inorganiques	28
6.3.2-Polluants organiques	29
6.3.3-Aérosols	29
PARTIE 02 EXPERIMENTALE.....	30
I: ÉTUDE EXPERIMENTALE.....	30
1-PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....	30
1_1 LE CADRE GEOGRAPHIQUE.....	30
1-2- SITE DE PRELEVEMENT DE L'ESPECE	30
1-2-1-La région de Tamalous	30
1-2-2: la région de Bin el ouidene	31
1-2-3:la région de Ramdane Djamel	31
1-3-LE CLIMAT	31
1-4- LA PRECIPITATION	31
1-5-TEMPERATURE	32
1-6- LE VENT	32
1-7 - LA COUVERTURE VEGETALE	32
1-8-LES RELIEFS	32
II.ETUDE BIOMETRIQUE.....	33
1- MATERIEL BIOLOGIQUE	33
1_2 MATERIEL.....	34
2_ STRATEGIE D'ECHANTILLONNAGE ET COLLECTE DES DONNEES	34
2_1.ANALYSE MORPHOMETRIQUE	34
2_1_1Critères morphologiques étudié.....	34
III.RESULTATS ET DISCUSSION	39
1-L'ANALYSE STATISTIQUE	39

1-1-DESCRIPTION DES DONNEES BIOMETRIQUES	39
1-2- ANALYSE PHYSICO- CHIMIQUE.....	43
1-2-1- teneur en eau.....	43
1-2-2-Mesure de pH	43
1-2-3-conductivité électrique	44
CONCLUSION GENERALE	49
RREFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	50
ANNEXES	

Introduction générale

Introduction générale

Plus de 80 % des espèces cultivées et des plantes à fleurs, y compris les fruits et légumes, dépendent directement de 20 000 espèces d'abeilles dans le monde pour leur pollinisation (**Vaissière *et al.*, 2005**). Ces dernières années, le déclin des populations d'abeilles a suscité de plus en plus d'inquiétudes (**Potts *et al.*, 2010**). La dernière publication de la Liste rouge de l'Union européenne indique que sur les 1965 espèces d'abeilles originaires d'Europe, 9,2 % sont menacées d'extinction (**Nieto *et al.*, 2014**). La Belgique partage les tendances observées dans le monde en termes de déclin des pollinisateurs sauvages ou cultivés (**Lefebvre *et Bruneau* 2005 ; Nguyen *et al.*, 2010 ; Carvalho *et al.*, 2013**). Ce déclin résulte de facteurs complexes qui peuvent être en partie liés à l'agriculture intensive (insecticides, monocultures, disparition d'habitats naturels comme les haies, les prairies fleuries, etc.).

En réponse à ces préoccupations, l'apiculture urbaine s'est développée et se développe dans le monde entier car les villes apparaissent comme offrant un environnement relativement intéressant pour maintenir les populations de pollinisateurs (**Lefebvre *et Bruneau*, 2005 ; Tomasi *et al.*, 2004**). Malgré son caractère urbain et sa superficie limitée, la Région bruxelloise abrite une grande variété d'habitats naturels (voir Habitats naturels dans les espaces verts bruxellois). Moins de traitements phytosanitaires sont associés à une culture intensive, à des températures légèrement plus élevées qu'en campagne, et à des séquences de floraison souvent plus irrégulières. Ce qui rend la ville plus hospitalière pour les colonies d'abeilles domestiques que pour les grandes zones de culture. Les colonies y produisent du miel grâce à des fleurs qui peuvent être récoltées dans les jardins, parcs, forêts, prairies fleuries et friches. Le nectar récolté par les abeilles est protégé par de nombreuses fleurs (ex : trèfle, criquet...) et apparaît moins. Il est exposé à des polluants atmosphériques qui ne peuvent être transmis par la sève (cas du plomb). Une étude menée en 2004 par l'Université Libre de Bruxelles à la demande de l'Agence bruxelloise de l'Environnement et en coopération avec la SRABE (Société Royale de l'Apiculture de Bruxelles et Environs) a montré que la teneur en plomb du miel de Bruxelles était effectivement inférieure aux limites fixées par la réglementation européenne normes. (**Vanderburgh, 2004**).

Nous aimerions mener une étude dans la région de Skikda. L'objectif est de déterminer la pollution aux métaux lourds dans trois stations des zones de Tamalos, Ben El Ouidane et Ramadan Djemal et de les comparer. Le manuscrit se compose de quatre chapitres, la première traite généralement des abeilles, la deuxième traite de l'étude de la pollution de l'air et le troisième chapitre contient du matériel et des méthodes d'étude. Nous concluons les résultats,

suivis d'une discussion comparative entre les trois stations (03), et enfin nous donnons un résultat général.

De ce point de vue, notre étude s'est appuyée sur l'effet de la pollution environnementale sur la biométrie des abeilles *Apis mellifera intermisa*.

Notre travail comprend deux parties : la première partie consiste en une étude bibliographique contenant des informations générales sur l'abeille *Apis mellifera intermisa*, des informations générales sur le bioindicateur écotoxicologique des polluants et des informations générales sur le plomb.

Dans la deuxième partie, nous avons mené une étude expérimentale est basé sur l'effet de la pollution sur la biométrie des abeilles

Enfin, nous présentons et discutons les résultats de l'analyse et concluons notre étude ainsi une conclusion générale et perspectives.

Partie 01

Étude biographique

Chapitre 01

Généralités sur l'abeille

Chapitre 01 : Généralités sur l'abeille

1- Définition de l'abeille

L'abeille est un insecte (*Insecta*), classe d'animaux invertébrés de l'embranchement des arthropodes et du sous-embranchement des hexapodes, de l'ordre des hyménoptères, c'est-à-dire qu'elles subissent une métamorphose complète (Alexis, 2015). L'abeille est un insecte social apparu il y a 45 millions d'années, nettement avant l'homme. Cependant, certains paléontologues découvrirent leurs fossiles dans les ambres de la Baltique depuis plus de 60 millions d'années.

Les mieux connus et les plus utilisées en apiculture sont dans le genre *Apis* et font partie de l'espèce *Apis mellifera* comportant plusieurs races géographiques qui peuplent actuellement l'Europe, l'Afrique, l'Asie occidentale, l'Amérique du nord, l'Amérique du sud, l'Australie et la Nouvelle Zélande. (Mekkrai *et al.*, 2010)

2-La morphologie de l'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. Son corps est divisé en trois parties distinctes : tête, thorax et abdomen (Bakiri, 2018).

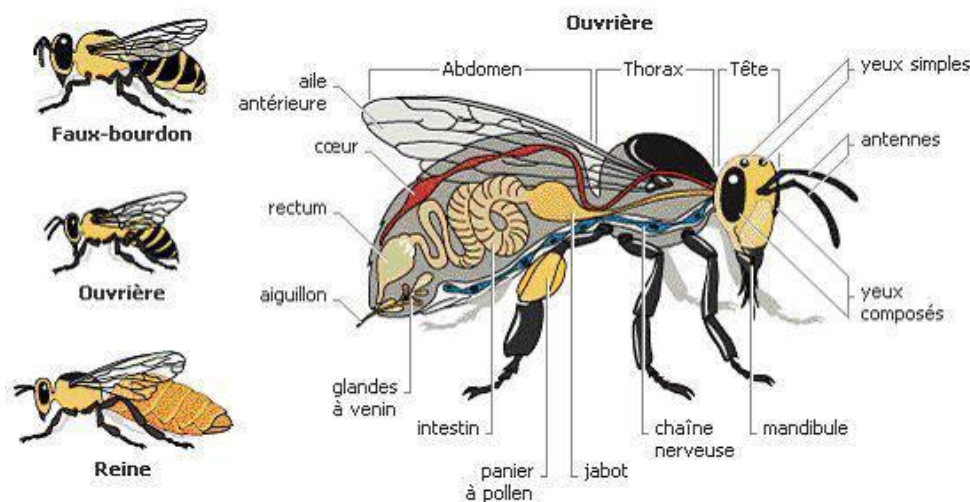


Figure 01 : Morphologie externe de l'abeille (Hannebelle, 2010).

2-1- La tête

La tête comporte les pièces buccales, les glandes associées et les pièces sensorielles, les yeux, les antennes et les poils sensitifs (Bakiri, 2018).

2-2-Le thorax

Le thorax est composé de trois segments appelés prothorax, mésothorax et métathorax (Bakiri, 2018), portant chacun une paire de pattes. Le deuxième et le troisième segment

disposent également de deux paires d'ailes, formées de membranes transparentes placées à l'intérieur d'un réseau de nervures rigides (Élodie, 2013).

2-3- L'abdomen

L'abdomen est généralement velu. Il comporte 7 segments visibles et contient les organes internes ainsi que le dard qui jaillit lorsque l'abeille se défend d'une agression (Élodie, 2013). Deux segments supplémentaires peuvent être trouvés (avec l'aiguillon ou les organes reproducteurs) mais ils sont très petits (Bakiri, 2018)

3- Anatomie de l'abeille

3-1- L'appareil digestif :

Comprend outre les pièces de l'appareil buccal, le tube digestif qui s'étend de l'orifice buccal à l'orifice anal, situé au-dessous de vaisseau dorsal (cœur) et au-dessus de la chaîne ganglionnaire ventrale. (Biri, 2010)

Le tube digestif est composé de trois parties :

- L'intestin antérieur
- L'intestin moyen
- L'intestin postérieur

3-1-1- Les glandes de l'appareil digestif :

À l'appareil digestif sont annexées des glandes aux fonctions très importantes.

A- Les glandes labiales : Appelées également salivaires, sont au nombre de 2 paires

B - Les glandes mammaires : Sécrètent la bouillie royale ou gelée royale ces glandes n'existent pas chez les faux-bourçons et atrophiées chez les reines.

C- Les glandes mandibulaires : Qui chez les ouvrières, ont une forme de poire, se trouvent dans la tête.

3-2-- L'appareil excréteur :

L'appareil excréteur représenté par les tubes de Malpighie rattachés à l'appareil digestif, mais dont les fonctions sont excrétoires, ces canaux plongent librement dans le sang, ils sont fermés à l'une de leurs extrémités et libres à l'autre.

3-3- L'appareil respiratoire :

L'appareil respiratoire des abeilles est formé par les trachées, c'est-à-dire des canaux élastiques qui s'ouvrent grâce à la spirale chitineuse qui revêt intérieurement leur paroi et qui communiquent avec l'extérieure par des orifices appelés stigmates, disposés à des endroits bien précis du thorax et de l'abdomen. (Biri, 2010)

Les canaux aboutissent dans deux grosses trachées, appelé sacs aériens, communiquant entre eux par des feutres. A. R des abeilles est très développé. Les échanges gazeux se feront directement entre le milieu extérieur et les organes par simple diffusion. (Loiriche, 1979).

3-4- - Appareil circulatoire :

Le système circulatoire de l'abeille est un système ouvert, caractérisé par l'absence de vaisseaux proprement diton les organes baignent directement dans l'hémolymph.

Il constitué uniquement d'un cœur dorsal et d'une aorte reliant la tête à l'abdomen. (Winston, 1993)

3-5-- Système nerveux :

Le système nerveux de l'abeille est constitué de deux ensembles complémentaires ; le système nerveux central, avec le cerveau et la chaîne nerveuse ventrale (les ganglions) et le système nerveux stomatique. (Le conte, 2011)

3-6- Système endocrinien :

Le système endocrinien comprend les hormones qui interviennent dans la régulation de la physiologie de l'abeille à multiples niveaux (hormone juvénile, hormone de mue....).

L'hormone juvénile intervient notamment dans l'évolution de système immunitaire chez l'abeille. (Amdam *et al.*, 2005)

Aussi, il secrétée pendant stade larvaire et impliquée le maintien de caractères larvaires. L'hormone de mue ou l'ecdysone pour le contrôle de la mue et la métamorphose (Pedigo, 2002)

3-7- Système glandulaire :

Le système glandulaire de l'abeille est complexe et varie en fonction de l'âge et du rôle de l'individu dans la ruche ; les principales glandes indépendantes sont présentées.

Malgré de nombreuses recherches ils restent encore chez l'abeille des glandes dont le rôle est inconnu. (Prost, 2005)

4- La classification

Règne : *Animal*,

Sous règne : *Invertébrés*,

Embranchement : *Enthennata*,

Classe : *Insectes*,

Ordre : *Hyménoptères*

Sous ordre : *Aculéates*,

Super Famille : *Apoidae*,

Famille : *Apidae*

Sous Famille : *Apinae*,

Genre : *Apis*,

Espèce : *Apis mellifera intermissa*

(Merabti, 2015)

5- Cycle de vie

Des faux-bourçons qui fécondent la reine, nourris par les ouvrières. Toute une hiérarchie. Mais comment en arriver là ?

1 De l'œuf à l'abeille ouvrière :

L'œuf ou l'abeille ? Telle est la question. Commençons par l'œuf, point de départ de 4 stades de développement avant d'en arriver à l'abeille adulte. Le premier stade débute avec la ponte d'un œuf fécondé par une reine. Le destin de l'œuf fécondé sera de devenir soit une reine à son tour, soit une ouvrière. S'il s'agit d'un œuf non fécondé, il deviendra un faux-bourçon.

L'œuf est facile à reconnaître du fait de sa couleur blanche et sa forme longiligne et incurvée. Il est déposé verticalement dans l'alvéole lorsqu'il est pondu.

Au cours des 3 jours suivant la ponte, l'œuf s'incline peu à peu au fond, dissout sa membrane et se transforme en larve. Dans les mêmes conditions climatiques, ce processus se passe à peu près de la même façon pour toutes les espèces.

2 La larve :

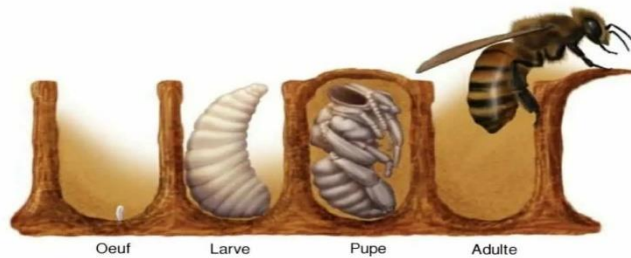
Identique à un ver, la larve ne comporte qu'un tube digestif et ainsi, son rôle se limite à se nourrir. En effet, les abeilles nourricières leur laissent des aliments dans les alvéoles. Le développement de la larve se fait sur 5 mutations successives. Son poids augmente en fonction de sa nature. Par exemple, une ouvrière gagnera 900 fois son poids initial tandis que la reine gagnera 1700 fois son poids.

Le faux-bourçon gagne jusqu'à 2300 fois son poids. Après 9 jours à ce stade, la larve est fermée dans l'alvéole par un opercule de cire. C'est la phase d'operculation, variant en fonction de la caste.

3 La pupe et l'imago :

Ces deux derniers stades voient la création des antennes et des autres organes sensitifs : yeux, bouche... Les organes du thorax et de l'abdomen, ainsi que les pattes et les ailes se forment à ce stade. Les mandibules se forment, permettant à l'imago de percer l'opercule de cire. Une fois adulte, il sort de l'alvéole et bat des ailes. La cuticule formée à l'extérieur sèche progressivement durant 12 heures, et l'abeille commence son travail. Il pèse alors entre 80 et 292 mg en fonction de sa caste, la reine étant la plus lourde. On observe toutefois quelques variations de ce cycle de développement en fonction de la caste.

Le cycle de vie des abeilles

6- Le Rôle de l'abeille **Figure 02 : cycle de vie des abeilles**

6-1- Rôle de pollinisateur

L'abeille doit parfois visiter plus de mille fleurs pour qu'elle puisse remplir son jabot de 70mg de nectar. Sur les milliers et les milliers de fleurs qu'elle visite, la butineuse transporte des grains de pollen, favorisant l'autopollinisation et allopollinisation (Toullec, 2008).

Les abeilles représentent de 65 à 95 % des insectes pollinisateurs (Gallai *et al.*, 2009 ; Rader *et al.*, 2009 ; Moritz *et al.*, 2010). Elles constituent ainsi un élément clef de l'écosystème (Catays, 2016).

6-2-Rôle de bio indicateur

L'abeille peut également être utilisée comme bio indicateur de la santé de l'écosystème dans lequel elle évolue (Toullec, 2008). En effet, par son mode de vie et son rôle de pollinisateur, elle est soumise en premier aux polluants de l'écosystème (Amirat, 2014 ; Catayas, 2016)

6-3- Rôle biologique :

Pour remplir son jabot de 70mg 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 l'autopollinisation et allopollinisation. (Toullec, 2008)

6-4- 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 (Toullec, 2008)

➤ Les principales activités des abeilles :

La construction des rayons de cire :

La cire est sécrétée par les glandes cirières des ouvrières âgées de 12 à 18 jours, à une température ambiante de 33 à 36°C (*Gary dans Dadant and Sons édit., 1975*). La construction des rayons ne peut être commencée que dans le noir. **Morse (1975)** a découvert que la construction de bâtisses par *Apis mellifera* est inhibée à la lumière : il emprisonna la reine d'un essaim dans une cage, à la lumière du jour, les abeilles de cet essaim, bien qu'essayant de prendre possession d'un gîte, n'abandonnèrent pas leur reine, il trouva sous l'essaim une grande quantité de paillettes de cire sécrétées par les ouvrières. Si elles construisent parfois des rayons de cire dans un arbre, c'est qu'au moment de la construction elles se trouvaient sous le feuillage, dans la pénombre. Les ouvrières engagées dans cette activité se gorgent de miel et se suspendent, attachées l'une à l'autre en festons, près de l'endroit à bâtir. Après 24 heures dans cette position, elles commencent à construire. Chaque glande cirière sécrète une petite paillette de cire plus ou moins ronde, d'environ 2 millimètres de diamètre. Le processus comprenant le retrait, la mastication et la fixation de la paillette sur la bâtisse, demande environ quatre minutes. Plusieurs centaines d'abeilles participent à la construction d'une seule alvéole.

Les plaquettes poilues situées dans la nuque des ouvrières sont sans doute les seuls organes sensoriels qui déterminent l'orientation des rayons et des cellules de cire dans le champ gravitationnel. D'autre part, ce sont les organes sensoriels de l'extrémité des antennes qui contrôlent l'épaisseur et la régularité des plaques de cire.

La défense de la colonie :

La défense de la colonie est assurée par les ouvrières dans la ruche et par les gardiennes à l'entrée du trou de vol ainsi que le long des couloirs aériens menant au butinage proches de la ruche. Une ouvrière en danger émet une substance d'alarme qui stimule ses congénères à l'agression et attaque l'intrus en essayant d'enfoncer son dard dans la partie la plus sensible de son corps. Elle pique aussi bien les autres insectes agresseurs que les mammifères, oiseaux et tout autre animal. Dans la ruche, lorsque le stimulus d'alarme a été perçu, les ouvrières se gorgent de miel et remplissent leur jabot en 60 à 90 secondes.

L'agressivité des ouvrières dépend de leur âge, de l'abondance de la nourriture, du développement de leurs ovaires, des couleurs et dimensions des objets agresseurs, des odeurs, de la phase du cycle de reproduction de la colonie et des conditions atmosphériques.

A propos de l'influence des conditions atmosphériques, les ouvrières sont généralement moins excitées par temps calme que par temps changeant et venteux. D'après **Schua (1952)**,

cette agressivité paraît se déclencher non pas sous l'influence des changements de température ou d'intensité lumineuse, ni sous l'influence des averses, mais en même temps que les troubles dans les longues ondes électro- magnétiques et en même temps que les fluctuations du gradient du potentiel électrique de l'atmosphère.

Les abeilles noires ibériques (*A. mellifera iberica*) sont génétiquement agressives. Elles le sont particulièrement par temps instable. La levée d'un vent sec déclenche ce phénomène. Mais par temps calme et doux, que ce soit en février, mars, avril, mai, juin ou octobre, ces abeilles peuvent être très douces et elles le sont presque toujours par temps calme, juste avant la tombée du jour.

L'échange de nourriture:

Dans une colonie, la nourriture est transmise non seulement des ouvrières à la reine et aux jeunes mâles (les vieux mâles se nourrissent le plus souvent eux- mêmes), mais aussi d'ouvrière à ouvrière, et de mâle à ouvrière (**Delvert-Salleron, 1963**). Pendant cette opération, les antennes des deux individus sont en action et se touchent constamment ce qui leur donne sans doute les stimuli de transmission de nourriture. Ce nourrissage réciproque a lieu durant toute la vie des abeilles. Il leur permet de vivre le plus longtemps possible et, dans un autre ordre d'idées, de prospérer ensemble dans la colonie.

La ventilation:

Par temps chaud, si la ventilation naturelle de la ruche est insuffisante et si la température intérieure dépasse 35°C (**Hazelhoff, 1954**) ou même en dessous de cette température, pour déshumidifier le nectar ainsi que pour diminuer la concentration en anhydride carbonique au milieu du nid à couvain lorsqu'en hiver elle dépasse 3 à 4%, des abeilles se mettent à ventiler la ruche en groupe, par battements rapides des ailes sur la planchette de vol et/ou à l'intérieur, sur le plateau ou sur les cadres. De plus, l'efficacité de la ventilation par temps chaud est accrue par l'apport d'eau des butineuses qui déposent des gouttelettes sur les cadres, ces gouttelettes font baisser la température en s'évaporant. Les soirs de grandes miellées, le vrombissement que l'on entend en approchant l'oreille de la ruche est celui produit par les battements d'ailes des ventileuses.

7-La ruche

7-1-Définition :

La ruche est l'habitat de la colonie, généralement faites en bois. Dans la nature, les abeilles construisent leur nid dans des cavités formées par des troncs d'arbres creux, dans des

fissures, en apiculture moderne, les ruches les plus utilisées sont des ruches à cadres mobiles. Elles permettent à l'apiculteur d'inspecter et de manipuler ses colonies (Ayme, 2014)

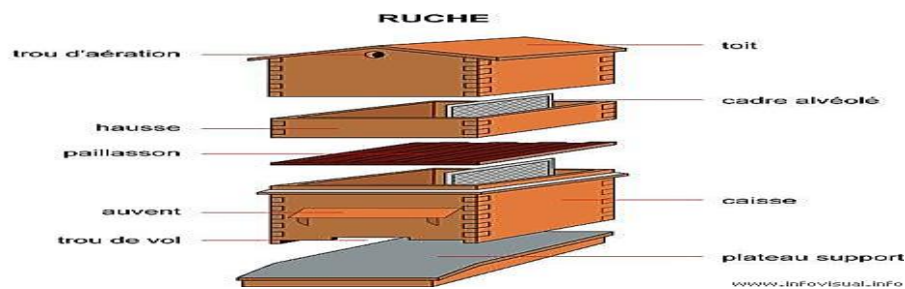


Figure 03 : Schéma des éléments d'une ruche (Merabti, 2015).

7-2- Les produit de la ruche

7-2-1- La gelée royale

La gelée royale est une substance blanche ou jaune clair, fortement acide, sécrétée par les jeunes abeilles nourricières. Dans la ruche, ces abeilles produisent et distribuent la gelée royale toute leur vie, de l'éclosion jusqu'au stade nymphale (Nair, 2014)



Figure 04 : Photo représentant une cellule royale contenant une larve de reine (Alexandra, 2011).

7-2-2- Le pollen

C'est l'organe mal de la fleur, fine poussière que les abeilles récoltent sous forme de petites pelotes grâce à une série de disposition, récolté par les abeilles durant presque toute l'année (Nair, 2014). Le pollen est l'unique et indispensable source de graisses et de plusieurs autres éléments pour les abeilles, les besoins polliniques sont très importants puisqu'une colonie en consomme en moyenne entre 20 à 40 kg par an (Alexandra,2011).



Figure 05 : Photos représentant une trappe à pollen (Alexandra, 2011).

7-2-3- La cire

La cire est la substance grasse secrétée par les glandes cirières des jeunes ouvrières, elle résiste parfaitement à l'hydrolyse et à l'oxydation naturelle et elle est totalement insoluble dans l'eau. Les acides et les sucs digestifs des animaux ne peuvent la détruire (Nair, 2014).



Figure 06 : La cire d'abeille (Ait soura *et al.*, 2017)

7-2-3- La propolis

La propolis est la substance la plus complexe issue de la ruche, utilisée comme remède et stockée par les abeilles à différents endroits de la ruche, en particulier sur les parois et sur le dessus des cadres. Elle permet aux colonies de se protéger de certaines maladies de façon remarquable (Merabti, 2015)



Figure 07 : Photographie de la propolis récoltée par l'homme à partir de la ruche (Ait soura *et al.*, 2017).

7-2-4- Le venin

Il s'agit d'une sécrétion de l'abeille synthétisée par les glandes à venin sous la forme d'un liquide transparent, puis stockée 5% de la population est allergique à ce produit, d'où la nécessité de prendre des précautions avec ses insectes pharmaceutiques pour en faire des pommades et des produits à usage interne contre les rhumatismes (Merabti, 2015)



Figure 08 : Le venin d'abeille (référence électronique)

8-Le Miel

Le miel est une substance naturelle sucrée (Codex, 2001). Il constitue un apport glucidique couvrant des besoins énergétiques de l'abeille (Louveaux, 1985 ; Alleaume, 2012). Selon Ancheling (2005), pour *A. mellifera*, le miel est élaboré par les abeilles à partir des sucres produits par des végétaux, soit sous forme de nectar, soit sous forme de miellat.

Par ailleurs, il est à noter l'existence de nombreuses variétés de miel qui peuvent être classées de façons diverses (Boucif, 2017) :

- Le miel varie selon l'origine florale.
- En fonction de l'origine sécrétoire : miel de nectar et le miel de miellat.
- Les miels monofloraux et les miels multifloraux

8-1- Le nectar

Les abeilles collectent le nectar des fleurs et concentrent les sucres qu'il contient pour produire du miel (Eyer *et al.*, 2016). Le nectar est recueilli dans les fleurs au niveau des petites glandes végétales nommées nectarifère. Sa production dépend de l'âge, de la taille, de la position de la fleur, de l'humidité relative de l'aire, de la durée de la floraison, du sexe des fleurs, de l'espèce et du milieu environnant (Sana, 2017).

Les miels de nectar de fleurs peuvent être divisés en deux groupes :

- *Miels monofloraux.*
- *Miels multifloraux*

8-2-Le miellat

Le miellat est un produit sucré élaboré par divers insectes à partir de la sève des végétaux et dont se nourrissent certaines abeilles et fourmis. Ces insectes producteurs sont tous des hémiptères homoptères, c'est-à-dire que ce sont des insectes qui possèdent des pièces buccales leur permettant de piquer les tissus végétaux pour en prélever la sève. Ce sont des cigales, des psylles, des cochenilles et surtout des pucerons (Clémence, 2005).



Figure 09: Schéma des éléments d'une ruche (Hoyet, 2005).



Figure 10: Ruches Warré (Hummel *et* Feltin, 2014).



Figure 11: Ruche kenyane (Ksouri, 2019).



Figure 12: Ruche paille (Baudel, 2017).



Figure 13: Ruche Dadant (Hummel et Feltin 2014).



Figure 14: Ruche Voirnot (Ksouri, 2019).



Figure 15: Ruche Langstroth (Hummel et Feltin, 2014).



Figure 16: Ruche Layens (Ksouri, 2019).



Figure 17: Ruche nationale britannique (Ksouri, 2019).



Figure 18: Ruche WBC (Hummel et Feltin 2014).



Figure 19: Ruche Tonelli (Ksouri, 2019).



Figure 20: Ruche tanzanienne (Ksouri, 2019).



Figure 21: Tronc (Lehébel-Péron, 2014)



Figure 22: kényane (Ksouri, 2019).

8-3- La fabrication du miel par les abeilles

Les abeilles effectuent entre 20 et 50 voyages par jour, chacun demandant environ 15 minutes. Le rayon d'action moyen se situe entre 500 mètres et 2 kilomètres, d'où l'importance, en plus des conditions climatiques et de la nature du sol, de la végétation des alentours du rucher. Les abeilles butineuses ajoutent de la salive au nectar ou au miellat qu'elles recueillent, ce qui le rend fluide et surtout l'enrichit en enzymes, catalyseurs biochimiques à l'origine de la transformation des sucres dans le miel. Elles remplissent leur jabot puis transportent miellat ou nectar jusqu'à leur ruche. Là, elles distribuent aux ouvrières d'intérieur et aux mâles. Miellat et nectar passent à plusieurs reprises d'une abeille à une autre en subissant chaque fois une addition de salive qui transforme les sucres.

De retour à la ruche, déposé dans les alvéoles, le miel sera concentré, protégé ; il achèvera sa transformation biochimique (Chouia, 2014).

8-4- Les type du miel

Le miel est classé en fonction de plusieurs critères.

8-4-1-Selon l'origine florale

L'origine florale d'un miel est importante car elle détermine les propriétés organoleptiques de celui-ci (couleur, goût, texture). Par exemple, le miel de colza est plutôt de couleur claire (jaune très pâle, voire blanc) et a tendance à cristalliser très rapidement (**Élodie, 2013**).

8-4-2- Les miels monofloraux

Sont élaborés à partir d'une seule espèce végétale, qu'il s'agisse de miel de nectar ou de miellat. Pour l'obtention d'un miel mono floral (Composé de 80% d'une même espèce végétale) il faut placer la ruche près de l'espèce végétale considéré au cours de sa floraison et la récolte doit avoir lieu dès la fin de la miellée (**Élodie, 2013**). Les miels mono floraux possèdent des caractéristiques palynologiques, physico-chimiques et organoleptiques spécifiques (**Moussaoui, 2011**).

8-4-3- Les miels polyfloraux

Ces miels sont élaborés à partir du nectar et/ou du miellat provenant de plusieurs espèces végétales. Pour valoriser leur spécificité et permettre au consommateur de reconnaître leur caractère dominant, les apiculteurs indiquent leur origine géographique. Celle-ci indique soit aire de production, région, département, massif (**Chouia, 2014**).

8-5- Selon l'Origine géographique

Certains miels polyfloraux ont acquis une réputation particulière qui est liée à leur origine géographique, qu'il s'agisse d'une petite région, d'une province d'un continent. Par contre, il n'est pas impossible qu'une origine florale soit associée avec une région (**Chouia, 2014**).

8-6-La qualité du miel

Un miel de qualité doit être un produit sain, extrait dans des bonnes conditions d'hygiène, conditionné correctement, qui a conservé toutes ses propriétés d'origine et qui les conservera le plus longtemps possible. Il ne doit pas être adultéré et doit contenir le moins possible (peuton encore dire pas du tout) de polluants divers, antibiotiques, pesticides, métaux lourds ou autres produits de notre civilisation industrielle (**Amri, 2011**).

Afin d'offrir au consommateur un produit de qualité, des critères physicochimiques du miel sont fixés par le Codex Alimentaires et le Journal Officiel des Communautés Européennes, il s'agit de la teneur en eau, la conductivité électrique, les sucres réducteurs et non réducteurs, l'acidité, l'activité de diastase et la quantité d'HMF (**Tahar et al., 2017**).

8-6-1-Les facteurs essentiels de la qualité du miel

Le miel vendu en tant que tel ne doit pas contenir d'ingrédient alimentaire, y compris des additifs alimentaires, et seul du miel pourra y être ajouté.

- ❖ Ne doit pas avoir de matière, de goût, d'arôme ou de contamination inacceptable provenant de matières étrangères absorbées durant sa transformation et son entreposage.
- ❖ Ne doit pas avoir commencé à fermenter ou être effervescent.
- ❖ Ni le pollen ni les constituants propres au miel ne pourront être éliminés sauf si cette procédure est inévitable lors de l'élimination des matières inorganiques ou organiques étrangères.
- ❖ Ne doit pas être chauffé ou transformé à un point tel que sa composition essentielle soit changée et/ou que sa qualité s'en trouve altérée.

Aucun traitement chimique ou biochimique ne doit être utilisé pour influencer la cristallisation du miel (**Moussaoui, 2011**).

8-6-2-La couleur

La coloration est une caractéristique physique importante des miels car elle est en rapport avec leur origine florale ainsi qu'avec leur composition. Le chauffage, le vieillissement et la lumière provoquent une intensification de la couleur du miel (**Lequet, 2010**). Les miels ont des multiples couleurs qui sont déterminées par les espèces des fleurs butinées. Nous pouvons diviser les couleurs en 5 catégories principales : brun-ocre-ambré-jaune intense-jaune paille. Plus un miel est clair plus sa saveur est accessible. (**Abid, 2017**)

8-6-3-La cristallisation

La teneur en sucres car un miel riche en fructose ne cristallise pas, à l'inverse d'un miel riche en glucose (Teneur > 28%) qui cristallise très rapidement.

9- Organisation sociale de l'abeille

A. La reine

C'est le seul individu fécondé dans la ruche, assure la ponte des œufs (jusqu'à deux mille œufs par jour en été). Elle vie 4 à 5 ans grâce à son régime à base de gelée royale. Elle se reconnaît à son thorax et surtout son abdomen plus développé. La reine agit sur le comportement des ouvrières au moyen de ses phéromones (messagers chimiques) (**Bakiri, 2018**).

B. Le faux bourdon (Mâle)

Un peu plus gros que les ouvrières (notamment les yeux), leur seul rôle connu est la fécondation de la reine, au cours de son "vol nuptial". Ils ne possèdent pas de dard (donc pas de

piqûre) et ne peuvent se nourrir seul : leur trompe est trop courte et se sont les ouvrières qui les alimentent (Bakiri, 2018).

C. Les ouvrières

Elles portent bien leur nom puisqu'à part la ponte, elles assurent toutes les tâches essentielles à la colonie : entretien, régulation thermique et défense de la ruche, elles nourrissent et élèvent les larves, produisent de la cire, le miel et la gelée royale et élaborent des rayons, elles récoltent aussi du nectar, du pollen et de la propolis.

Au printemps et en été, pendant la période de pleine activité de la colonie, la durée de vie d'une ouvrière est de 27 jours. En hiver, à la faveur d'une activité réduite, celle-ci peut atteindre 5 à 6 mois. (Bakiri, 2018)

10- Les maladies et les ennemies d'abeilles

Nombreux sont les ennemies et les maladies qui touchent les abeilles. Nous avons donc jugé utile, avant de procéder à une véritable description de schématiser les principales maladies des abeilles et de les regrouper avec les parasites communs ou occasionnels et les ennemis prédateurs (Biri, 2011).

- Menacent le couvain : Bacilles (loque européenne, loque américaine, fausse loque, paratyphoïde) aspergilles (mycoses), couvain sacciforme, couvain non viable, ect
- Menacent les adultes : Oiseaux en général, lézarde, crapaud, mante, poux des abeilles, philante apivore acariens en général, aspergilles, bactéries, protozoaires, mal de forêt, etc
- Pillent le miel et la cire : Sphinx tête de mort, mites, bourdons, fourmis rouges, etc

Mammifères

Campagnols, musaraignes : ils peuvent pénétrer à l'intérieur de la ruche, en particulier en hiver. Il mange le miel les rayons de cire et la musaraigne mange également les abeilles, pour éviter ce danger l'apiculteur pourra donc réduire l'ouverture du trou de vol et placer, tout autour de la ruche des pièges empoisonnés (Biri, 2011).

Oiseaux

Les oiseaux, en particulier les insectivores, sont en général nuisibles lorsqu'ils ont installé leur nid à proximité des ruches. L'installation définitive des ruches devra donc être faite en fonction de cette éventualité (Biri, 2011).

Reptiles

Peuvent se nourrir d'abeilles, mais les dégâts dans ce cas restent toujours assez limités.

- Léopard des murailles : il vit souvent à proximité des ruches exposées au soleil.

- Lézard vert : ce lézard ne cause pas non plus de dommages considérables puisque à l'instar du lézard des murailles il ne dévore que les abeilles qu'il parvient à saisir (Biri, 2011)

Batraciens :

- Crapaud : on a remarqué que certains d'entre eux s'installaient sous les ruches et dévoraient les abeilles qu'ils parvenaient à saisir.
- Insectes : il existe parmi les insectes différents ennemis des abeilles qui appartiennent aux ordres suivant : *dermoptères*, *mantidés*, *coléoptères*, *lépidoptères*, *diptère*, *hyménoptères* (Biri, 2011).
- Triangulons des méloés.
- Sphinx tête de mort (gros papillon).
- Gronde fausse teigne et petite fausse teigne.
- Pou des abeilles.
- *Philanthe apivore*.
- Guêpe, bourdons, frelons.
- Fourmis

Arachnides

Certaines espèces appartenant à cette classe sont très dangereuse pour les ruches.

Parmi les moins nuisibles, on trouve certaines araignées comme *Thomisus onustus*. Il faut être très attentif à éviter la présence de certains acariens dont les plus terribles sont *Acarapis woodi* et surtout *Varroa jacobsoni* (Biri, 2011)

Protozoaires

- *Malpighmoeba mellifica* : agent étiologique de l'amibiase qui attaque l'appareil excréteur des abeilles. Ce protozoaire microscopique se présente sous la forme de kystes ou d'amines.
- *Nosema apis* : Ce protozoaire provoque la nosérose, maladie qui touche les abeilles adultes.

Dans ce cas, l'abeille présente les symptômes suivant :

Ventre gonflé, diarrhées et éventuellement tremblement des ailes, vol par à-coups (Biri, 2011).

Champignons :

Les maladies provoquées par les champignons appelés également moisissures ou mycoses, atteignent les adultes et les larves (Biri, 2011).

- *Ascosphaera apis* : apparaît au cours des mois plus chauds et provoque la calcification du couvain, qui affecte les larves.

- *Aspergillus flavus* : provoque l'aspergillomycose, maladie qui apparaît lorsque l'été est humide et atteint les adultes et les larves.
- *Ascosphepera alvei* : provoque la moisissure du pollen, car il attaque le pollen qui se trouve dans les cellules des rayons.
- *Aspergillus niger* : autre aspergille qui toutefois contamine rarement les abeilles. Il atteint surtout les larves vieilles de quelques jours

Bactéries:

- Le *Streptococcus pluton* : provoque une maladie comme sous le nom de loque européenne. Cette maladie semble-t-il transmise par la nourriture (Biri, 2011).
- *Bacillus larvae* : engendre la loque américaine, identique à la loque européenne, mais plus grave.

Maladies diverses

- **Couvain sacciforme** : cette maladie qui atteint exclusivement les larves est peu connue. Elle est due à un virus filtrant et défère de la loque en ce que les larves atteintes (Biri, 2011)
- **Malade mai ou paralysie** : cette maladie d'origine non microbienne se manifeste au printemps ou début de l'été. Elle atteint les abeilles nourries qui aussitôt se traînent péniblement le ventre gonflé, parvenues au bord des rayons, incapables de voler, elles tombent sur le sol (Biri, 2011)
- **Mal noir ou mal des forêts** : les abeilles qui sont contracté cette maladie perdent plus ou moins leurs poils. Les abeilles deviennent alors complètement noires, sont répudiées et chassées de leur propre ruche par les abeilles qui se trouvent en bonne santé, cette maladie atteint les butineuses, les abeilles atteintes sont victimes de démangeaisons.
- **Couvain non viable** : dans certains cas assez rares ou assiste à la mort de nombreuses larves et nymphes qui avaient pris une couleur grisâtre, légèrement brune.

11- Le butin des abeilles

Le nectar

Le nectar est une substance douce et parfumée, souvent liquide : ses différents degrés de densité sont fonction de l'espèce végétale et du climat. Il peut contenir jusqu'à 80% d'eau, 7 à 60% de sucre on y trouve également des traces d'acides aminés, de gels minéraux, d'hormones végétales, de pigments, de vitamines. Parmi les plantes nectarifères, citons, l'acacia, l'aulne, le bouleau, le cerisier, le châtaignier, le chou, le cognassier, les *cucurbitaceae* en général, le framboisier, le frêne, le genêt, le houblon, le jasmin, la lavande, le lupin, la luzerne, le

marronnier d'Inde, la mélisse, le millet, l'oignon, le pommier, le prunier, le romarin, le sarrasin, la sauge, le sorbier, le thym, le trèfle blanc, etc.

L'apiculteur qui voudrait fournir à ses abeilles du nectar pendant tout le printemps et tout l'été pourrait semer, toutes les deux semaines, de la moutarde blanche, plante dont le nectar est très apprécié par les abeilles. Ceux qui possèdent des champs de trèfle rouge et violet doivent savoir que la première floraison est peu profitable pour la récolte de nectar parce que les fleurs ont un calice trop long, toutefois, dès la seconde floraison, les abeilles peuvent introduire leur langue dans le calice et en sucer le nectar.

Le nectar se forme dans les fleurs, ce- pendant, il ne suffit pas que la floraison soit abondante pour que la production de nectar soit importante car la formation de nectar dépend en grande partie des conditions météorologiques. Le climat est favorable à la formation de nectar lorsque, au mo- ment de la floraison, les pluies sont abondantes, les nuits chaudes et les journées ensoleillées. La sécrétion de nectar est importante au cours des premières heures de la matinée, elle diminue lorsque la chaleur du soleil se fait sentir et redevient abondante en fin de journée.

Le nectar a pour fonction d'attirer les insectes destinés à provoquer la fécondation de la fleur mais il ne se trouve pas toujours uniquement dans le calice de la fleur.

Lorsque l'abeille a récolté ce nectar, elle le fait descendre dans son jabot où il est enrichi avec des substances sécrétées par les glandes salivaires. A son retour dans la ruche, l'abeille déglutit ce nectar dans la bouche d'autres abeilles qui, à leur tour, le déposent dans les cellules destinées aux aliments. Lorsque la cellule est remplie de ce nectar qui se transformera plus tard en miel et qui a perdu, au cours de cette opération, un certain volume d'eau, plusieurs abeilles referment l'ouverture de la cellule avec un opercule de cire.

12-Apiculture en Algérie

En Algérie l'apiculture a toujours revêtu une importance sur le plan socio-économique, compte tenu des conditions climatiques et de la flore importante favorable à son développement. Malgré ces conditions favorables, la production algérienne en miel de l'ordre de 4000 à 5000 quintaux par an, est inférieure aux besoins de la consommation locale, alors qu'elle devrait être supérieure et être à l'origine d'un courant d'exportation important (**Nair, 2014**)

L'Algérie possède des ressources mellifères très étendues variées qui permettent à avoir des différents miels, ces ressources contribuent à l'apparition d'apiculture dominante dans les régions suivantes : Littoral, montagne, hauts plateaux, maquis et forêts (**Oudjet, 2012**). Neuf des treize wilayas du nord sont incontestablement très riches de possibilités apicoles, ce sont :

Alger, Oran, Mostaganem, Chlef, Constantine, Annaba, Tizi ouzou, Tlemcen et Sétif. Dans ces wilayas les agrumes constituent l'élément principal de la flore mellifère cultivée

Chapitre 02

Bio-indicateur éco-toxicologique de polluants

Chapitre 02 : bio-indicateur éco-toxicologique de polluants

1-Définition polluant

Un polluant est une substance naturelle ou artificielle que l'homme a introduite dans un milieu où elle était absente ou présente en quantité différente. Toute substance ou tout produit chimique est donc potentiellement un polluant. D'ailleurs, comme l'a dit avec raison Paracelse, célèbre médecin et alchimiste suisse du **XV^{ème}** siècle, « rien n'est poison, tout est poison, seule la dose fait le poison ». Cependant, certaines substances sont plus toxiques que d'autres et donc plus nocives pour l'environnement. Épandage manuel d'herbicides

Remarque : on parle également de polluants physiques (chaleur, radioactivité, bruit, luminosité) et de polluants biologiques (toxines algales, germes pathogènes, parasites). Tout comme les polluants chimiques, ils peuvent affecter l'Homme et son environnement. *(Article rédigé par Vivien Lecomte, mis à jour le 2 juillet 2019 - Ecotoxicologie.fr : tous droits réservés)*

2- Bioindicateur de pollution

L'abeille peut être utilisée comme bioindicateur 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 pour y rapporter leur récolte. En observant la mortalité et en détectant les résidus de pesticides, métaux lourds ou molécules radioactives dans les abeilles ou les produits stockés il est possible d'apprécier le niveau de pollution de l'environnement (**Celli, 2002**)

3- Différents types de bioindicateurs

En fonction des objectifs poursuivis, on utilise différents types de bioindicateurs. Une classification possible, prenant en compte le type d'informations fourni (en lien avec l'objectif), l'échelle de temps considérée et la nature des tests réalisés, inspiré de **Khalanski et Souchon (1994)**, est la suivante (**Voir figure 23**) :

Les biomarqueurs permettent d'évaluer l'influence d'une pollution ou d'un toxique particulier sur les individus. Ils sont le plus souvent mesurés sur les tissus d'un organe (foie, gonades, etc.). Ils présentent souvent une forte pertinence toxicologique mais une pertinence écologique plus faible. Ces techniques peuvent aider à fournir une évaluation a priori du risque par l'identification des dommages susceptibles d'être causés par une substance particulière aux individus ou à leur population.

Les indicateurs biologiques reposent sur des tests biologiques, s'intéressent aux effets des polluants sur des organismes tests (tests létaux ou sublétaux) ou sur des populations. Leur pertinence toxicologique et écologique est équilibrée. La détermination des critères de toxicité,

telles que la mortalité, les perturbations cellulaires, les changements de poids, la variation des taux de reproduction ou de prise de nourriture permet définir les concentrations toxiques et les concentrations sans effet. Au Royaume-Uni ou aux États-Unis, ces méthodes constituent, depuis la fin du XX^{ème} siècle, le support de la mesure de la toxicité directe globale d'un effluent (Direct Toxicity Assessment) et permettent d'instruire les demandes d'autorisation de rejets basés sur leur toxicité (Toxicity Based Consents). En France elles sont en particulier utilisées pour calculer la redevance pollution.

Les indices biotiques (ou indices biocénotiques) reposent sur l'étude des communautés (par exemple présence ou absence d'espèces indicatrices). Ils présentent une forte pertinence écologique mais une faible pertinence toxicologique. L'abondance relative de certaines espèces a été utilisée depuis le début des années 60 comme indicateur du niveau de stabilité environnementale ou pour mesurer la position d'une espèce dans des limites définies de tolérance (voir par exemple Indice Biologique Global Normalisé / IBGN (HU)). Les indices biotiques servent de base à l'évaluation de l'état écologique des masses d'eau.

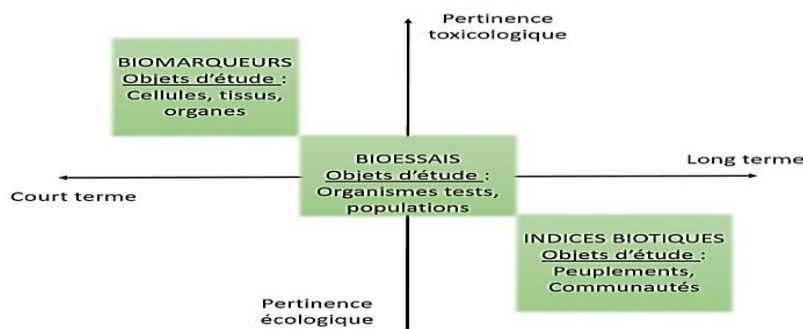


Figure 23 : Position des trois grands types de bioindicateurs dans le plan représentativité-temps de réponse, Source : inspiré de [Khalanski et Souchon, 1994].

4- Abeilles et bioindicateur

Le but de la bio-indication est d'utiliser des organismes vivants (végétaux, insectes ou animaux) pour indiquer la présence de polluants dans l'environnement. Ces organismes, appelés bio-indicateurs, permettent de mesurer naturellement le degré, les effets ainsi que l'étendue de la pollution. En connaissant les risques d'empoisonnement des bioindicateurs, on peut interpréter des extrapolations sur les risques d'intoxication pour d'autres organismes, incluant l'être humain. Les lichens et les mousses sont des bioindicateurs végétaux très reconnus. Toutefois, du côté animal, l'abeille domestique joue aussi un rôle hors pair dans la

détection de la pollution. Plusieurs caractéristiques éthologiques et morphologiques font de l'*Apis mellifera* un détecteur écologique fiable et irréprochable (Porrini *et al.*, 2003a). Elle prélève des échantillons dans presque tous les secteurs environnementaux (sol, végétation, eau et air) lors de ces activités de butinage, fournissant ainsi plusieurs indicateurs pour chaque saison.

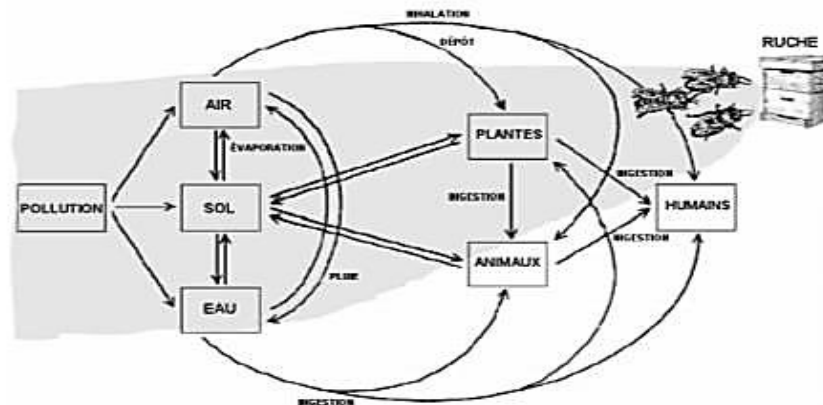


Figure 24 : Secteurs environnementaux visités par l'abeille. Modifiée de Porrini *et al.*, 2003a

De plus, une bonne variété de produits sont amenés à la ruche (nectar, pollen, miellée, propolis et eau) et sont emmagasinés dans des cellules selon des critères variés, offrant ainsi une gamme de produits différents pour les analyses. D'autres avantages sont aussi très pertinents, tels que :

- Organisme omniprésent dans l'environnement ;
- Présent sur tous les continents et dans la majorité des pays ;
- Espèce facile à multiplier;
- Très haut taux de reproduction ;
- Durée de vie relativement courte ;
- Régénération continue de la colonie ;
- Besoins modestes en alimentation;
- Son corps couvert de poils, ce qui le rend particulièrement approprié pour garder les substances avec lesquelles il entre en contact ;
- Très sensible à la majorité des produits phytosanitaires ;
- Grande mobilité et large aire de vol (rayon de 2 à 6 km) permettant un vaste

- Zone de monitoring;
- Apte pour des recherches dans différents types d'environnement (en laboratoire, en serre et en champs).

Il y a deux façons principales de détecter la pollution de l'environnement avec l'*Apis mellifera*, soit par l'analyse des abeilles mortes à la suite d'un haut taux de mortalité, soit par l'analyse de ses produits (miel, pollen et nectar).

Lorsque les abeilles ressentent un malaise dû à une intoxication, elles ont tendance à revenir à la ruche. Certaines meurent sur place, d'autres en chemin ou près de la ruche. Parfois, l'abeille intoxiquée dégage une odeur qui n'est pas tolérée par les gardiennes. Ces dernières tueront la butineuse et l'expulseront de la ruche. Normalement, lorsque le nombre d'abeilles mortes est supérieur à 250, des analyses chimiques sont faites pour détecter la présence de produits toxiques dans les cadavres. Des trappes à abeilles mortes sont parfois installées par les apiculteurs devant les ruches pour faciliter l'évaluation de la mortalité. Des analyses palynologiques permettent de déterminer le type de pollen retrouvé sur l'est pollens sont des marqueurs de la flore mellifère et anémophile. Ils sont, de par leur est clair qu'aucun produit apicole commercialisé (pollen, nectar ou gelée royale) ne des corps de l'insecte. Ces informations reliées à une carte localisant les aires de semences autour de la station de monitoring permettent d'estimer sur comment et où les abeilles ont été intoxiquées. Il y a des modèles plus dispendieux nécessitant une main-d'œuvre qualifiée, qui, en plus des trappes d'abeilles mortes, sont munis de récupérateurs de pollen et de compteurs électroniques de butineuses sortant et entrant à la ruche.

La structure physico-chimique, des absorbeurs de polluants hydrophiles ou lipophiles. Les miels, quant à eux, sont des solutions de sucres complexes issus du nectar transformé par les organes digestifs de l'abeille. Les miels gardent la trace infinitésimale des produits phytosanitaires rencontrés par l'abeille lors du butinage. Ils permettent de détecter la présence de polluants les plus variés : minéraux, métaux lourds et produits chimiques organiques, cryptogamiques et microbiens.

Il provient des ruches utilisées pour les études de bio-indication. Les produits de la ruche vendus sur le marché sont confectionnés à partir de fleurs qui sont exposées aux contaminants environnementaux normaux, au même degré que tout autre organisme végétal, animal et humain (**Houle, 2006**)

5- Bio-indication de métaux lourds

La présence de métaux lourds dans l'environnement peut être d'origine naturelle ou anthropique. Beaucoup d'émissions proviennent des activités humaines des secteurs industriel et automobile. Étant donné qu'elles ne peuvent se déplacer, les fleurs sont des organismes qui peuvent être très exposés aux retombées de polluants atmosphériques. Le pollen peut donc être facilement contaminé. De plus, les plantes tirent les minéraux du sol pour leur alimentation, certains ingrédients peuvent alors passer du sol à la plante et se retrouver dans le pollen et le nectar de la fleur.

L'*Apis mellifera* est un insecte très poilu qui se promène partout autour de la ruche. Elle ramasse ainsi les poussières atmosphériques. Sans le vouloir, les polluants recueillis se retrouvent ensuite incorporés au pollen lorsqu'elle se brosse pour former les pelotes.

De nombreuses variables doivent être considérées lorsque l'on utilise l'abeille comme bioindicateur de métaux lourds, soit :

- La température (la pluie ou le vent peut transporter les contaminants d'un autre secteur)
- La saison (le débit du nectar est plus grand au printemps, ce qui peut diluer le polluant)
- L'origine botanique (les fleurs ayant une morphologie plus ouverte laissent place à une plus grande exposition aux contaminants).

Rejets automobiles

L'université de Pau et des Pays de l'Adour en France a fait des essais sur la bioindication des métaux lourds et des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) provenant de la circulation routière dans le but de déterminer les impacts de la pollution des transports sur les écosystèmes. Le groupe a placé deux ruches en bordure d'un axe routier et une troisième utilisée comme témoin à 1,5km de l'autoroute. Les résultats ont montré que le pollen a été plus efficace pour mesurer le zinc et le plomb. Ils ont indiqué des concentrations plus élevées pour les ruches situées près des axes routiers. Le miel, quant à lui, a été plus performant pour mesurer les HAP qui étaient surtout présents dans les ruches des axes routiers. Des résultats similaires ont été trouvés pour les HAP mesurés dans le corps des abeilles (Etchelecou, 2001).

Rejets industriels

D'autres recherches ont montré l'efficacité d'utiliser le miel pour mesurer les rejets de métaux lourds d'une compagnie métallurgique de Copsa Mica, en Roumanie, qui a longtemps été reconnue comme une des villes les plus polluées de l'Europe. Malgré l'évidence de la pollution engendrée par les activités industrielles, la compagnie ne semblait pas vouloir admettre leurs impacts environnementaux. Cinq ruches ont été installées à différentes distances

des rejets atmosphériques. Les analyses ont pu prouver que les émissions de métaux lourds provenaient bien de l'usine et que ceux-ci pouvaient fortement provoquer des impacts négatifs sur la végétation, la faune, l'agriculture et même l'être humain (**Cecilia, 2005**).

Au Québec, en plus d'au moins 15 autres méthodes de suivi, l'aluminerie Alcoa de Deschambault utilise le pollen des abeilles afin de mesurer les émissions atmosphériques des fluorures. Elle se sert de cet indicateur de performance depuis son implantation en 1992. Le Centre de recherche en science animale de Deschambault (**CRSAD**), situé à moins de 1km de l'usine, fournit chaque année, de mai à septembre, deux nouvelles ruches à l'aluminerie. Les ruches sont situées à environ deux kilomètres dans les vents dominants du nord-ouest. Chaque semaine, le personnel du **CRSAD** prend des échantillons de pollen dans chacune des ruches et les fournit à Alcoa pour leurs analyses. Les données obtenues permettent ainsi de vérifier la stabilité de leur système. Aucune anomalie ni mortalité d'abeille particulière n'a été détectée avec les ruches utilisées. Les responsables environnementaux de l'aluminerie Alcoa apprécient beaucoup l'utilisation du pollen des abeilles comme outil de bio-indication car cette méthode est de faible coût, elle est très accessible et permet de nombreux échantillonnages, minimisant ainsi les risques d'erreur des mesures (**Richard, 2007**)

Bio-indication de produits radioactifs

Le pollen récolté par *Apis mellifera* permet de mesurer efficacement l'étendue de matières radioactives. Ce n'est qu'après la tragédie de Chernobyl que l'excellente efficacité de bio-monitoring a été démontrée sans équivoque. Une équipe de recherche d'Italie a trouvé, dans le contexte de Chernobyl, que, comparativement au miel et à la cire, c'est le pollen qui est le meilleur produit pour le monitoring de la radioactivité. Dans l'incident de Algeciras (Espagne) en 1998, on a pu déterminer l'étendue du césium 137 grâce au pollen de l'abeille (**Porrini et al., 2003a**)

Bio-indication de produits phytosanitaires

La bio-indication des produits phytosanitaires avec les abeilles est une technique très importante, non seulement pour identifier les risques potentiels de l'empoisonnement des abeilles, mais aussi pour déterminer le degré de la contamination de l'environnement causé par des produits phytosanitaires. Dans plusieurs cas, la pollution causée par des applications erronées, abusées ou même illégales de produits phytosanitaires peut être prouvée grâce à l'abeille et à ses produits.

Pendant près de 20 ans, le groupe de recherche « Guido Grandi » de l'Institute of Entomology of the University of Bologna (Italie) a étudié la relation entre les abeilles et les

produits phytosanitaires utilisés dans les champs agricoles (**Porrini et al., 2003b**). Depuis 1980, plus de 400 stations de monitoring ont été installées en Italie. Celles-ci ont pu révéler quels étaient les produits phytosanitaires les plus utilisés dans les champs agricoles des régions étudiées. Ils ont déterminé que l'empoisonnement des abeilles italiennes était causé principalement par les produits phytosanitaires utilisés pour le traitement des semences agricoles, des vergers et des vignobles. Les insecticides les plus fréquents sont les organophosphates, les carbamates et les organochlorés. Le monitoring de ces produits indique des pratiques agricoles non spécialisées ou qui ne respectent pas le territoire. L'application de ces produits semble provenir surtout de motivations commerciales qui considèrent peu la protection des plantes (**Porrini et al., 2003b**).

Le monitoring avec les abeilles permet également de déterminer des utilisations illégales. Par exemple, en 1995, du lindane a été trouvé dans certaines abeilles mortes d'une ruche située dans le centre-ville de Ravenna (Italie). L'utilisation de ce produit organochloré est permise seulement dans des zones très limitées de champs agricoles et pour seulement certaines cultures (**Porrini et al., 2003b**).

Un des comportements des butineuses, qui réduit souvent les risques d'intoxication, est la répulsivité. En effet, les butineuses qui abordent une plante traitée aux produits phytosanitaires rebroussement généralement chemin sans se poser sur la fleur. C'est ainsi que les parcelles traitées voient se raréfier les pollinisateurs durant plusieurs heures suivant le traitement. Cet effet a des conséquences négatives sur la pollinisation, mais, d'un autre côté, est favorable à la conservation des abeilles *Apis mellifera*. Par contre, si l'insecticide est pulvérisé par avion ou hélicoptère, les butineuses sont touchées d'une manière beaucoup plus brutale, leur possibilité de fuite étant très réduite. De retour à la ruche, les abeilles contaminées sont, dans la grande majorité des cas, repoussées par les gardiennes et même souvent tuées sur place afin de ne pas contaminer la colonie et la reine. Certains insecticides ne causent pas de haut taux de mortalité chez l'abeille, mais peuvent provoquer des changements de comportements sévères, même à faibles doses (**Charrière, 1999**). Par ailleurs, la détection de produits phytosanitaires systémiques est difficilement réalisable par l'abeille car ils sont induits dans la plante par la racine

6- La pollution atmosphérique

6-1- Définition de la pollution atmosphérique

L'atmosphère constitue pour l'ensemble des êtres vivants, un élément de la biosphère, non seulement parce que certaines d'entre eux y puisent l'oxygène qui leur est nécessaire, mais

aussi parce que l'ensemble des propriétés qui la caractérise est en fait utile au développement des divers formes de vie que nous connaissons (**Pierre,1975**).

Le Terme pollution atmosphère désigne l'ensemble de rejet de composés toxique libérés par l'homme dans l'atmosphère. Mais aussi les substances malodorantes qui son peuvent être vraiment dangereuses dans l'immédiat pour les organismes vivants, exercent tout de même une action perturbatrice sur l'environnement (**Emilion et Koller, 2004**).

Le conseil de l'Europe, dans son rapport du 14 septembre 1967 a retenu la définition suivante, (il y a pollution de l'atmosphère lorsque la présence d'une substance étrangère ou une variation importante dans les proportions de ses constituants est susceptible de provoquer un effet nuisible, compte tenu des connaissances scientifiques du moment, ou de créer une gêne).

6. 2 -Différentes échelles de la pollution

Centre Interprofessionnelles Technique d'Etude de la Pollution Atmosphérique (**CITEPA**), les phénomènes relatifs à la pollution atmosphérique se déclinent :

6-2-1- La pollution locale

Où pollution de proximité, s'intéresse à la pollution de l'air dans les grandes villes et les fortement peuplées où se situent la plupart des sources de la pollution aux activités zones humaines.

6-2-2- La pollution régionale

Pollution à longue distance les polluants émis par les activités humaines retombent en partie à proximité des sources les principaux problèmes de pollution a langue distance sont l'acidification, l'eutrophisation et la pollution photochimique.

6-2-3- La pollution globale (planétaire)

Ce type de pollution a été mis en évidence au cours des années 80. Avec les observations des chercheurs sur l'effet de serre et la destruction de l'ozone stratosphérique.

6.3-Classification des polluants atmosphériques

Selon (**Popescu et al., 1998 in Benhamada, 2004**) ; les polluants peuvent être classés en fonction de leur nature et de leur degré de dispersion en :

6..3.1-Polluants inorganiques

Dérivés oxygénés du soufre (dioxydes- SO_2), dérivés oxygénés de l'azote (monoxydes et dioxydes d'azote), Hydrogène sulfuré, Ammoniac, Monoxyde et dioxyde de carbone, dérivés du Plomb, Clore et chlorures, Fluore et fluorures.

6-3-2- Polluants organiques

Dérivés du carbone, les hydrocarbures, aldéhydes et cétones, composés organiques du soufre (sulfure).

6-3-3- Aérosols

- Particules solides (poussières, fumées).
- Particules liquides (brouillards, gouttelettes).

Les polluants énumérés peuvent se rencontrer simultanément, ce qui permet tout de suite de comprendre combien est complexe la pollution atmosphérique.

Partie 02

expérimentale

I : Étude expérimentale

1- Présentation de la zone d'étude

1-1- Le cadre géographique

La wilaya de Skikda est située à l'Est du littoral Algérien. Elle regroupe une population de 804.697 habitants et s'étend sur une superficie de 4.137.68.km², avec 130 Km² de côtes. Elle est limitée au Nord par la mer méditerranée, et avoisine la wilaya de Annaba, Constantine, Guelma, Jijel.

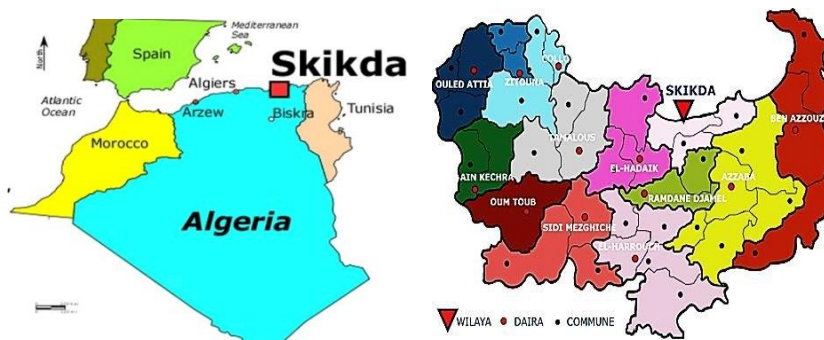


Figure 25: Carte de localisation des échantillons des abeilles dans les stations d'étude de la wilaya de Skikda

1-2- Site de prélèvement de l'espèce

L'échantillonnage est effectué dans des stations, situées dans même l'étage bioclimatique de la région de Skikda. Les prélèvements des échantillons d'abeilles ouvrières, d'âges inconnus. Chaque station 40abeilles.

- ❖ Le premier est situé dans la commune de Tamalouse.
- ❖ La deuxième est située dans la commune de Bin el Ouidene.
- ❖ La troisième est située dans la commune de Ramdane Djamel.

1-2-1- La région de Tamalous

La zone d'étude est située au Nord-Est de l'Algérie (Wilaya de Skikda), connue sous le nom géographique de Tamalous. C'est une région caractérisée par un climat Méditerranéen subhumide.



Figure 26: Cadre géographique de Tamalous

1-2-2- la région de Bin el ouidene

Bine El Ouidane est une commune algérienne du district de Tamalous, dans la wilaya de Skikda. Elle est bordée au nord par les communes de Karkara et Beni Zeid, au sud par la commune d'oum al-Toub, à l'est par la commune de Tamalous, et à l'ouest par la commune d'Ain kechra



Figure 27 : cadre géographique de Bin el ouidene

1-2-3- la région de Ramdane Djamel

La commune de Ramadan Djamel est située dans l'Etat de Skikda, bordée au nord par les communes de Beni Bachir, Hamadi Krouma et Al Hadaik, au sud par les communes de Saleh Bou Chaaar et Laghdir, à l'est par la commune d'Azaba, et à l'ouest par les communes de Bouchtata et Amjaz Al-Dashish.



Figure 28 : cadre géographique de Ramdane Djamel

1-3- Le climat

Le climat de la région d'étude est de type méditerranéen, se caractérisant par deux saisons: un hiver doux et pluvieux, et un été chaud et sec. Elles sont moins douces en hiver (9°C) et plus chaudes en été (27°C) au niveau du territoire intérieur où les amplitudes sont plus marquées.

1-4- La précipitation

Les pluies représentent un apport très important en eau, la quantité moyenne de pluie annuelle reçue par la région de Skikda est de 710.2 mm soit une moyenne mensuelle de 59.18 mm, cette quantité est appréciable vu que la région est considérée comme l'une des plus arrosées du pays.

1-5-Température

Les températures enregistrées sont de l'ordre de 9 C° en hiver et 27 C° en été, ce qui donne un hiver froid et un été chaud, caractéristiques du climat méditerranéen

1-6- Le vent

La région de Skikda est très exposée aux vents la vitesse maximale moyenne des vents qui soufflent est enregistrée durant le mois de décembre avec une valeur de 4.1 m/s.

1-7 - La couverture végétale

L'une des plus grandes richesses de la Wilaya de Skikda est incontestablement constituée par la forêt qui a donné naissance à la grande industrie du bois et des lièges. Pour situer son importance, il suffit de préciser que cette forêt couvre cinquante pour cent (50%) environ de la superficie de la wilaya. La majorité des habitants vit en milieu forestier

1-8- Les reliefs

Le relief de la Wilaya de Skikda est très accidenté sur la frange littorale est, dans les massifs de Collo, Azzaba et la Marsa. Dans ce relief on distingue trois types de zones topographiques : les zones de montagnes, les zones de plaines et les zones de piémonts.

II. Etude Biométrique

Dans cette partie nous décrirons les moyens et les méthodes utilisés pour réaliser notre étude biométrique sur l'espèce étudiée *Apis mellifera intermissa*. Notre étude 25/04/2024 à 25/05/2024 été réalisée entre à dans :

La boratoire de la biologie de l'université de 20 Aout1955-Skikda.

1- Matériel biologique

Les abeilles sont des insectes qui font partie de l'ordre des *Hyménoptères* et de la superfamille des *Apoidea*. Cette dernière comprend 6 familles, 130 genres et plus de 20.000 28pèces vivant majoritairement en solitaire, sauf pour une famille, celle des Apidés (Schmidt, 2013)

Classification	Taxon	Caractéristiques, exemples
Règne	<i>Animaux</i>	Hétérotrophes pluricellulaires homme, poissons, vers
Embranchement	<i>Arthropodes</i>	Exosquelette chitineux, articulé araignées, mille-pattes, crabes, écrevisses
Classe	<i>Insectes</i>	Corps divisé en trois parties tête, thorax et abdomen Hannetons, pucerons, puces, papillons
Ordre	<i>Hyménoptères</i>	Métamorphose complète ailes membraneuses Métathorax soudé au premier segment abdominal Guêpes, bourdons, abeilles solitaires
Sous-ordre	<i>Apocrites</i>	Rétrécissement entre le thorax et l'abdomen
Superfamille	<i>Apoidea</i>	Adaptation au régime alimentaire (miel et pollen): corps couvert de poils, corbeilles à pollen
Famille	<i>Apidae</i>	Insectes sociaux Sécrétion de cire abeille mellifère, bourdons, Mellipona
Genre	<i>Apis</i>	Sept espèces dont <i>mellifera</i> , <i>dorsata</i> , <i>cerana</i> , <i>flore</i>
Espèce	<i>Apis mellifera</i>	
Race	<i>Intermissa</i>	

1-2- Matériel

Le matériel utilisé :

- ❖ Des pinces
- ❖ L'alcool
- ❖ L'eau distillé
- ❖ Les tubes
- ❖ Balance
- ❖ Règle millimètre
- ❖ Lame et lamelle
- ❖ Loupe binoculaire

2- Stratégie d'échantillonnage et collecte des données

Dans le cas de notre travail, nous avons considéré une cellule de chaque site de prélèvement de la préfecture de Skikda. Sur chaque site, 160 abeilles ont été échantillonnées au hasard. Un flacon en verre de 50 ml contenant de l'alcool non hydraté 35ml. Chaque flacon contient 20 abeilles immergées dans l'alcool et 20 abeilles immergées dans l'eau distillée pendant 15 jours, puis La solution est filtrée

Tableau 01: nombre des ouvrières mesures par rucher d'échantillonnage

Site	Nombre de ruche	Effectif
Tamalous	01	40
Bin el ouidene	01	40
Ramdane Djamel	01	40

2-1- Analyse morphométrique**2-1-1- Critères morphologiques étudié**

Permis toutes les méthodes biométriques qui ont été vues précédemment, nous avons opté pour la plus simple et la plus précise, celle qui englobe les vingt principaux caractères biométriques : ladite (abeille par abeille). Cette méthode consiste à mesurer les vingt un (19) caractères morphologiques sur une même abeille.

Longueur et largeur de l'aile antérieure et postérieure

Les caractères morphologiques alaires (longueur et largeur de l'aile antérieure droite et de l'aile postérieure droite) sont importants dans la classification des différentes races et sous-races. La taille alaire influence, d'une part, le vol des abeilles et, d'autre part la quantité du

pollen qui peut être récoltée (Abdellatif *et al.*, 1977; Bucu *et al.*, 1987; Diniz-Filho *et al.*, 1999; Ftayeh *et al.*, 1994; Kandemir *et al.*, 2000; Leporati *et al.*, 1984; Meixner *et al.*, 1989; Moritz, 1991; Nelsen *et al.*, 1999; Oldroyd *et al.*, 1991; Oldroyd *et al.*, 1992; Oldroyd *et al.*, 1995a; Paddilla *et al.*, 1992a; Paddilla *et al.*, 1998; Paddilla *et al.*, 2001; Rinderer *et al.*, 1990; Rinderer *et al.*, 1995; Rutiner *et al.*, 2000; Sheppard *et al.*, 1997; Tilde *et al.*, 2000).

Les longueurs du tibia, le fémur et du métatarse, la longueur et largeur du métatarse de la patte postérieure

Ont été mesurées par un grand nombre d'auteurs (Abdellatif *et al.*, 1977 ; Akahira et Sakagami, 1959 (a, b); Bucu *et al.*, 1987; Diniz-Filho *et al.*, 1999; Kandemir *et al.*, 2000; Neilsen *et al.*, 1999; Oldroyd *et al.*, 1991; Oldroyd *et al.*, 1992;1 Oldroyd *et al.*, 1995 a; Padilla *et al.*, 1992b; Padilla *et al.*, 1998; Padilla *et al.*, 2001; Rinderer *et al.*, 1990; Rinderer *et al.*, 1995; Tilde *et al.*, 2000).

La longueur des flagelles antennaires

Des ouvrières ont été mesurées par un grand nombre d'auteurs (Abdellatif *et al.*, 1977 ; Akahira et Sakagami, 1959 (a, b) ; Bucu *et al.*, 1987 ; Diniz-Filho *et al.*, 1999; Kandemir *et al.*, 2000; Neilsen *et al.*, 1999; Oldroyd *et al.*, 1991; Oldroyd *et al.*, 1992;1 Oldroyd *et al.*, 1995 a; Padilla *et al.*, 1992b; Padilla *et al.*, 1998; Padilla *et al.*, 2001 ; Rinderer *et al.*, 1990; Rinderer *et al.*, 1995; Tilde *et al.*, 2000).

La mesure du tomentum

Consiste à déterminer la largeur de la zone pileuse au centre du quatrième segment abdominal dorsal, sa mesure est réalisée sous microscope (GR : x4) (Cornuet *et al.*, 1975 ; Cornuet *et al.*, 1978; Cornuet *et al.*, 1982; Cornuet *et al.*, 1988; Fresnaye, 1981; Cornuet *et al.*, 1989; Tilde *et al.*, 2000).

• La pilosité

C'est la longueur des poils situés au centre du 5ème tergite, sa mesure est réalisée sous microscope (GR x10). Cette mesure est d'un grand intérêt du point de vue systématique de l'abeille (Cornuet *et al.*, 1975 ; Cornuet *et al.*, 1978 ; Cornuet *et al.*, 1982 ; Cornuet *et al.*, 1988 ; Fresnaye, 1981 ; Cornuet *et al.*, 1989; Crewe *et al.*, 1994; Diniz-Filho *et al.*, 1999; Cornuet *et al.*, 1975 ; Cornuet *et al.*, 1978 ; Cornuet *et al.*, 1982 ; Cornuet *et al.*, 1988 ; Cornuet *et al.*, 2000 ; Tilde *et al.*, 2000).

. La coloration

(Largeur de la bande jaune sur le deuxième tergite abdominal) peut être selon les races, soit totalement jaune, soit totalement noire et entre les deux extrêmes, on trouve tous les

intermédiaires possibles (Cornuet *et al.*, 1975., Cornuet *et al.*, 1978., Cornuet *et al.*, 1982 ; Cornuet *et al.*, 1988 ; Gadbin *et al.*, 1979 ; Fresnaye, 1981 ; Cornuet *et Fresnaye*, 1989 ; Tilde *et al.*, 2000).

La longueur de la langue

La longueur de la langue est un bon caractère racial qu'il faut mesurer correctement. (Abdellatif *et al.*, 1977 ; Gadbin *et al.*, 1979 ; Cornuet *et al.*, 1975., Cornuet *et al.*, 1978; Cornuet *et al.*, 1982 ; Cornuet *et al.*, 1988 ; Cornuet *et Fresnaye*, 1989 ; Crewe *et al.*, 1994 ; Diniz-Filho *et al.*, 1999 ; Diniz-Filho *et al.*, 2000 ; Ftaych *et al.*, 1994 ; Grissa *et al.*, 1990 ; Hepburn *et al.*, 2000 ; Hepburn *et Radloff*, 1996, 1997 ; Meixner *et al.*, 1989 ; Padilla *et al.*, 1992b, 1998 ; Radloff *et al.*, 1996 ; Radloff *et Hepburn* 1997 (a,b) ; Radloff, 1996 ; Rinderer *et al.*, 1995 ; Sheppard *et al.*, 1997 ; Tilde *et al.*, 2000).

Longueur de la nervure alaire A et B

Ces deux caractères sont très importants pour calculer l'indice cubital. Ils ont été utilisés dans plusieurs travaux notamment de (Cornuet *et al.*, 1975 ; Cornuet *et al.*, 1978 ; Cornuet *et al.*, 1982 ; Cornuet *et al.*, 1988 ; Cornuet *et Fresnaye*, 1989 ; Diniz-Filho *et al.*, 1999 ; Gadbin *et al.*, 1979 ; Grissa *et al.*, 1990 ; Kandemir *et al.*, 2000 ; Leporati *et al.*, 1984 ; Oldroyd *et al.*, 1991 ; Oldroyd *et al.*, 1992 ; Oldroyd *et al.*, 1995a ; Padilla *et al.*, 1992b).

2_1_2 Méthode de mensuration

Les abeilles ainsi choisies au hasard sont disséquées une par une à l'aide de matériel de dissection. Les ailes droites antérieures et postérieures, l'antenne, la patte postérieure droite, ainsi que les tergites abdominaux (4ème et 5ème) sont prélevés et montés entre lame et lamelle (Hassanein *et El Banby*, 1956 ; El Banby *et Aboukorah*, 1976).

Tous les caractères biométriques ont fait l'objet de mesures précises réalisées sous une loupe binoculaire (Zeiss). Approximativement 100 mesures morphométriques ont été prises sur un échantillon de 120 Abeilles pour cette étude.



Figure 29 : Différents caractères morphométriques d'abeilles (photo personnelle)

Tableau 02: les caractères morphométriques d'abeilles étudiés

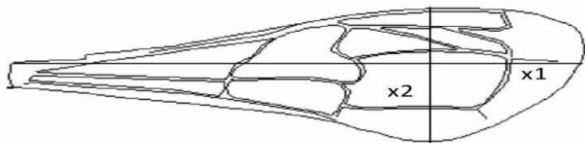


Figure 30 : Aile antérieure d'une abeille ouvrière
(Ruttner *et al.*, 1978 et Ruttner, 1988)

[x1] : longueur de l'aile antérieure.
[x2] : largeur de l'aile antérieure.



L'aile antérieure (photo personnelle)

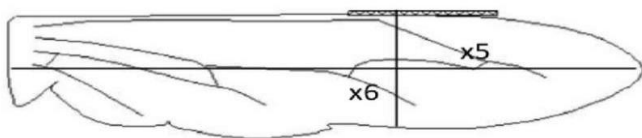
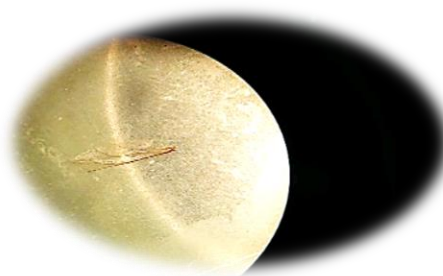


Figure 31 : Aile postérieure d'une abeille ouvrière
(Ruttner *et al.*, 1978 ; Ruttner, 1988.)

[x5] : longueur de l'aile postérieure.
[x6] : largeur de l'aile postérieure.



L'aile postérieure (photo personnelle)

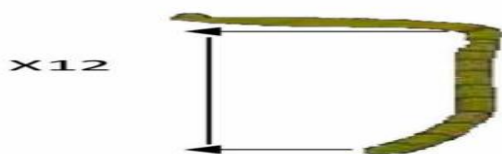


Figure 32 : Antenne d'une abeille ouvrière
(Ruttner *et al.*, 1978).

[x12] : longueur du flagelle antennaire.



Antenne (photo personnelle)

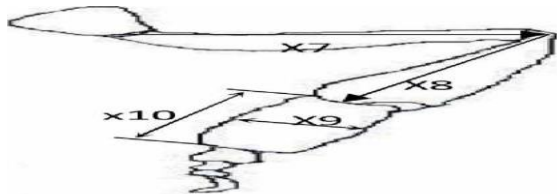
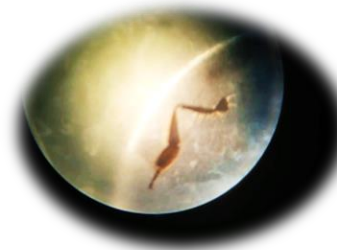


Figure 33 : ouvrière Patte postérieure d'une abeille
(Ruttner *et al.*, 1978; Ruttner, 1988) :

. [x7]: longueur du fémur
. [x8]: longueur du tibia
[x9]: longueur du métatarse



Patte postérieure(photo personnelle)

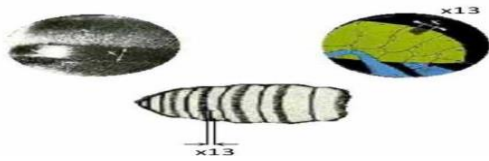


Figure 34 : Tomentum (Ruttner *et al.*, 1978).
[x13] : largeur de la bande pileuse au
niveau du 4^{ème} tergite abdominal

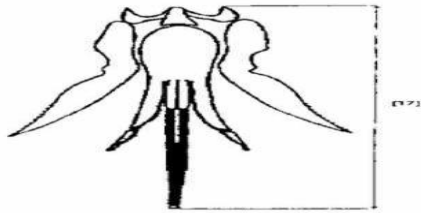
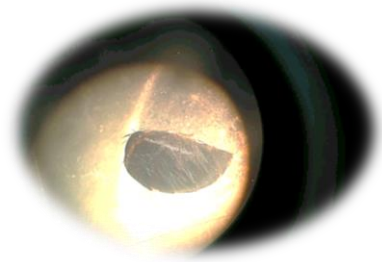


Figure 35 : Langue d'une abeille ouvrière
(Ruttner *et al.*, 1978 ; Ruttner, 1988)
[x16] : longueur de la langue



L'abdomen (photo personnelle)



La tête (photo personnelle)

III. Résultats et Discussion

1- L'analyse statistique

1-1- Description des données biométriques

Tableau 03 : Site Tamalous

Caractère morphologique (mm)	Variations	X min	X max	M±s
La tête	X1	3.000	6.000	4.500±2.12132034
Le thorax	X2	3.000	6.500	4.750±2.47487373
L'abdomen	X3	5.000	8.000	6.500±2.12132034
Longueur de l'aile antérieure	X4	8.000	11.000	9.500±2.12132034
Largeur de l'aile antérieure	X5	2.000	3.500	2.750±1,06066017
Longueur de l'aile postérieure	X6	5.000	7.500	6.250±1.76776695
Largeur de l'aile postérieure	X7	1.000	2.500	1.750±1.06066017
Antenne	X8	3.000	5.500	4.250±1.76776695
Le pique	X9	0.700	3.000	1.850±1.62634559
La taille générale	X10	0.9	1.3	1.100±0,28284271

Tableau 04: Site Bin el ouidene

Caractère morphologique(mm)	Variations	X min	X max	M±s
La tête	X1	2.5	5	3.750±1.76776695
Le thorax	X2	3	5	4.000±1.41421356
L'abdomen	X3	3.5	9	6.250±3.8890877
Longueur de l'aile antérieure	X4	8	10	9.000±1.41421356
Largeur de l'aile antérieure	X5	2	3.5	2.750±1.06066017
Longueur de l'aile postérieure	X6	6	7.5	6.750±1.06066017
Largeur de l'aile postérieure	X7	1	2.5	1.750±1.06066017
Antenne	X8	3	5.5	4.250±1.76776695
Le pique	X9	1.5	3.5	2.500±1.41421356
La taille générale	X10	0.9	1.5	1.200±0.42426407

Tableau 05: Site Ramdane Djamel

Caractère morphologique(mm)	Variations	X min	X max	m±s
La tête	X1	4	6	5.000±1.41421356
Le thorax	X2	3.5	6.5	5.000±2.12132034
L'abdomen	X3	5.5	11	5.000±3.8890873
Longueur de l'aile antérieure	X4	9	12	10.500±2.12132034
Largeur de l'aile antérieure	X5	3	4.8	3.900±1.27279221
Longueur de l'aile postérieure	X6	6	8.5	7.250±1.76776695
Largeur de l'aile postérieure	X7	2	3	2500±0.70710678
Antenne	X8	4.3	6	5.150±01.20208153
Le pique	X9	2	3.5	2.750±10606017
La taille générale	X10	1.4	2.1	2.750±0.49497475

Tableau 06: Présenté les valeurs moyennes les écart-types et les deux valeurs extrêmes calculées pour les trois ruchers

Caractère morphologique (mm)	Min	Max	M±s
La tête	2.500	6.000	4.250±2.47487373
Le thorax	3.000	6.500	4.750±2.47487373
L'abdomen	3.500	11.000	7.250±5.30330086
Longueur de l'aile antérieure	8.000	12.000	10.000±2.82842712
Largeur de l'aile antérieure	2.000	4.800	3.400±1.97989899
Longueur de l'aile postérieure	5.000	8.500	6.750±2.47487373
Largeur de l'aile postérieure	1.000	3.000	2.000±1.41421356
Antenne	3.000	6.000	4.500±2.12132034
Le pique	0.700	3.500	2.100±1.97989899
La taille générale	9.000	21.000	8.48528137

Min : valeur minimale, **Max** : valeur maximale, **M±s** : les moyennes et les écart-types

Les moyennes de la longueur de l'aile antérieure (variable x4)

Varié entre 10.500 mm et 9.500 mm et 9.000. D'après le tableau la longueur moyenne pour l'ensemble des 3 sites étudiés est de 306.666 mm et les écarts types varient de 2.12132034 (site 1) à 2.12132.34 (site 2) à 1.41421356 (site 3). La valeur maximale et la valeur minimale

des longueurs des ailes antérieures sont respectivement de 12 mm et 8 mm donc l'amplitude entre les deux valeurs extrêmes est de 3 mm.

La largeur de l'aile antérieure (variable x5)

Varié 3.900 et 2.750 et 2.750mm et. La longueur moyenne pour l'ensemble des 3 sites étudiés est de 3.13mm. Les écarts types sont entre 1.27279221a 1.06066017 et 1.06066017. La valeur maximale et la minimale des largeurs des ailes antérieures sont de mm 4.80 et 2.000mm.

Les moyennes de la longueur de l'aile postérieure (variable x6)

Entre 6.250 mm et 6,750mm et 6.750, La longueur moyenne pour l'ensemble des 3 sites étudiés 6.58 mm et les écarts types entre 1.76776695 a1.06066017 et 1.76776695 La valeur maximale et la valeur minimale des longueurs des ailes antérieures sont respectivement de 8.5 mm et 5 mm donnant une amplitude de 3.5 mm.

Les moyennes du largueur de l'aile postérieure (variable x7)

Varié entre 1.750 mm et 2.500 mm et 1.750. La longueur moyenne pour l'ensemble des 3 sites étudiés est de 2 mm et les écarts types varient de 1.06066017 à 0.70710678 et 1.06066017. La valeur maximale et la valeur minimale des largueurs des ailes postérieures sont respectivement de 3 mm et 1 mm donnant une amplitude de 2 mm.

Tableau 07: Présente les valeurs moyennes les écart-types et les trois valeurs extrêmes

Caractère morphologique(mm)	Min 1	Max1	Min 2	Max2	Min 3	Max 3
La tête	3	6	2.5	5	4	6
Le thorax	3	6.5	3	5	3.5	6.5
L'abdomen	5	8	3.5	9	5.5	11
Longueur de l'aile antérieure	8	11	8	10	9	12
Largeur de l'aile antérieure	2	3.5	2	3.5	3	4.8
Longueur de l'aile postérieure	5	7.5	6	7.5	6	8.5
Largeur de l'aile postérieure	1	2.5	1	2.5	2	3
Antenne	3	5.5	3	5.5	4.3	6
Le pique	0.7	3	1.5	3.5	2	3.5
La taille générale	09	13	9	15	14	21

Les moyennes de la longueur de la tête (variable x1)

Valeurs moyennes sont comprises entre 5.000 mm et 4500 mm et 3750 mm. Par contre les deux valeurs extrêmes, minimales et maximales sont 2.5 mm et 6 mm, la moyenne de la longueur de la tête pour l'ensemble des 3 sites est de 4.416 mm. Quand aux écarts types extrêmes sont 1.414 et 2.121 et 1.767.

Les de la longueur du thorax (variable x2)

La moyenne des trois sites est 5.000 mm et 4750 mm 4000 mm. Par contre les deux valeurs extrêmes, minimales et maximales sont 3 mm et 6 mm. Non Quand aux écarts types extrêmes sont 2.121 et 2.474 et 1.414.

Les moyennes de la longueur de l'abdomen (variable x3)

Les valeurs moyennes sont comprises entre 5.000 et 6.500 et 6.250 et par contre les deux valeurs extrêmes, minimale et maximale sont 3.5 mm et 11 mm. Quand aux écarts types extrêmes sont 3.889 et 2.121 et 3.889.

Les moyennes de la taille générale (x10)

Variet entre 2,750 mm et 1.100 mm et 1.200 mm, la longueur maximale est de 2.1 mm et la longueur minimale est de 0.9. Quand aux écarts types, les trois valeurs extrêmes sont entre 0.4949 et 0.2828 et 0.4242.

Les moyennes de la longueur de pique(x9)

Variet entre 2.750 mm et 1.850 mm et 2.500, la longueur maximale est de 3.5 mm et la longueur minimale est de 0.7 mm. Quand aux écarts types, les trois valeurs extrêmes sont entre 1.0606 et 1.6263 et 1.4142.

Les moyennes de longueur de l'antenne (x8)

Variet entre 5.150 mm et 4.250mm, la longueur maximale est de 6 mm et la longueur minimale est de 3 mm. Quand aux écarts types, les trois valeurs extrêmes sont entre 01.2020 et 1.7677.

**Tableau 08: Comparaison inter-sites des moyennes relatives aux 10 variables
Biométrie de 3 ruches d'échantillonnage du Skikda**

Caractère morphologique(mm)	DDL	SCE	CM
La tête	2	12.25	6.125
Le thorax	2	12.25	6.125
L'abdomen	2	56.25	28.125
Longueur de l'aile antérieure	2	16	8
Largeur de l'aile antérieure	2	7.84	3.92
Longueur de l'aile postérieure	2	12.25	6.125
Largeur de l'aile postérieure	2	4	2
Antenne	2	9	4.5
Le pique	2	7.84	3.92
La taille générale	2	144	72

DDL : Degrés de libertés

SCE : Somme des carrés des écarts

CM : Carre moyen

1-2- Analyse physico- Chimique

1-2-1- teneur en eau

Tableau 09 : Teneur en eau

Paramètres \ Région	Tamalous	Bin el ouidene	Ramdane Djamel
L'ammonium NH ₄	0.5	0.7	1
Phosphate PO ₄ ³⁻	3	3.9	4.3

1-2-2-Mesure de pH

Les tests de pH utilisant un pH-mètre sont un outil électronique utilisé pour mesurer le pH (acidité ou basicité) d'un liquide spécifique. Il s'agit généralement d'une électrode spéciale (électrode de verre) connectée à un compteur électronique qui mesure et affiche le pH. Elle a été réalisée sur trois échantillons de l'eau distillée + l'abeille et les résultats ont montré que la valeur du pH était de 6.09 à 6,18 dans les quatre échantillons, ce qui signifie qu'il y a un niveau acide dans le liquide.



Figure 36 : Photo personnelle Résultat test de tube 1



Figure 37 :Photo personnelle Résultat test de tube 2



Figure 38 : Photo personnelle Résultat test de tube 3



Figure 39 : Photo personnelle Résultat test de tube 4

Tableau 10 : Valeurs PH de l'eau distillée

N°	Origine	PH
M1	Tamalous	6.09
M2	Bin el oidene	6.18
M3	Ramdane Djamel	6.15

1-2-3- Conductivité électrique

Tableau 11 : Détermination de la conductivité électrique

N°	Origine	Conductivité électrique
M1	Tamalous	12.88
M2	Bin el oidene	12.70
M3	Ramdane Djamel	12.50

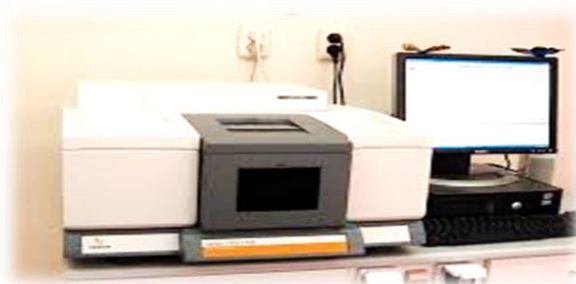


Figure 40 : Spectroscopie infrarouge

La spectrométrie d'absorption atomique (AAS) est une technique décrite pour la première fois en 1955 par Walsh. Elle étudie les absorptions de lumière par l'atome libre.

C'est une des principales techniques mettant en jeu la spectroscopie ou spectrométrie atomique dans le domaine UV-visible utilisée en analyse chimique. Elle permet de doser plus de soixante-dix éléments chimiques (métaux et non-métaux) du tableau de Mendeleïev.

Les applications sont nombreuses étant donné qu'on atteint couramment des concentrations inférieures au mg/L (ppm).

- Principe.

L'absorption atomique de flamme est une méthode qui permet de doser essentiellement les métaux en solution. Cette méthode d'analyse élémentaire impose que la mesure soit faite à partir d'un analyte (élément à doser) transformé à l'état d'atomes libres. L'échantillon est porté à une température de 2000 à 3000 degrés pour que les combinaisons chimiques dans lesquelles les éléments sont engagés soient détruites.

La spectrométrie d'absorption atomique est basée sur la théorie de la quantification de l'énergie de l'atome. Celui-ci voit son énergie varier au cours d'un passage d'un de ses électrons d'une orbite électronique à une autre, $Eh \nu$ où h est la constante de Planck et ν est la fréquence du photon absorbé ou émet. Généralement seuls les électrons externes de l'atome sont concernés.

- Absorption atomique

L'absorption atomique est le phénomène observé lorsqu'un atome à l'état fondamental absorbe un rayonnement électromagnétique à une longueur d'onde spécifique et passe à un état excité. Il en résulte un spectre de raies noires sur fond clair (Spectre d'absorption).

Aspect théorique de l'absorption atomique, La loi de Beer - Lambert.

En spectrométrie d'absorption atomique, on mesure l'absorbance, $A = K \cdot c$

A : Absorbance (sans unité)

C : Concentration de l'élément

K : Coefficient propre à chaque élément pour la longueur d'onde choisie.

Les photons absorbés étant caractéristiques des éléments absorbants, et leur quantité étant proportionnelle au nombre d'atomes d'élément absorbant selon la loi de distribution de Boltzmann.

L'absorption permet de mesurer les concentrations des éléments à doser. S'il y a plusieurs éléments à doser, on réalise cette manipulation pour chaque élément de l'échantillon en se plaçant à une longueur d'onde fixée. Il faut donc à chaque manipulation choisir une source

adaptée pour éclairer l'élément que l'on cherche à exciter, d'où l'existence de différentes lampes (lampe Mg, Ca, Mn etc...) Les lampes à cathode creuse haut de gamme de Heraeus sont utilisées pour déterminer des composants élémentaires d'un point de vue quantitatif et qualitatif dans un échantillon de liquides ou solides. (Abbas *et al.*, 2012)

- Instruments de la base.

Le dispositif expérimental utilisé en absorption atomique se compose d'une source, la lampe à cathode creuse, d'un brûleur et un nébuliseur, d'un monochromateur et d'un détecteur relié à un amplificateur et un dispositif d'acquisition.

L'infrarouge fut découvert en 1800 lorsque l'astronome britannique William Herschel décomposa à l'aide d'un prisme la lumière blanche du soleil en ces différentes couleurs. Ce dernier eut la brillante idée de placer des thermomètres aux emplacements des différentes couleurs qu'il pouvait observer, mais aussi au-delà, et c'est là qu'il remarqua un échauffement. Il en déduit qu'il devait exister en plus de la lumière visible, des rayonnements invisibles capables de transporter de l'énergie.

Il venait de découvrir un nouveau type de lumière que l'on a appelé rayonnement infrarouge La lumière visible (380-780 nm) que l'on peut observer sous différentes couleurs correspond à des ondes électromagnétiques auxquelles l'œil humain est sensible Chaque onde peut être caractérisée par sa longueur ou par sa fréquence. C'est ainsi qu'une radiation de couleur violette est caractérisée par des longueurs d'onde se trouvant dans le voisinage des 400 nm (1 nanomètre = 10^{-9} mètre) alors qu'une radiation de couleur rouge aura lieu aux environs de 750 nm.

Les rayonnements infrarouges sont du même type que les ondes visibles si ce n'est que la longueur de ces ondes est plus grande et invisible pour l'œil humain. Ils ne sont d'ailleurs pas les seuls que nous ne pouvons percevoir. Les rayons UV, X ou gamma sont également des ondes électromagnétiques invisibles. (Bertrand *et Baeten*, 2006)

L'objectif de l'utilisation de ces méthodes est de savoir si notre échantillon contient de la pollution atmosphérique, qu'il s'agisse d'engrais ou de métaux lourds (Pb, Mg, Hg, Zn...).

Discussion

Les analyses biométriques et les analyses statistiques que nous avons effectuées sur les échantillons d'abeilles du Skikda permettent de définir une différenciation significative du point de vue morphologique selon les sites d'échantillonnage Les comparaisons multiples du caractère biométrique entre les sites aux différents niveaux donnent les résultats suivants Fobs 1-u = 0,05 des différences juste significatives dans les caractères biométriques (La tête, le

thorax, l'abdomen, longueur de l'aile antérieure, Largeur de l'aile antérieure longueur de l'aile postérieure, Largeur de l'aile postérieure, antenne, le pique et la taille générale) Nos résultats biométriques obtenus ont été comparés avec ceux obtenus par (Achou., 2007) sur les abeilles algériennes (Annexe 4)

✓ **La longueur moyenne de l'aile antérieure**

Le longueur moyen d'aile antérieure obtenue est de 10.0mm Elle est supérieures par rapport à celles trouvées respectivement par (Achou., 2007) qu'est de 8.55 mm

✓ **La largeur moyenne de l'aile antérieure**

De 3.4mm Elle est nettement très proche par rapport à celles trouvées par (Achou., 2007) qui est de 3.01 mm.

✓ **La valeur moyenne de la longueur des ailes postérieure**

6.750mm elle est élevée par rapport a celle trouvées par (Ahou., 2007) 6,02 mm

✓ **Valeur moyenne de la largeur des ailes postérieure**

2.0mm elle est supérieure par rapport à celles rapportées par (Ahou., 2007) 1,73mm.

✓ **Valeur moyenne de Longueur du flagelle antennaire**

4.5 mm, il est élevé par rapport à celles rapportées par (Ahou., 2007) 2,53mm.

Pour comparer, entre les 3 sites, de chacune des 10 caractéristiques (variables), nous avons utilisé le test d'analyse de la variance a un critère ou à un facteur de classification modèle fixe (ANOVA). Ce test à révéler qu'il existe entre les 4 ruchers des différences justes significatives pour les moyennes de toutes les variables biométriques

Ces résultats sont confirmés par le test d'analyse de la variance multi variée (ANOVA) qui montre qu'il existe des différences significatives entre les sites et ceci Pour la plupart des caractéristiques prises en considération simultanément.

Cette différenciation de taille entre les différents échantillons selon les sites de Prélèvement peut être attribuée due à l'influence de pollution atmosphérique. A l'instar de plusieurs sous espèces d'abeilles mellifères connues à travers le monde, notre races locale *Apis mellifera intermissa* dispose donc de population différenciables par leur morphologie Il est vraisemblable qu'à ces différences morphologiques se superposent des différences de comportement et de cycle biologique annuelle (Cornuet *et al.*, 1975). L'analyse des populations

géographiques des abeilles mellifères commence toujours par leur description morphologique (**Ruttner, 1988**).

Les résultats obtenus nous ont permis de constater une grande variabilité morphologique à l'intérieur des populations d'abeilles ivoiriennes prélevées. Ces résultats corroborent ceux de (**Tass encourt et Louveaux, 1978**) qui ont montré que la variabilité morphologique à l'intérieur de l'espèce *Apis mellifera* est extraordinairement élevée.

Ces résultats sont aussi corroborés par ceux de (**Winston et al., 1983**) qui ont trouvé que les variabilités intra colonies et inter colonies des sous-espèces d'abeilles *Apis mellifera* sont remarquablement élevées. Cette grande variation observée dans nos échantillons pourrait indiquer une appartenance à des écotypes différents. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que durant le vol nuptial, la reine est inséminée par plusieurs mâles qui proviendraient de différentes colonies voisines (**Chevalet et Cornuet, 1982**).

De plus, les résultats montrent que les individus sont plus gros dans les zones non polluées ou le climat est propre et favorable et plus petits dans les zones polluées ou le climat est impur. Bien que les conditions ne soient pas les mêmes, ces résultats démontrent qu'il y a un gradient lié au climat tel qu'énoncé par Bergman et d'Allen qui affirment que les individus des climats froids tendent à être plus grands que ceux de la même espèce vivant dans des climats chauds (**Mayr, 1963**). Cependant, la longueur de l'abeille, bien qu'étant un caractère important ne peut être considérée comme un indicateur lié à la détermination des sous-espèces d'abeilles. En effet, ce paramètre peut varier en fonction de l'environnement et d'autres facteurs abiotiques (**Garnery et al., 1998**).

La taille des ailes (longueur et largeur) est un paramètre qui influence, d'une part, le vol des abeilles et d'autre part la quantité de pollen qui peut être récoltée (**Abdellatif et al., 1977**). L'aile mesurée dans cette étude est comprise entre 8,000mm et 12,000mm, ce qui est plus grand que celui observé par (**Rottner, 1988**) chez les abeilles *Apis mellifera adansonii* qui étaient en moyenne de 8,45mm.

Conclusion générale

Conclusion générale

Enfin, les abeilles, les plus nombreuses au sein de la colonie, sont désormais plus faciles à repérer. Tout au long de leur vie, les abeilles effectuent de nombreux travaux, mais avant cela, elles ont une vie larvaire.

Les abeilles nourrissent les humains et les animaux, contribuent à préserver les plantes et à protéger les espèces végétales. C'est un maillon essentiel de l'activité humaine grâce à la pollinisation de la petite production agricole et à la création d'opportunités d'emplois non transférables dans le secteur apicole, notamment dans les pays les plus privés de mondialisation.

De nombreuses raisons expliquent le déclin du nombre d'abeilles. Il est très sensible au milieu de vie, au robinet plat qui remplit les plantes d'extérieur sur les routes et les chemins, au stockage de plantes rurales de haute qualité qui diversifient constamment les fleurs et ne nécessitent pas les ressources nécessaires et ensuite aux conditions de vie. Par ailleurs, l'utilisation de pesticides et d'insecticides dans l'agriculture et les jardins est accusée d'entraîner la disparition des insectes, notamment des abeilles domestiques. C'est cette menace qui nous inquiète, car les abeilles pollinisent 80 % des espèces végétales mondiales. Leur recherche de nourriture est donc essentielle pour la biodiversité. Les plantes constituent la base de l'existence, de la nourriture et de l'espace de vie de nombreux autres animaux, mais aussi de l'homme. Les abeilles ne sont donc pas une option. Nous avons besoin d'eux.

Si les abeilles disparaissent, diverses plantes ne pourront plus se reproduire et disparaîtront. Son absence entraînerait la perte de nombreuses espèces animales dont se nourrissent les humains. Les abeilles fournissent également aux humains des produits de la ruche tels que le miel, la propolis et la gelée royale, qui possèdent d'importantes propriétés nutritionnelles.

Le premier aspect de l'utilisation des abeilles comme bioindicateur concerne les effets sur les abeilles elles-mêmes et l'effet de la pollution environnementale sur leurs données biométriques. Elle peut donc vraiment jouer le rôle de gardienne. Les métaux lourds, les produits radioactifs et les pesticides peuvent être mesurés dans les produits de la ruche ou dans les corps des abeilles mortes. Nos analyses biométriques et statistiques des échantillons d'abeilles Skikda permettent d'identifier des différenciations morphologiques significatives. Cette différence de taille entre les différents échantillons est due à l'effet de la pollution atmosphérique.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

Abbas O., Dardenne, P. et Baeten, V. 2012. Near-Infrared, Mid-Infrared, and Raman Spectroscopy In : Chemical Analysis of Food: Techniques and Applications, Pico Y. Burlington, Elsevier Science, p59-91

Abdellatif M. A., Abou-E-Naga A. M., Ali M. H., Shakir P. M., et Al-Jaltli M. K., 1977. "Biometrical studies on Iraq honeybees", Journal of Apicultural research 16 (3), pp. 143-144.

Adam F., 1953. A la recherche des meilleures lignées d'abeilles (Second Voyage). Publié en
Abid, M., 2017. Evaluation de l'activité antifongique des miels Algériens vis-à-vis deux souches de *Candida albicans*. Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master Académique. Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen. p72

Achou M., 2007. Cadiq olan ss sellis sdomestiques de l'Est algo. Els physiopedailogiques de son paraste mejeus Vurmes destruction. Thèse de Doctorat en hiulagic animale. Université de Amita, Algérie 136p

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. p 379

Akahira Y., Sakagami S., 1959 a. A biometrical study of the Japanese honey bee observations upon some populations of Kyushu (studies on the JAPANESE HONEY BEE *Apis cerana* Fabr. III). Journal of Hokkaido Gakngei University, 10(2): 353-362.

Alleaume C. (2012).L'abeille domestique (*Apis mellifera*), exemple pour l'étude de l'attractivité des plantes cultivées sur les insectespollinisateurs. Thèse pour l'obtentionde diplôme du
Doctorat en médecine vétérinaire.

Facultéde Créteil. École nationale vétérinaire d'Alfort, 112p

Alexandre fronty.,1997. L'apiculture aujourd'hui. Édition Rustica, paris

Alexandra, R., 2011. Le miel, un compose complexe aux propriétés surprenantes. Thèse en pharmacie. : Université de limoges, France. p 132

Alexis, D., 2015. Le Tao du Pollen et L'Art des aiguilles et du Feu. Mémoire de fin d'études. Centre Imhotep. p 77

Amirat, A., 2014. Contribution à l'analyse physicochimique et pollinique du miel de *Thymus algeriensis* de la région de Tlemcen. Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master Académique. Université Abou-Bekr Belkaid –Tlemcen. p 45

- Amri, A., 2011.** Contribution à l'étude approfondie de Quelques miels produits en Algérie : Aspect physico-chimique et botanique. Thèse Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat. Université Baji Mokhtar-Annaba. p 221
- Ayme, A., 2014.** Synthèse des connaissances sur l'apiculture réunionnaise et enjeux pour la filière. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire. Université Paul-Sabatier de Toulouse- ENVV. p 147. p 132
- Badren, M.A., 2016.** La situation de l'apiculture en Algérie et les perspectives de développement. Mémoire présenté pour l'obtention Du diplôme de Master Académique. Université de Tlemcen. p 26
- Bakiri, A., 2018.** Abeilles sauvages et abeilles domestiques : Impact sur la biodiversité et la productivité. Université des Frères Mentouri Constantine. p 14
- Baudel M., 2017.** L'apithérapie. Thèse de doctorat en pharmacie. Université Picardie Jules Verne.123p
- Bertrand D. et Bacten V., 2006.** Instrumentations. In La spectroscopie infrarouge et ses applications analytiques, 2ème édition (Eds. Dominique Bertrand et Eric Dufour) Chapter 9, pp. 247-305.
- Benachour K., 2008-** Diversité et activité pollinisatrice des abeilles (Hymenoptera:Apoidea) sur les plantes cultivées. Thèse. Doctorat en Sciences en Entomologie Appliquée, Université Mentouri, Constantine, 151p
- Biri M., 1989** Le grand livre des abeilles. Apiculteur moderne. Edition de Vecchi S.A. Paris.
- Biri M., 2002.** Le grand livre des abeilles. Apiculteur moderne. Nouvelle édition mise à jour De Vecchi S.A. Paris.
- Biri M., 2010.** Tout savoir sur les abeilles et l'apiculture. Ed. De Vecchi.
- Biri M., 2011.** Tout savoir sur les abeilles et l'apiculture. Ed. De Vecchi. Paris.pp.302.14-101p
- BENHAMADA. 2004-**Utilisation des techniques de transplantation lichéniques dans l'appréciation de la pollution fluorée générée par la briqueterie de Jijel et son impact sur l'environnement.
- Buco S.M., Rinderer T.E., Syvester H.R., Lancaster V.A., Crewe R.M., 1987.** Morphometric differences between South American Africanised and South African (*Apis mellifera scutellata*) Honey Bees. *Apidologie*, 18 (3): 217-222,
- Boucif O L W (2017).**Etude comparative de la diversité floristique de trois stations de Remchi (Wilaya de Tlemcen) et estimation de la qualité du miel récolté. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du Diplôme en Ecologie et Environnement, Université de Tlemcen , 52p

- Boulkrah, H., (2008)**, étude comparative de l'adsorption des ion plomb sur différents adsorbants. Mémoire de magister en chimie. Université de Skikda , Algérie
- Catays, G., 2016**. Contribution à la caractérisation de la diversité génétique de l'abeille domestique *Apis mellifera* en France : cas du locus *csd* de détermination du sexe. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT. p 314
- CECILIA, G. (2005)**. Chemical contamination of bee honey, Identifying sensor of the environment pollution, *Journal Central European Agriculture*, volume 6, No1, p. 467-47
- CHARRIÈRE, J-P. (1999)**. Intoxication d'abeilles, Communication no 35, Station fédérale de recherches en production animale et laitière, Berne, 34 p
- Chouia, A., 2014**. Analyses polliniques et caractérisations des composés phénoliques du miel naturel de la région d'Ain zaâtout. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de magistère en Biologie. Université Mohamed Khider- Biskra. p 62
- Clemence, H., 2005**. Le miel : de la source à la thérapeutique. Thèse présentée pour l'obtention d'un Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie. Université Henri Poincaré – Nancy. p 96.
- Codex Alimentarius Commission. (2001)**. Rapport de la 7^e session du comité sur les sucres. Programme mixte FAO/OMS sur les normes
- Cornuet J.M., Fresnaye J., Tassencourt., 1975**. Discrimination et classification d'abeilles à partir de caractères biométriques. *Apidologie*, 9(1): 145-187.
- Cornuet J.M., Fresnaye J., Lavie P., 1978**. Etude biométrique de deux populations d'abeilles Cévenoles. *Apidologie*, 9(1): 41-55.
- Cornuet J. M., Albisetti J., Mallet N., Fresnaye J., 1982**. Etude biométrique d'une population d'abeilles Landaises. *Apidologie*, 13(1): 3-13.
- Cornuet J.M., Daoudi A., Mohssine E.H., Fresnaye J., 1988**. Etude biométrique de populations d'abeilles Marocaines. *Apidologie*, 19(4): 355-366.
- Cornuet J.M., et Fresnaye J., 1989**. Étude biométrique de colonies d'abeilles d'Espagne et du Portugal. *Apidologie*, 20: 93-101
- Crewe R.M., Hepburn H.R., Moritz R.F.A., 1994**. Morphometric analysis of 2 southern African races of honeybee. *Apidologie*, 25: 61-70.
- Diniz-Filho J.A.F., Fuchs S., Arias M.C., 1999**. Phylogeographical autocorrelation of phenotypic evolution in honey bees (*Apis mellifera*). *Heridity*, 83: 671-680.
- Diniz-Filho J.A.F., Hepburn H.R., Radloff S.E., Fuchs S., 2000**. Spatial analysis of morphological variation in African honeybees (*Apis mellifera* L.) on a continental scale. *Apidologie*, 31: 191-204.

- DjamaiAbdlhadi, 2018**, l'apiculture à la portée de tous, Editions Talantikit-bejaia, ISBN
- Eeyer, M., Neumann P. et Dietemann V., 2016**. Des secrets révélés de la production de miel par les abeilles. Institut pour la Santé de l'Abeille. 11, p4
- Élodie, C., 2013**. Le miel : composition et technique de production. Mémoire de master de traduction italien-français .Université Sorbonne Nouvelle – Paris 3. p 103
- EMILION k., 2004-** Traitement des pollution indistrielles Eau- Air- Déchet- Sols boues: Ed. Du mode.
- ETCHELECOU, A. (2001)**. Programme écosystèmes, Transport et pollution, Université de Pau et des Pays de l'Adour, France
- Fresnaye J., 1981**. Biométrie de l'sheille, 2e éd. Echauffour (Orne), Office pour l'Information et la Documentation en Apiculture, 56 p.
- Ftayeh A., Meixner M.D., Fuchs S., 1994**. Morphological investcation in Syrian honeybees pidologies, 25: 396-401.
- Gadbin C., Cornuet J.M., Fresnaye J., 1979**. Approche biométrique de la variété locale d'Apis mellifera L. dans le sud tchadien. Apidologie, 10(2): 137-148.
- Gallai N. Salles j. M. Settele J et Vaissière be (2009)**. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. Ecological economics. Vol. 68, n° 3, pp. 810–821.
- Garnery L., Franck P., Baudry E., Vautrin D., Cornuet J.M., et Mayr E., 1963**. "Animal Species and evolution", Belkhap Press of Harvard. University Press. Cambridge, Mass., USA pp. 12-21.
- Grissa K., Cornuet J.M., Msadda K., Fresnaye J., 1990**. Etude biométrique de populations d'abeilles tunisiennes. Apidologie, 21: 303-310.
- Hennebelle. 2010**. L'abeille In Doc Apiculture
- Hepburn H.R., Radloff S.E., Oghiakhe S., 2000**. Mountain honeybees of Africa
Apidologie, 31: 205-221
- HOULE, É. (2006)**. Communication personnelle. Technicien agricole au Centre de recherche en sciences animales de Deschambault, décembre 2006
- Hoyet C., 2005**. Le miel : De la source à la thérapeutique. Thèse pour obtenir le diplôme de docteur en pharmacie. Université Henri poincare – Nancy.106p
- Hummel R et Feltin M., 2014**. Syndicat des apiculteurs de Thann et environs. Reconnaître les maladies des abeilles quand on est apiculteur débutant
- Jean M Philippe.,1999**.le guide de l'apiculture.Nouvelle édition SARL Édisud, France.

- Ksouri C., 2019.** Enquête sur l'apiculture dans la région des Ziban. Mémoire de master en sciences agronomiques. Université Mohamed Khider de Biskra.68p
- Le conte Y., 2011.** 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. Ed. Rustica. Paris. pp.527. 12-83p
- Lehébel-Péron A., 2014.** L'abeille noire et la ruche-tronc Approche pluridisciplinaire de l'apiculture traditionnelle cévenole : histoire, diversité et enjeux conservatoires. Thèse pour obtenir le grade de docteur. Université de Montpellier. 379p
- Louveaux 1985.** Les abeilles et leur élevage. Ed.Hachette, p.11 et p.157. 46
- Mekkrai, N. et Daouar, Z., 2010.** Etude de développement ovarien chez l'abeille ouvrière "Apis Mellifera " .Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master Académique. Université Hassiba Benbouali de Chlef Algérie. p41
- Merabti, A., 2015.** Implantation d'un rucher au niveau de l'exploitation agricole de l'université d'Ouarela. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme master académique .Université d'Ourgela. p 41
- Moussaoui, N., 2011.** Analyse sensorielle de quelques miels du sud Algérien. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'Etat: Université Kasdi- Merbah Ouargla. p 81
- Moritz RFA, Kraus FB, Kryger P et Crewe RM (2010).** The size of wild honeybee populations (*Apis mellifera*) and its implications for the conservation of honeybees. Journal of Insect Conservation. Vol. 11, n° 4, pp
- Moritz RFA, Kraus FB, Kryger P et Crewe RM (2010).** The size of wild honeybee populations (*Apis mellifera*) and its implications for the conservation of honeybees. Journal of Insect Conservation. Vol. 11, n° 4, pp
- Nair, S., 2014.** Identification des plantes mellifères et analyses physicochimiques des miels algériens. Thèse présenté pour l'obtention du diplôme de doctorat en Biologie. Université d'Oran. p 202
- Nicola, B., 2010.** Le rôle des abeilles dans le développement rural. Manuel sur la récolte, la transformation et la commercialisation des produits et services dérivés des abeilles. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) Rome. p238
- SCHMIDT A.V., 2013- Miel.185p
- Oldroyd B.P., Cornuet J.-M., Rowe D., Rinderer T.E., Crosier R., 1995a.** Racial admixture of *Apis mellifera* in

Tasmania, Australia: similarities and differences with natural hybrid zones in Europe. *Heredity*, 74: 315-325.

Oldroyd B.P., Cornuet J.-M., Rowe D., Rinderer T.E., Crosier R., 1995a. Racial admixture of *Apis mellifera* in

Tasmania, Australia: similarities and differences with natural hybrid zones in Europe. *Heredity*, 74: 315-325.

Oudjet, K., 2012. Le miel une denrée à promouvoir. *Etudes et Enquêtes*. p 3

Padilla F., Puerta F., Flores J.M., Bustos M., 1992a. Bees, apiculture and the new world. *Arch. Zootec.*, 41: 563-567.

Pedigo L.P., 2002. Entomology and pest management. Fourth edition. Prentice Hall. 742p

PIERRE V., 1975- La pollution de l'air, effet, moyen de lutte prévention, mesure détection. *Encyclopédie de l'environnement*. Collection dirigée par Jean A. TERNISIEN.

Radloff S.R., Hepburn H.R., Robertson M.P., Hille R.V., Davidson Z., Villet M.H., 1996. Discriminant analysis of the honeybee populations of southwestern Africa. *African Entomology*, 4(1): 1-6.

Radloff S.R., Hepburn H.R., 1997a. Multivariate analysis of honeybee populations, *Apis mellifera* Linnaeus (Hymenoptera: Apidea), from western central Africa: morphometrics and pheromones. *African Entomology*, 5(2): 195-204. doctorat. Université de Limoges

The association between demolition activity and children's blood lead levels. *Environmental Research* 103: 345-351

Rinderer T.E., Daly H. V., Sylvester H.A., Collins A.M., Bucu S.M., Hellmich R.L... Danka R.G., 1990. Morphometric differences among Africanized and European honey bees their F1 hybrids (Hymenoptera: Apidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 83 (3): 346-351.

Rinderer T.E., Oldroyd B.P., Wongsiri S., Sylvester H.A., Guzman L.I., Stelzer J.A., Riggio R.M., 1995. A morphological comparison of the dwarf honey bees of southeastern Thailand and Palawan, Philippines. *Apidologie*, 26: 387-394

Rader R, Howlett Bg, Cunningham Sa, Westcott DA, Newstrom-Lloyd le, Walker MK, Teulon daj et Edwards w (2009). Alternative pollinator taxa are equally efficient but not as effective as the honeybee in a mass flowering crop. *Journal of Applied Ecology*. Vol. 46, n° 5, pp. 1080-1087

****Rader R, Howlett Bg, Cunningham Sa,**

- Requier F, Le Féon V (2017).** L'écologie des abeilles et ses enjeux pour l'agriculture. n°176 .30-31.
- RICHARD, P. (2007).** Communication personnelle. Responsable de l'environnement, Aluminerie Alcoa Deschambault, janvier 2007
- Ruttner F., 1968.** Les races d'abeilles, in: -traité de Biologie de l'abeille- (Chauvin R., éd.), Masson, Paris, T-1, pp. 27-44.
- Ruttner F., 1975b.** african races of honey bees. Proc. XXV Inter. Apic. Congress, Grenoble, pp. 325-344.
- Ruttner F., Tassencourt L. & Louveaux J., 1978.** Biometrical statistical analysis of the geographic variability of *Apis mellifera* L., *Apidologie*, 9: 368-381.
- Ruttner F., Pourasghar D., & Kauhausen D., 1985.** Die honigbienen des Iran. 2. *Apis mellifera* meda Skorikow, die Persische Biene, *Apidologie*, 16: 241-264.
- Ruttner F., 1986.** Geographical variability and classification. To Bee genetics and breeding, ed. Rindrer T.E., 23-55. Olando, Fla: Academic Press.
- Ruttner F., 1988.** Biogeography and Taxonomy of honeybees Springer-Verlag, Berlin, 284p.
- Ruttner F., Pour Elmi M., Fuchs S., 2000.** Ecoclines in the Near East along 36°N latitude in *Apis mellifera* L. *Apidologie*, 31: 157-165.
- Sana, H., 2017.** Etude des propriétés physicochimiques et antioxydants du miel soumis au vieillissement accéléré. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme master académique. Université A. MIRA – Bejaia. p 40
- Sheppard W.S., Arias M.C., Grech A., and Meixner M.D., 1997.** *Apis mellifera* rutinerie, a new honey bee subspecies from Malta. *Apidologie*, 28: 287-300.
- Schlesing, M., Paunovic, M., 2011.** Modern Electroplating. Ed John Wiley and Sons. Canada.600 p
- Sposito, G., 1986.** The polymer model of thermochemical clay mineral stability. *Clays and Clay minerals*. 34: 198-203
- Tahar, H. et Talaouit, F., 2017.** Profils polliniques, caractéristiques physicochimiques, activités antioxydantes et antibactériennes de quelques miels Algériens. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme master académique .Université Abderrahmane Mira de Bejaïa. p 47
- Tilde A.C., Fuchs S., Koeniger N., and Cervancia C.R., 2000.** Morphometric diversity of *Apis mellifera* Fabr. Within the Philippines. *Apidologie*, 31: 249-263.

Toullec, A. N. K. (2008). “Abeille noire, Apis mellifera mellifera. Historique et sauvegarde”,
Thèse de Doctorat Vétérinaire, Faculté de Médecine de Créteil

Winston M. L., Taylor O. R. et Otis G. W., 1983. "Some differences between temperate
European and Tropical African and South American honeybees", Bee World 64 (1),

Site internet, apiculture.net.<https://www.apiculturre.ne> >blog

Annexes

Annexes

Annexe 1 : Paramètres statistiques de base pour le site (Tamalous).

Caractère morphologique (mm)	Variations	Xmin	Xmax	M±s
La tête	X1	3.000	6.000	4.500±2.12132034
Le thorax	X2	3.000	6.500	4.750±2.47487373
L'abdomen	X3	5.000	8.000	6.500±2.12132034
Longueur de l'aile antérieure	X4	8.000	11.000	9.500±2.12132034
Largeur de l'aile antérieure	X5	2.000	3.500	2.750±1,06066017
Longueur de l'aile postérieure	X6	5.000	7.500	6.250±1.76776695
Largeur de l'aile postérieure	X7	1.000	2.500	1.750±1.06066017
Antenne	X8	3.000	5.500	4.250±1.76776695
Le pique	X9	0.700	3.000	1.850±1.62634559
La taille générale	X10	0.9	1.3	1.100±0,28284271

Annexe 2 : Paramètres statistiques de base pour le site (Bin el ouidene)

Caractère morphologique(mm)	Variations	X min	X max	M±s
La tête	X1	2.5	5	3.750±1.76776695
Le thorax	X2	3	5	4.000±1.41421356
L'abdomen	X3	3.5	9	6.250±3.8890877
Longueur de l'aile antérieure	X4	8	10	9.000±1.41421356
Largeur de l'aile antérieure	X5	2	3.5	2.750±1.06066017
Longueur de l'aile postérieure	X6	6	7.5	6.750±1.06066017
Largeur de l'aile postérieure	X7	1	2.5	1.750±1.06066017
Antenne	X8	3	5.5	4.250±1.76776695
Le pique	X9	1.5	3.5	2.500±1.41421356
La taille générale	X10	0.9	1.5	1.200±0.42426407

Annexe 3 : Paramètres statistiques de base pour le site (Ramdane Djamel)

Caractère morphologique (mm)	Variations	X min	X max	m±s
La tête	X1	4	6	5.000±1.41421356
Le thorax	X2	3.5	6.5	5.000±2.12132034
L'abdomen	X3	5.5	11	5.000±3.8890873
Longueur de l'aile antérieure	X4	9	12	10.500±2.12132034
Largeur de l'aile antérieure	X5	3	4.8	3.900±1.27279221
Longueur de l'aile postérieure	X6	6	8.5	7.250±1.76776695
Largeur de l'aile postérieure	X7	2	3	2500±0.70710678
Antenne	X8	4.3	6	5.150±01.20208153
Le pique	X9	2	3.5	2.750±10606017
La taille générale	X10	1.4	2.1	2.750±0.49497475

Annexe 4 : Les valeurs moyennes les écart-types et les deux valeurs extrêmes calculées pour les trois ruchers

Caractère morphologique (mm)	Min	Max	M±s
La tête	2.500	6.000	4.250±2.47487373
Le thorax	3.000	6.500	4.750±2.47487373
L'abdomen	3.500	11.000	7.250±5.30330086
Longueur de l'aile antérieure	8.000	12.000	10.000±2.82842712
Largeur de l'aile antérieure	2.000	4.800	3.400±1.97989899
Longueur de l'aile postérieure	5.000	8.500	6.750±2.47487373
Largeur de l'aile postérieure	1.000	3.000	2.000±1.41421356
Antenne	3.000	6.000	4.500±2.12132034
Le pique	0.700	3.500	2.100±1.97989899
La taille générale	9.000	21.000	8.48528137

Annexe 5 : Les valeurs moyennes les écart-types et les trois valeurs extrêmes

Caractère morphologique (cm)	Min 1	Max1	Min 2	Max2	Min 3	Max 3
La tête	3	6	2.5	5	4	6
Le thorax	3	6.5	3	5	3.5	6.5
L'abdomen	5	8	3.5	9	5.5	11
Longueur de l'aile antérieure	8	11	8	10	9	12
Largeur de l'aile antérieure	2	3.5	2	3.5	3	4.8
Longueur de l'aile postérieure	5	7.5	6	7.5	6	8.5
Largeur de l'aile postérieure	1	2.5	1	2.5	2	3
Antenne	3	5.5	3	5.5	4.3	6
Le pique	0.7	3	1.5	3.5	2	3.5
La taille générale	09	13	9	15	14	21