

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة 20 أوت 1955 سكيكدة
Université 20 Aout 1955- Skikda



Faculté des Science
Département des Science de la Nature et de la Vie
Mémoire Présenté en Vue de l'Obtention du Diplôme de Master
Filière : Sciences Biologiques
Option : Ecotoxicologie Animale

Intitulé:

L'influence de la pollution atmosphérique sur l'abeille
***Apis mellifera intermissa* et sur la qualité du miel**

Présenté Par:

Chérie Imane
Fakhet Amina
Kettouche Hadil

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



Remerciements

Nous remercions DIEU le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté durant toutes les années d'étude et aussi pour accomplir ce modeste travail.

Nous adressons un grand remerciement à notre encadreur **Bouzebda .A** d'avoir proposé le thème de ce mémoire et d'avoir accepté de nous encadrer.

Nous la remercions pour sa disponibilité, son soutien et ses encouragements tout au long de la réalisation de ce travail et surtout pour ces conseils du début jusqu'à la fin.

Nous tenons à remercier énormément les membres de jury **Djerrou . Z**
et **Mr Laib .M** pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de juger notre travail.

Nos profonds remerciements vont également à toutes les personnes qui nous ont aidées et soutenue de près ou de loin et nous leurs souhaitons beaucoup de réussite



Dédicace

قال الله تعالى " نَرْفَعُ دَرَجَاتٍ مَّنْ نَّشَاءُ ۗ وَفَوْقَ كُلِّ ذِي عِلْمٍ عَلِيمٌ "

Ô Allah, fais de ce savoir un intercesseur pour moi le jour où tu m'interrogeras sur ma jeunesse et sur ce à quoi je l'ai consacrée, accrois mon savoir et profite-en.

À toi, mon modèle et la lumière qui éclaire mon chemin, à mon père bien-aimé, Kettouche Houcine, qui a consacré la fleur de sa jeunesse à mon éducation et à mon instruction.

A la rose de ma vie et mon ange dans la vie, au symbole de la tendresse et du dévouement, ma chère mère Mosbah Mesouda, je vous dédie le fruit de mes efforts représentés dans cette humble recherche, en espérant que je serai une source de fierté pour vous.

A l'âme pure de mon frère, à la perte de mon cœur et de mon âme, Mouhamed Abdeljalil, avec tous les mots de la peine et du chagrin, je te dédie cette recherche, en espérant qu'elle sera une bénédiction et une charité pour toi, mon frère, et je prie Dieu pour la miséricorde et la paix pour ton âme, mon frère absent.

Je dédie également mon diplôme à mes proches et à la lumière de ma vie, à mes frères, à ma chère sœur qui rend ma vie pleine de chaleur, Thouraya.

À mes frères Abd erahim et Abd esamad, que Dieu vous soit bénéfique et augmente vos notes dans ce monde et dans l'autre.

Je dédie également ma joie à ma grand-mère bien-aimée, à tous mes proches et à tous ceux qui m'ont aidé à préparer ce mémoire.

Je voudrais également adresser mes sincères remerciements et ma gratitude à ma deuxième famille, ma tante Mona et son mari, mon oncle Noureddine, qui m'ont beaucoup apporté durant ma carrière universitaire, et je prie pour leur santé, leur bien-être, leur bonheur et leur félicité, et pour que leurs enfants et mes proches, Nibal Moaad Soujod Fadi Jinan Al-Rahman Lojein, poussent une bonne plante.

À mes chères partenaires Iman et Amina et à moi-même pour ma patience, ma détermination et ma persévérance - me voici aujourd'hui en train d'écrire cette thèse avec fierté, honneur et succès

Kettouche Hadil...

Dédicace

قال الله تعالى وَأَخِرُ دَعْوَاهُمْ أَنِ الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ

Loué soit Dieu, avec l'aide du quel les bonnes actions sont accomplies, et prières soient sur son
sain sait message mon dieu, la nuit ne disparaît pas jusqu'à ce que je le remercie le jour ne
devient doux que lorsque je lui obéis, louange à vous. merci et louange à vous de m'avoir donné
la force et la patience pour accomplir ce travail que je dédie:

cette graduation à celle qui m'a appris à donner et à celle dont je porte le nom avec fierté, celui
qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir mon cher papa "Cheriet Hocine" et à qui Dieu a
choisi le ciel sous ses pieds ,et la source de mes efforts et mon bonheur, à la prunelle de mes
yeux et à celui dont la supplication était le secret de ma réussite est mon bien aimé

Mon cher maman Boukadoum ghania"

A mes tendres et adorable sœurs yousra et Aya

A mes très chère frères "Aymane et yaser yahya

À tous les membres de ma grande famille, on particulier mon oncle "Abd el moumen et
Mohammed pour leur aider à me soutenir et m'encourager pendant ma période de travail.

A mon grand-père" Saad" et à ma grand-mère "Aicha" qui sont décédés loin de mes yeux et
vivent dans mon cœur, que dieu out pitié d'eux

A mon cher binôme Hadil et Amina et tous mes chers amis

A tous ceux qui ont eu un impact Sur ma vie et sur tous Ceux qui aimaient mon cœur et les ont
oubliés par mon stylo et à moi-même pour ma patience, ma détermination et ma persévérance ma
voilà aujourd'hui en train de conclure tout le que j'ai vécu avec fierté et réussite.

Cheriet Imane.....



Dédicace

Au mont d'Allah le tout miséricordieuse, le très miséricordieuse, ce n'est pas parce que la tradition exige que cette page se trouve dans ce travaille, mais parce que les gens à qui s'adressent nos remerciements les méritent vraiment.

Je dédie ce modeste travail à mes chers parents pour leur soutien morale et sacrifices et leur amour et leur présence continus tout au long de mes études et de ma vie, et je leur souhaite une longue vie à mes chers sœurs Rania, Mariya, Aride a ma chère frère Siradje Eddine à ma chère Nièce Mayare Watine.

Je dédie à mon soutien et compagnon mon fiancé Adel pour m'avoir aidé tout au long de ce travail.



Fakhet Amina.....

Sommaire

Remerciements

Dédicace

Liste des Tableaux

Liste des Figures

Liste des Annexes

Résumé

Introduction	1
1- Définition de l'abeille	4
2- Systématique de l'abeille domestique <i>Apis mellifera</i>	4
3- Anatomie générale de l'abeilles	6
3-1 Morphologie externe	6
3-2 Anatomie interne	9
4- les trois castes de la colonie de l'abeilles	11
5- Cycle de développement de l'abeille	13
5-1 Les différentes étapes de développement d'une abeille	13
6- Le nourrissage des abeilles	17
7- Les races de l'abeilles	18
8- Répartition géographique des abeilles	21
8-1 Dans le monde	21
8-2 En Algérie	21
9- Le rôle des abeilles	21
10- Communication	22
11- Les produits de la ruche	24
1- Définition De Miel	30
2- Origine de miel	30
2-1 Nectar	31
2-2 Miellat	31
3- Les principales différences entre le miel de nectar et le miel de miellat	32
4- Les différents types de miel	33
5- Propriétés physico-chimiques du miel	33
5-1 Propriétés physiques du miel	33
5-2 Propriétés chimiques du miel	34
6- Composition chimique du miel	35

6-1 Composition majeure	35
6-2 Composants mineurs	35
1- Définition de la pollution atmosphérique :	38
2- Principales sources de pollution atmosphérique	38
2-1 Le processus de la pollution atmosphérique	39
3- Bio indication de la pollution atmosphérique :	40
4- Bio indication des métaux lourds.....	40
4-1 L'exposition de l'abeille mellifère aux métaux lourds.....	41
5- Bio-indication de produits radioactifs.....	41
6- Abeille Bio-indicateur des produits phytosanitaire.....	41
6-1 Le risque d'exposition des abeilles à des produits phytosanitaires	41
7- Les pesticides	42
7-1 Les voies de pénétration et les effets des pesticides sur les abeilles	42
7-1-1 Les voies de pénétration	42
7-1-2 Les effets des pesticides	43
1- Présentation de la zone étude	45
1-1 Présentation de la station de wilaya de Skikda	45
1-2 Site de prélèvement de l'espèce	45
2- Etude biométrique	46
2-1 Stratégie d'échantillonnage et de collecte de données.....	46
2-2 Prélèvements des abeilles.....	47
3- Mesurer le poids des abeilles	48
4- L'étude de pollen de miel d'abeille	49
5- Matériel biologique	49
5-1 Le matériel utilisé.....	50
6- Analyse morphométrique.....	51
6-1 Critères morphologiques étudié	51
7- Spectrophotomètre atomique	52
7-1 Principe.....	52
7-1-1 Absorption atomique	53
1- Résultat et discussion	56
1-1 L'analyse statistique	56
1-1-1 Description des données biométriques	56
1-1-2 Le milieu non contaminé.....	56
1-1-3 Le milieu contaminé.....	57

1-2 Analyse de spectrophotomètre	65
1-1 L'analyse pollinique	69
2- Discussion	70
2-1 La longueur moyenne de l'aile antérieure	70
2-2 La valeur moyenne de la longueur des ailes postérieure.....	70
Conclusion	74
Références Bibliographie	76
Annexes	80

Liste des Tableaux

Tableau 1: Principales glandes chez l'abeille et leurs fonctions	11
Tableau 2: Nourriture distribuée par les abeilles nourrices au couvain d'ouvrières	15
Tableau 3: Maladies de l'abeille <i>Apis mellifera</i>	28
Tableau 4 : Principales différences entre miel de miellat et miel de nectar	30
Tableau 5: Les Composants mineurs du miel	36
Tableau 6 : présente les valeurs moyennes et les deux valeurs extrêmes calculées pour la ruche non contaminée	56
Tableau 7 : présente les valeurs moyennes et les deux valeurs extrêmes calculées pour la ruche contaminée	57
Tableau 8 :Le poids des abeilles dans le milieu contaminé	63
Tableau 9 :Le poids des abeilles dans le milieu non contaminé	64
Tableau 10 :Le pourcentage de cadmium métallique lors de l'analyse de l'eau distillée pour les abeilles pendant quatre mois	65
Tableau 11: Le pourcentage de Cr métallique lors de l'analyse de l'eau distillée pour les abeilles pendant quatre mois	66
Tableau 12 : Le pourcentage de Pb métallique lors de l'analyse de l'eau distillée pour les abeilles pendant quatre mois	67
Tableau 13 :Le pourcentage de Mn métallique lors de l'analyse de l'eau distillée pour les abeilles pendant quatre mois	67
Tableau 14: Le pourcentage de Cu métallique lors de l'analyse de l'eau distillée pour les abeilles pendant quatre mois	68
Tableau 15: Le pourcentage de Zn métallique lors de l'analyse de l'eau distillée pour les abeilles pendant quatre mois	69

Liste des Figures

Figure 1 :Abeille domestique <i>apis mellifera</i>	4
Figure 2: Systématique de l'abeille domestique (<i>Apis mellifera</i>).....	5
Figure 3 : Morphologie de l'abeille.....	6
Figure 4 :Les pattes antérieures et médianes de l'abeille <i>Apis mellifera</i>	8
Figure 5 : L'abdomen d'une abeille	9
Figure 6 :Anatomie interne de l'ouvrière	10
Figure 7 :Différents castes des abeilles.	13
Figure 8 :Croissance de l'ouf jusqu'à l'émergence de la reine, l'ouvrière, et d'un mâle	14
Figure 9 :Pollen	18
Figure 10 : L'abeille noire (<i>Apis Mellifera Mellifera</i>).....	18
Figure 11 :L'abeille italienne (<i>Apis Mellifera Ligustica</i>).....	19
Figure 12 :L'abeille caucasienne (<i>Apis mellifera caucasica</i>).	19
Figure 13 :L'abeille carnoise (<i>Apis mellifera carnica</i>).....	20
Figure 14: L'abeille Buckfast	20
Figure 15 :Répartition du genre <i>Apis</i> dans le monde.....	21
Figure 16: Communication par danse chez les abeilles	23
Figure 17 : Le miel	24
Figure 18 :Cire d'abeille naturelle	26
Figure 19 : Gelée royale destinée à l'élevage des reines.....	26
Figure 20 : Exemple de localisation des nectars sur une plante.....	31
Figure 21 : Mécanisme de la pollution atmosphérique	39
Figure 22 : Carte de localisation des échantillons des abeilles dans les stations d'étude de la wilaya de Skikda.	45
Figure 23 : La localisation géographique des deux ruches	46
Figure 24 :Vue du rucher de prélèvement.....	47
Figure 25 : Prélèvement des abeilles.....	47
Figure 26 : Filtration d'échantillons d'eau distillée dans des tubes	47
Figure 27: Une balance pour mesurer le poids des abeilles	48
Figure 28 : Peser le miel avec une balance analytique.....	49
Figure 29 : Analyse d'échantillons de miel au microscope.	49
Figure 30 : Spectroscopie infrarouge	52
Figure 31 : Les différentes lampes de spectromètre (Lampe Mg. Ca. Mn et autres).....	53
Figure 32 : Les analyses de spectrophotomètres	54

Figure 33 : photographie représentative par binoculaire: l'aile antérieure	57
Figure 34 : photographie représentative par binoculaire : l'aile postérieure	58
Figure 35 : photographie représentative par binoculaire: la tête	58
Figure 36 : photographie représentative par binoculaire : thorax	59
Figure 37 : photographie représentative par binoculaire: l'abdoman	59
Figure 38 : photographie représentative par binoculaire : la langue	60
Figure 39 : photographie représentative par binoculaire : l'antenne	60
Figure 40 : photographie représentative par binoculaire : la patte antérieure	61
Figure 41 : photographie représentative par binoculaire : la patte médiane	61
Figure 42 : photographie représentative par binoculaire : la patte postérieure	62
Figure 43 : Quelques types polliniques contenus dans les miels analysés	70

Liste des Annexes

Annexe 1	81
Annexe 2	81
Annexe 3	82
Annexe 4	82

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



{وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَى النَّحْلِ أَنِ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا وَمِنَ

الشَّجَرِ وَمِمَّا يَعْرِشُونَ (68) ثُمَّ كُلِي مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ

فَاسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلًّا يَخْرُجُ مِنْ بُطُونِهَا شَرَابٌ مُخْتَلِفٌ

أَلْوَانُهُ فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ

(69)

Résumé

L'abeille est un excellent témoin de l'état de l'environnement. Les colonies sont étroitement surveillées par les apiculteurs : leur état de santé, la composition du miel et les résidus retrouvés dans la cire sont de bons indicateurs du niveau de contamination et donc de l'état sanitaire du milieu dans lequel elles vivent.

L'étude vise à considérer les abeilles comme des indicateurs biologiques de la pollution environnementale et biologique, de l'accumulation de métaux lourds, de radiations et de pesticides dans la pollution atmosphérique. Le but de notre étude est de connaître l'effet de la pollution de l'air sur les paramètres biologiques et morphologiques des abeilles. Nous avons mené une étude biométrique sur des abeilles provenant de deux localités différentes de la région de Skikda. Une zone est polluée et l'autre provient d'une zone éloignée de la pollution. Là où 40 abeilles ont été collectées au hasard dans chaque région, ce qui équivaut à 80 abeilles pour chaque abeille, nous avons mesuré 11 caractéristiques morphologiques. Grâce à des résultats préliminaires, nous avons remarqué la différence dans les mesures biologiques et morphologiques des abeilles dans les deux régions.

De plus, nous avons analysé le pollen de chaque variété collectée. Les résultats de l'analyse du pollen ont montré que les échantillons de miel contenaient peu de grains de pollen et étaient peu nombreux dans le milieu pollué.

En plus de comparer la morphologie des abeilles, nous nous sommes également appuyés sur le spectromètre atomique pour savoir si les abeilles sont un indicateur biologique de la toxicité environnementale des polluants, et aussi pour savoir si les abeilles transportent les polluants de l'air jusqu'à la ruche. , et si cela affecte le miel et le rend vulnérable à la pollution de l'air.

Les résultats sont des courbes présentées en annexe n°

Mots clés : *Apis mellifera intermissa*, biométrie, bioindicateur, pollution atmosphérique, miel, analyse pollinique ,spectre atomique.

تتم مراقبة مستعمرات النحل عن كثب من قبل مربّي النحل: تعتبر حالتها الصحية وتكوين العسل والمخلفات الموجودة في الشمع مؤشرات جيدة لمستوى التلوث وبالتالي الحالة الصحية للبيئة التي تعيش فيها.

الهدف من الدراسة هو اعتبار النحل كمؤشرات بيولوجية للتلوث البيئي والبيولوجي، وتراكم المعادن الثقيلة والإشعاع والمبيدات الحشرية في تلوث الهواء. والهدف من دراستنا هو تحديد تأثير تلوث الهواء على المعايير البيولوجية والمورفولوجية للنحل. أجرينا دراسة بيولوجية على النحل من منطقتين مختلفتين في منطقة سكيكدة إحدى المنطقتين ملوثة والأخرى من منطقة بعيدة عن التلوث. حيث تم جمع 40 نحلة بشكل عشوائي من كل منطقة، أي ما يعادل 80 نحلة لكل نحلة، وقمنا بقياس 11 خاصية مورفولوجية. وبناءً على النتائج الأولية، لاحظنا الاختلاف في القياسات البيولوجية والمورفولوجية للنحل في المنطقتين. كما قمنا بتحليل حبوب اللقاح لكل صنف تم جمعه. أظهرت نتائج تحليل حبوب اللقاح أن عينات العسل احتوت على عدد قليل من حبوب اللقاح وكانت قليلة العدد في البيئة الملوثة.

بالإضافة إلى مقارنة مورفولوجيا النحل، استخدمنا أيضًا قياس الطيف الذري لمعرفة ما إذا كان النحل مؤشرًا بيولوجيًا للسمية البيئية للملوثات، وأيضًا لمعرفة ما إذا كان النحل ينقل الملوثات من الهواء إلى الخلية. كما أردنا أيضًا معرفة ما إذا كان النحل ينقل الملوثات من الهواء إلى الخلية، وما إذا كان ذلك يؤثر على العسل ويجعله عرضة لتلوث الهواء. النتائج هي المنحنيات المعروضة في الملحق رقم.

الكلمات المفتاحية: أبيس ميليفيرا إنترميسا، القياس الحيوي، المؤشر الحيوي، تلوث الهواء، العسل، تحليل حبوب اللقاح، الطيف الذري.

Abstracts

Colonies are closely monitored by beekeepers: their state of health, the composition of their honey and the residues found in their wax are good indicators of the level of contamination and therefore the state of health of the environment in which they live.

The study aims to consider bees as biological indicators of environmental and biological pollution, of the accumulation of heavy metals, radiation and pesticides in air pollution.

The aim of our study is to find out the effect of air pollution on the biological and morphological parameters of bees. We carried out a biometric study on bees from two different localities in the Skikda region.

One area is polluted and the other comes from an area far from pollution.

Where 40 bees were collected at random from each area, equivalent to 80 bees for each bee, we measured 11 morphological characteristics. Based on preliminary results, we noted the difference in the biological and morphological measurements of the bees in the two regions.

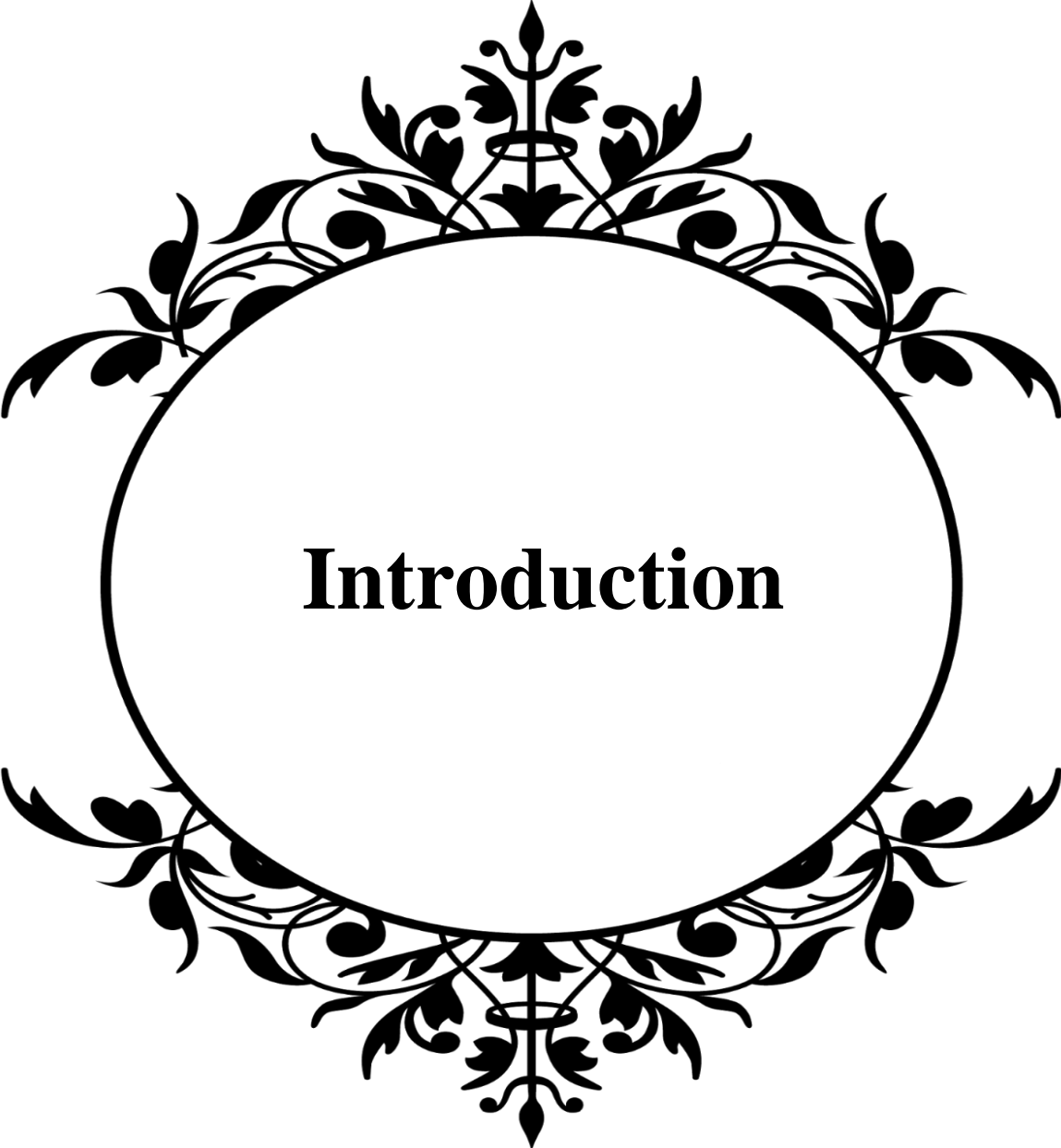
In addition, we analyzed the pollen of each variety collected.

The results of the pollen analysis showed that the honey samples contained few pollen grains and were few in the polluted environment.

In addition to comparing bee morphology, we also used the atomic spectrometer to find out whether bees are a biological indicator of the environmental toxicity of pollutants, and whether bees transport pollutants from the air to the hive. We also investigated whether bees transport pollutants from the air to the hive, and whether this affects honey and makes it vulnerable to air pollution.

The results are the curves presented in appendix n°.

Keywords: *Apis mellifera intermissa*, biometry, bioindicator, air pollution, honey, pollen analysis, atomic spectrum.



Introduction

Introduction

Les insectes ont été introduits sur notre planète il y a 350 millions d'années, tandis que les êtres humains ont probablement été introduits il y a 1,5 million d'années. En effet, l'évolution des insectes a été longue et variée et n'est pas encore achevée aujourd'hui (**Zahradnik, 1984**).

L'importance des abeilles (*Apis mellifera L.*) dans l'équilibre écologique mondial réside dans leur rôle de pollinisateurs pour de nombreuses espèces végétales. De plus, elle possède d'autres intérêts tels que la fabrication de miel, de propolis, de gelée royale, et autres. L'évolution des abeilles est en relation avec la diversité florale et avec l'évolution des plantes à fleurs (angiospermes) qui produisent du nectar et du pollen.

Le miel est la matière sucrée naturelle produite par les abeilles à partir de nectar, de sécrétions de plantes ou d'insectes butineurs, qu'elles transforment en les combinant avec des substances particulières qu'elles sécrètent, déposent, sèchent, stockent et laissent filtrer et mûrir dans les rayons de la ruche. (**Codex Alimentarius, 1981**).

L'expansion rapide de l'industrie a entraîné la création de diverses pollutions. La pollution consiste à détériorer l'environnement en introduisant des substances non naturellement présentes dans l'air, l'eau ou le sol, ce qui perturbe l'écosystème et entraîne des conséquences. Cela peut entraîner la migration ou l'extinction de certaines espèces non spécifiques. Adaptable au changement (**Alisèe, 2012**). Les biomarqueurs sont fréquemment employés afin d'évaluer l'influence des activités humaines sur la nature.

L'objectif des bioindicateurs est d'utiliser des organismes vivants (plantes, insectes ou animaux) afin de détecter la présence de polluants dans l'environnement. Ces organismes, connus sous le nom de biomarqueurs, offrent une mesure naturelle du degré, des effets et de l'ampleur de la pollution.

En utilisant les biomarqueurs pour identifier les risques de sepsie, il est possible d'interpréter les extrapolations sur les risques de sepsie pour d'autres organismes, y compris les humains. Les lichens et les mousses sont des biomarqueurs végétaux bien connus. (**Borrini et al., 2003**).

Toutefois, du point de vue animal, les abeilles *Apis mellifera* sont également impliquées dans la détection de la pollution.

Apis mellifera est reconnue pour ses nombreuses caractéristiques comportementales et morphologiques, ce qui en fait un détecteur environnemental fiable et précis. La plupart d'entre eux sont échantillonnés.

Les différents secteurs environnementaux (sol, végétation, eau, air) sont utilisés lors des activités de recherche de nourriture, offrant différents indicateurs tout au long de la saison. Il offre notamment la possibilité de mesurer certaines pollutions chimiques provenant des zones agricoles, ainsi que les pollutions atmosphériques telles que les hydrocarbures aromatiques polycycliques et les métaux lourds (**Borrini *et al.*, 2003**).

À cet effet, nos études se concentrent sur l'influence de la pollution environnementale sur *Apis mellifera intermissa* L. La qualité des analyses biologiques et la production de pollen des abeilles mellifères. Il y a deux parties dans notre travail :

La première partie comprend une étude bibliographique qui traite d'*Apis mellifera intermissa* L., de la généralité des abeilles, de la généralité du miel, ainsi que des informations générales sur la pollution de l'air.

Deux études expérimentales ont été réalisées dans la deuxième partie. La première était fondée sur l'impact de la pollution sur la biométrie des abeilles et le pollen du miel, et la seconde était l'analyse d'eau distillée dans laquelle ont été placés des échantillons d'abeilles provenant de deux zones différentes, une zone polluée et l'autre non polluée, pendant quatre mois successifs, février, mars, avril et mai. Finalement, les résultats de l'analyse ont été exposés et discutés.

Les conclusions et opinions générales de notre recherche ont été adoptées.



Chapitre 01 :

Généralité sur l'abeille

1- Définition de l'abeille

L'abeille est un insecte social de l'ordre des hyménoptères (Plataux *et al*, 1982).

Leur apparition remonte à 45 millions d'années, bien avant l'homme (Daniem, 1983), mais certains paléontologues ont découvert leurs fossiles dans les ambres de la Baltique depuis plus de 60 millions d'années (Winston, 1993). Les espèces les plus connues et les plus couramment utilisées en apiculture appartiennent au genre *Apis* et à l'espèce *Apis mellifera*, qui comprend plusieurs races géographiques qui habitent actuellement l'Europe, l'Afrique, l'Asie occidentale, l'Amérique du Nord, l'Amérique du Sud, l'Australie et la Nouvelle Zélande (Giraudet, 2008).



Figure 1 :Abeille domestique *apis mellifera* (photo personnel).

2- Systématique de l'abeille domestique *Apis mellifera*

L'abeille appartient au genre Arthropodes, au sous-genre Mandibulates, à la classe Insectes et à la sous-classe Ptérygotes.

Il s'agit d'un insecte hyménoptère vivant en société bien structurée, de la famille des Apidés et du genre *Apis* (Fig 02), qui comprend neuf espèces, dont les espèces *mellifera*.

Ces espèces génèrent un miel important et sont principalement utilisées dans l'apiculture. *Apis mellifera* est une espèce qui comprend une vingtaine de races (ou sous-espèces), telles que *Apis mellifera mellifera*, *Apis mellifera ligustica*, *Apis mellifera caucasica* et *Apis mellifera cerana*.

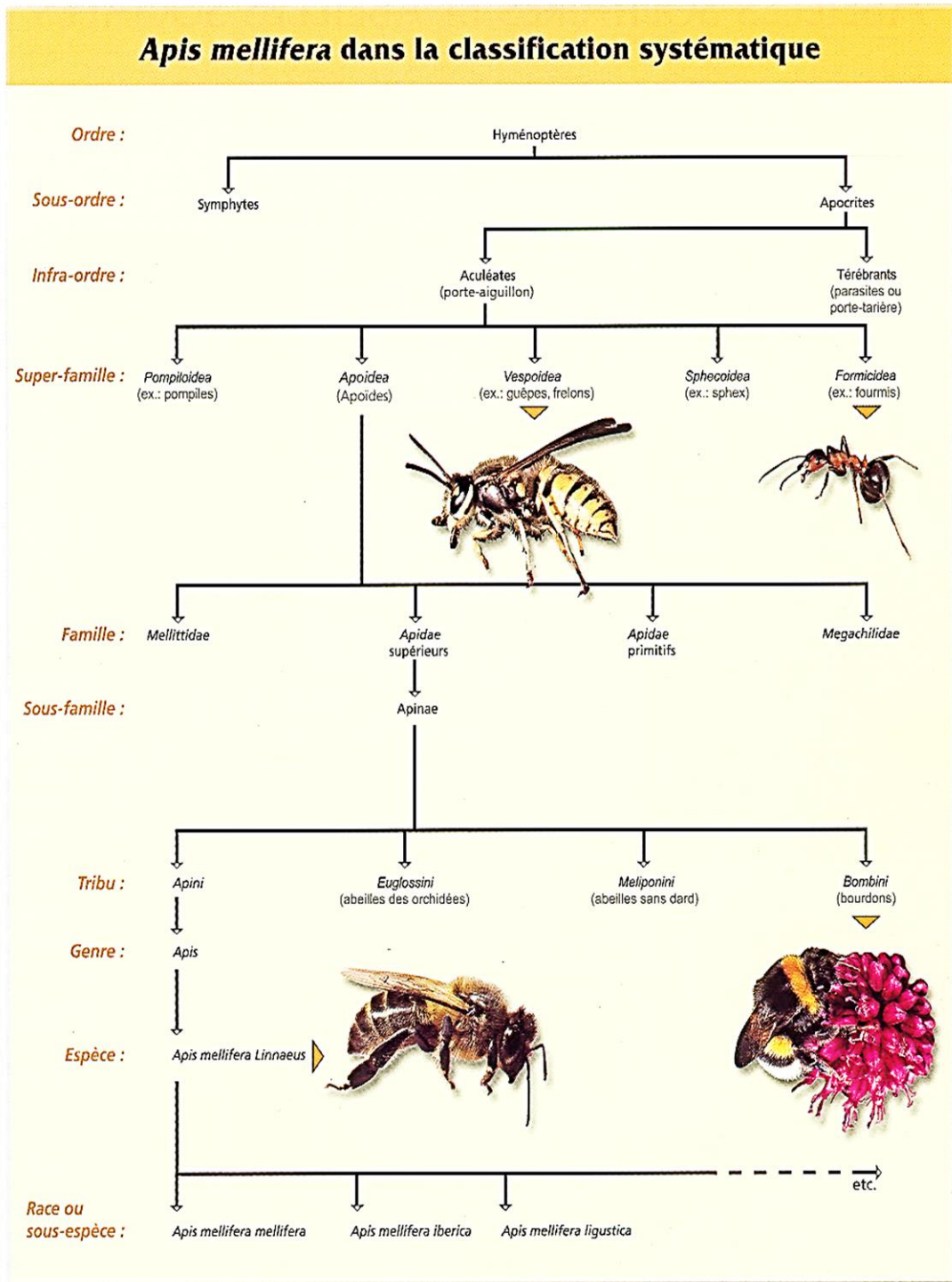


Figure 2: Systématique de l'abeille domestique (*Apis mellifera*) (Le conte, 2002)

3- Anatomie générale de l'abeilles

3-1 Morphologie externe

Les trois parties principales du corps de l'abeille sont la tête, le thorax et l'abdomen.

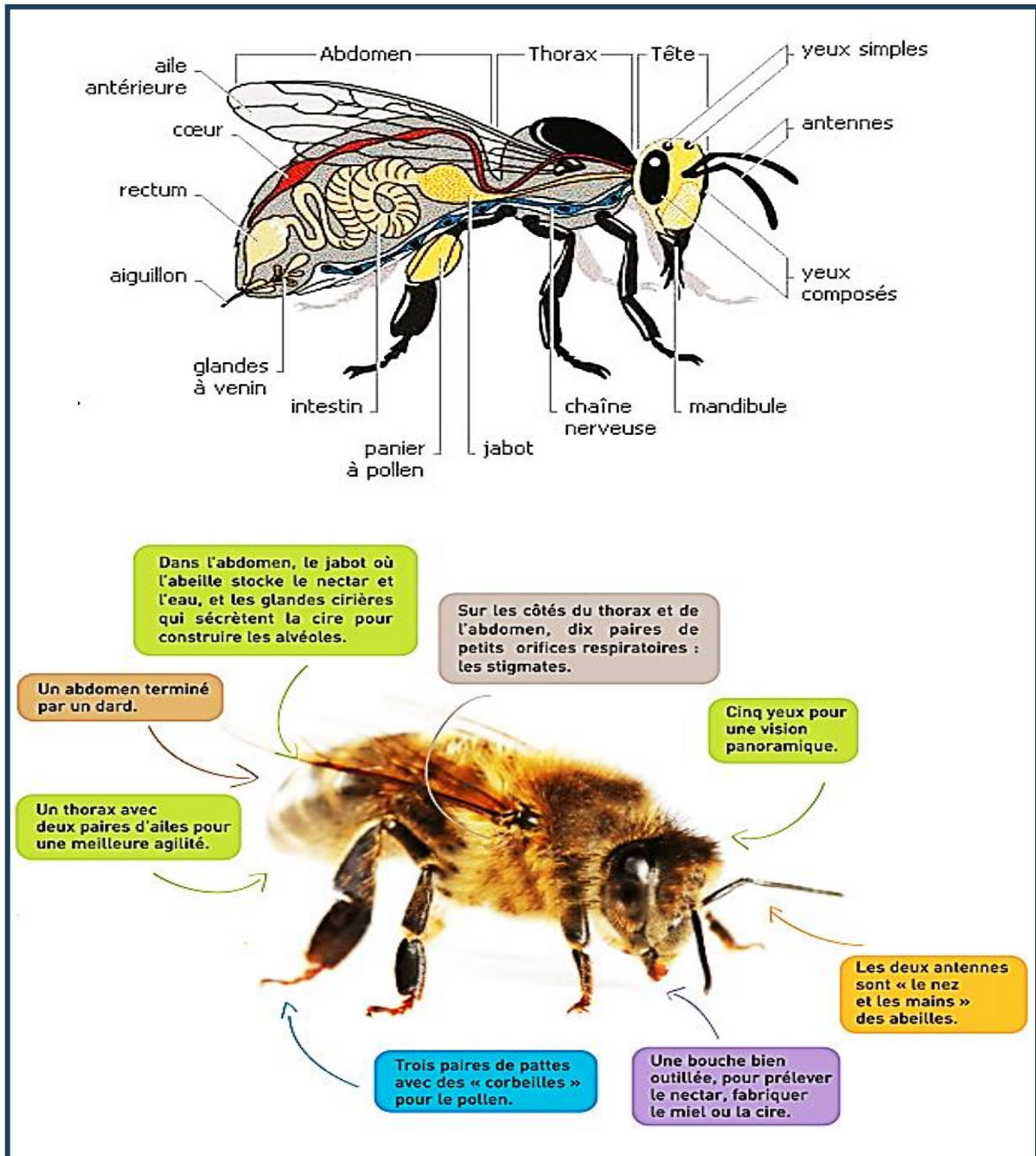


Figure 3 : Morphologie de l'abeille

la tête :

Chez les abeilles domestiques, la tête est ovoïde chez la reine, plus ou moins triangulaire chez l'ouvrière et arrondie chez le mâle (**Biri, 2002**). Elle est composée de :

Les yeux :

Les abeilles disposent de deux espèces d'yeux :

- les yeux composés (deux grands yeux noirs avec des milliers de facettes qui leur permettent de voir loin à l'extérieur de la ruche).
- les ocelles (trois petits yeux placés en triangle au centre de la tête qui leur permettent de voir dans le noir, donc à l'intérieur de la ruche).

Les antennes :

L'abeille dispose d'antennes qui renferment des récepteurs chimiques qui lui permettent de se déplacer dans son environnement. Elles offrent aussi la possibilité de repérer les hormones de la reine et de repérer la présence de prédateurs dans la ruche (**Paul, 2011**).

La trompe et les mandibules :

Le système buccal, appelé « broyeur-lécheur », est constitué entre autres de deux mandibules et de la trompe. Les mandibules sont utilisées par l'abeille pour manipuler, malaxer et mastiquer la cire, le pollen et la propolis qu'elle collecte. L'abeille n'a pas des mandibules assez fortes pour ouvrir l'enveloppe d'un fruit, comme la guêpe ou le frelon. Ainsi, elles ne consomment pas les fruits. La trompe est un ensemble de structures dont la langue s'y déplace vers l'extérieur et qui permet à l'abeille d'aspirer le nectar du fond de la corolle de la fleur, de se nourrir de miel et de s'abreuver d'eau. Cette petite langue est couverte de cheveux et est équipée à l'extrémité d'une petite langue.

Thorax :

Le thorax se divise en trois anneaux, le protothorax, les mésothorax et le métathorax. Tous les anneaux thoraciques sont munis d'une paire de pattes, tandis que le mésothorax et le métathorax portent chacun une paire d'ailes (**Adjimi et al., 2011**).

✚ Pattes :

Chaque partie du thorax est équipée d'une paire de pattes dont les fonctions varient.

- **Les pattes antérieures :** Les pattes antérieures sont chargées de laver les antennes et les yeux, tandis que les pattes médianes s'occupent du flanc et du ventre.
- **Les pattes médianes :** jouent également un rôle de transfert pendant que les abeilles s'occupent de collecter les pelotes de pollen.
- **Les pattes postérieures :** soutenues par les médianes, sont utilisées pour collecter le pollen et la propolis dans les corbeilles présentes dans les pattes postérieures.

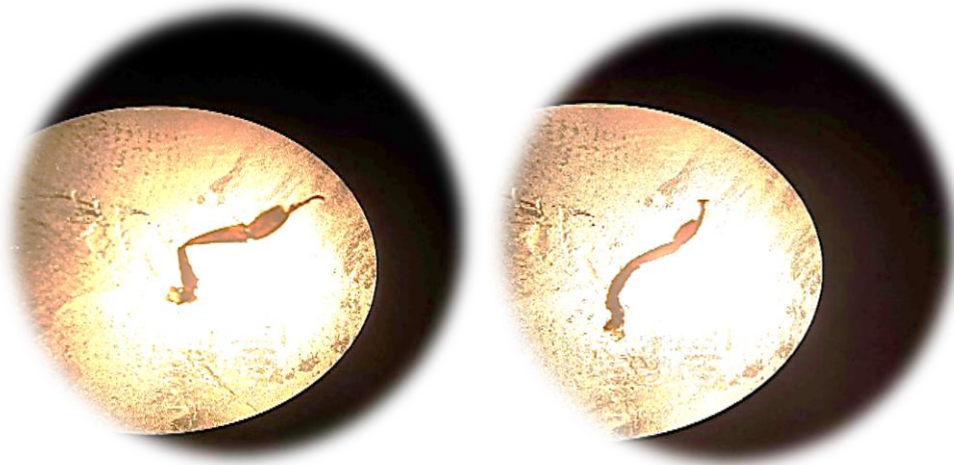


Figure 4 : Les pattes antérieures et médianes de l'abeille *Apis mellifera* (photo personnel).

✚ Ailes :

L'abeille est aussi dotée de deux paires d'ailes membraneuses fixées sur le thorax et qui dépendent d'un système complexe.

Il s'agit de muscles thoraciques forts qui, entraînés par le système nerveux, sont capables d'effectuer une grande diversité de mouvements.

Les ailes antérieures sont plus grandes et plus développées que les ailes postérieures, elles sont toujours en collaboration.

Quand l'abeille s'envole, les deux paires d'ailes s'accrochent ensemble par un système d'accrochage.

Ce système est constitué d'une vingtaine de petits crochets placés sur l'aile postérieure qui se fixent au bord de l'aile antérieure. Grâce à cette fixation, les deux ailes peuvent s'unir pendant le vol en une seule surface portante, ce qui permet de diminuer les phénomènes de turbulence et de traînée. (Schmidt, 2013).

✚ L'abdomen :

La cage thoracique de l'abeille domestique est constituée de sept anneaux interrompus. Il contient le jabot (poche à miel) et le tube digestif, le système respiratoire et circulatoire, ainsi que l'appareil reproducteur et le dard avec son venin (**Zambou, 2009**).

La région abdominale comprend également les diverses glandes (Cireuses et Nassanov) qui ne sont présentes que chez les ouvrières, ainsi que les glandes de mâchoire qui sont très développées chez les reines pour la production de phéromones (**Adjimi et al, 2011**).



Figure 5 : L'abdomen d'une abeille

3-2 Anatomie interne

✚ L'appareil respiratoire

L'abeille a un système respiratoire très développé, composé de trachées qui se déploient sur la surface du corps au niveau des stigmates.

Les gaz seront émis directement entre l'environnement externe et les organes par diffusion simple (**Ioiriche, 1979**).

✚ L'appareil circulatoire

La circulation sanguine de l'abeille est un système ouvert qui se distingue par l'absence de vaisseaux proprement dits et où les organes sont directement immergés dans l'hémolymphe. Seuls un cœur dorsal et une aorte relient la tête à l'abdomen (**Winston, 1993**).

✚ L'appareil digestif et excréteur :

L'abeille possède un système digestif composé de trois parties : l'intestin antérieur, l'intestin moyen et l'intestin postérieur (**Adam, 2006**).

Le pharynx, l'œsophage, le jabot et l'estomac sont tous des parties de l'intestin antérieur (Biri, 2010).

La digestion et l'absorption se font par l'intestin moyen ou ventricule, ainsi que par l'intestin postérieur, qui comprend le duodénum et le rectum. Le rectum est également capable d'être étendu afin de pouvoir conserver les excréments.

L'abeille n'a pas de reins dans son système excréteur, mais plutôt des tubes de Malpighi annexés au niveau du pylore (Winston, 1993).

✚ Le système nerveux :

Le système nerveux de l'abeille se compose de deux ensembles complémentaires le système nerveux central comprenant le cerveau et la chaîne nerveuse ventrale (les ganglions) et le système nerveux (Le Conte, 2011).

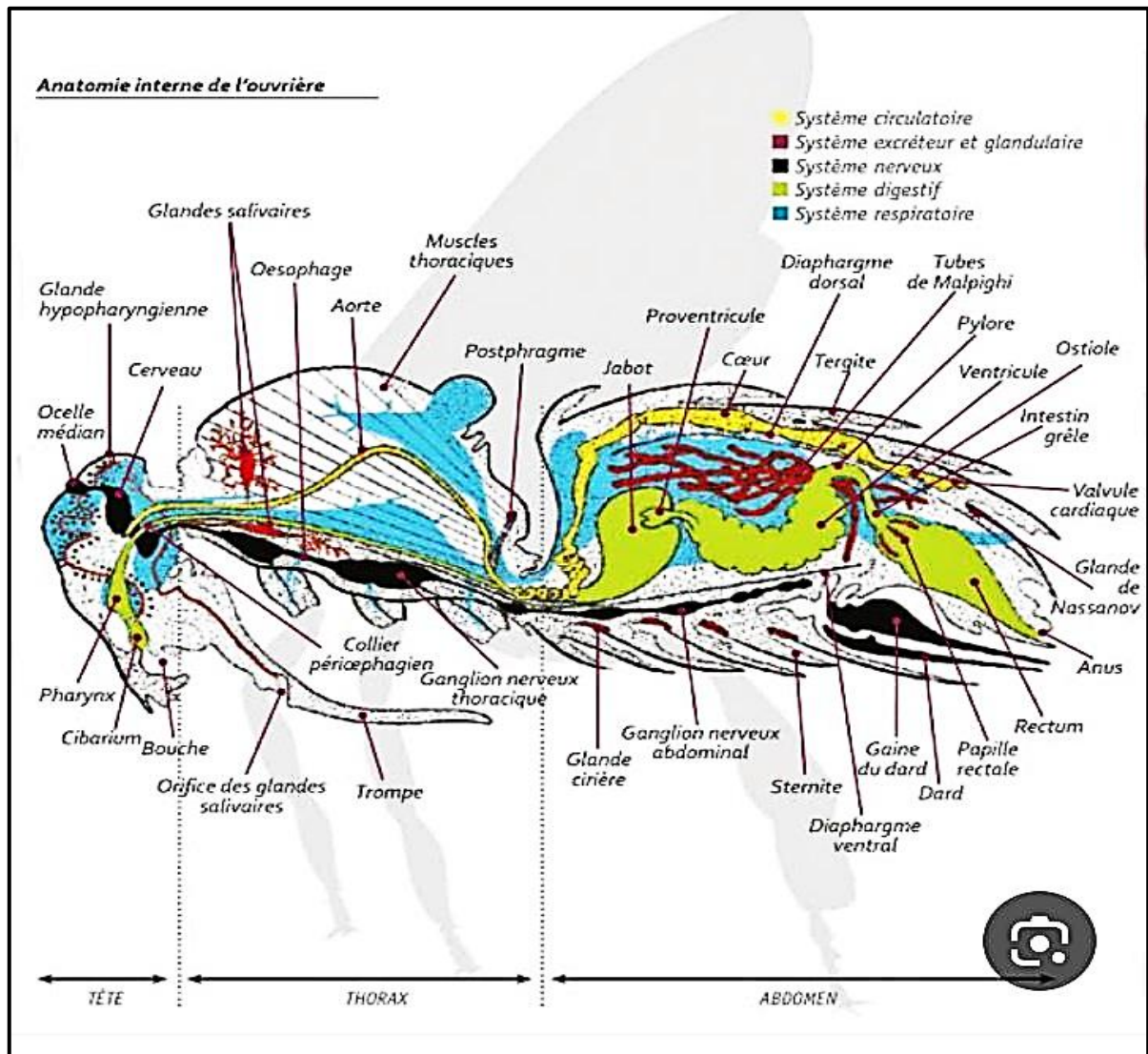


Figure 6 : Anatomie interne de l'ouvrière

✚ Systèmes glandulaires

L'abeille possède un système glandulaire complexe qui dépend de l'âge et du rôle de l'individu dans la ruche. Le tableau ci-dessous présente les principales glandes indépendantes.

Il existe encore chez l'abeille, malgré de nombreuses études, des glandes dont le rôle est inconnu (**Prost, 2005**).

Tableau 1: Principales glandes chez l'abeille et leurs fonctions (Spürgin, 2010).

Glandes	Localisation	Fonction
G. salivaire	Une paire au niveau de la tête et une paire dans le thorax	Dissolution des sucres, transformation de la cire, fabrication des cellules pour le couvain
G. mandibulaire	Base des mandibules	Reine: production de phéromones, hormones d'attraction sexuelle Ouvrières: gelée royale, ferments, agents antiagglomérant pour la transformation de la cire et de la propolis, phéromone d'alarme
G. Hypophrygiennes	Dans la tête	Sécrétion gelée royale pour le couvain, la reine et les faux bourdons, ferments, stockage de substances en réserve chez les abeilles d'hiver
G. de Nasanoff	Entre la dernière et l'avant-dernière écaille dorsale	Sécrétion de Phéromones de marquage

✚ Système endocrinien

Les hormones du système endocrinien jouent un rôle dans la régulation de la physiologie de l'abeille. (**Amdam et al., 2005**). L'hormone juvénile joue un rôle essentiel dans l'évolution du système immunitaire chez l'abeille. L'hormone de mue ou l'ecdysone est utilisée pour réguler la mue et la métamorphose (**Pedigo, 2002**).

4- les trois castes de la colonie de l'abeilles

Les abeilles appartiennent à l'ordre des Hyménoptères et à la famille des Apidés. Les adultes consomment du nectar et jouent un rôle important dans la pollinisation. Le cycle de vie des abejas est bien organisé en fonction des nécessités de la ruche. Les castes d'abeilles cumulent des fonctions spécifiques dans la ruche (**Bacher, 2008**).

✚ La Reine

La madre de todas las abejas. Contrariamente à ce que se pourrait croire, en realidad, elle n'a aucun contrôle sur la ruche, sino qu'elle est son esclava. Son responsabilidades consisten en poner constantemente cada día y cada noche hasta el final de su vida. Néanmoins, la reine joue un rôle crucial en secrétant une phéromone sur son abdomen, qui se répand entre toutes les abeilles de la colonie grâce à la trophallaxie, un processus par lequel les abeilles étrangères qui cherchent à pénétrer dans la ruche sont refoulées. De plus, cette phéromone retarde la maturation des ovaires chez les ouvrières.

En fonction de son âge, de sa race et de la qualité de la miellée, la Reine pond entre 500 et 2000 huevos por día. Elle dura jusqu'à cinco años y se hace féconder una vez a la vida. Lors de la fécondation, elle accumule le sperme du mâle dans sa spermatique et reste fécondée jusqu'à ce que cette dernière soit vide. Ensuite, elle deviendra stérile (ne pondra que des œufs non fécondés qui produiront des mâles) et sera remplacée par les abeilles avant d'atteindre cette phase. C'est une abeille deux fois plus longue que les autres, et sa principale fonction est la ponte de larves. La Reina n'est pas agressive (**Bacher, 2008**).

✚ Les Faux-bourdons

Des abeilles massives et très sombres ; leur fonction est de fabriquer et ce sont elles qui fournissent les matériaux de construction de la cire et apportent de la propolis. Ils sont seulement nécessaires pour réchauffer le couvain et féconder la reine pendant son vol de fécondation. Ils sont acceptés dans toutes les ruches, ce qui leur permet de propager les maladies. Les faux bourdons vivent pendant le processus de la miellée et ne sont fertiles qu'après 21 jours de vie. (**Bacher, 2008**).

✚ Les Ouvrières

Les ouvrières, qui sont des petites abeilles très agressives de couleur jaunâtre, sont les plus nombreuses de la famille des abeilles. Elles sont les véritables moteurs de la ruche, elles sont responsables du couvain, de la surveillance de la ruche, de la transportation du nectar, de la production du miel, de la ventilation de la ruche, etc. En général, elles ont une durée de vie maximale de 4 à 6 semaines. (**Bacher, 2008**).

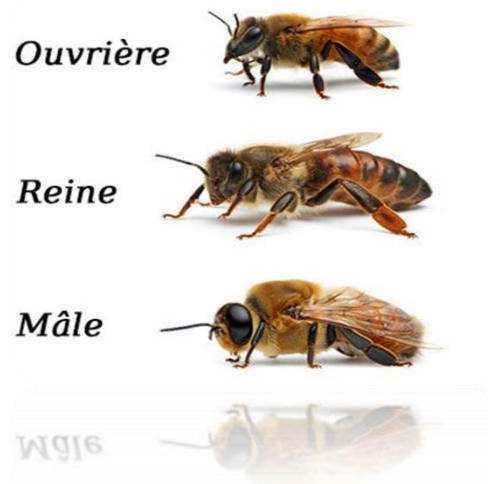


Figure 7 : Différents castes des abeilles.

5- Cycle de développement de l'abeille

5-1 Les différentes étapes de développement d'une abeille

Les trois étapes du développement d'une abeille adulte sont le stade de l'œuf, le stade larvaire et le stade nymphal (Vonfrisch, 2011).

✚ L'œuf

Le corps de l'œuf est blanc et cylindrique, mesurant entre 1,3 et 1,8 mm et pesant entre 0,12 et 0,22 mg. Pendant trois jours, l'œuf se développe à partir de la vitelline qu'il absorbe comme seule source d'énergie. Dans les premiers temps du développement, l'œuf se trouve verticalement dans la cellule et son implantation forme un angle droit avec le fond de l'alvéole. Par la suite, il va progressivement s'allonger et s'incliner, pour finalement s'allonger et se courber dans le fond de l'alvéole. Trois jours plus tard, la membrane se détache et la larve de stade L1 est produite, pesant environ 0,1 mg (Alberti *et* Hänel, 1986, Winston, 1993).

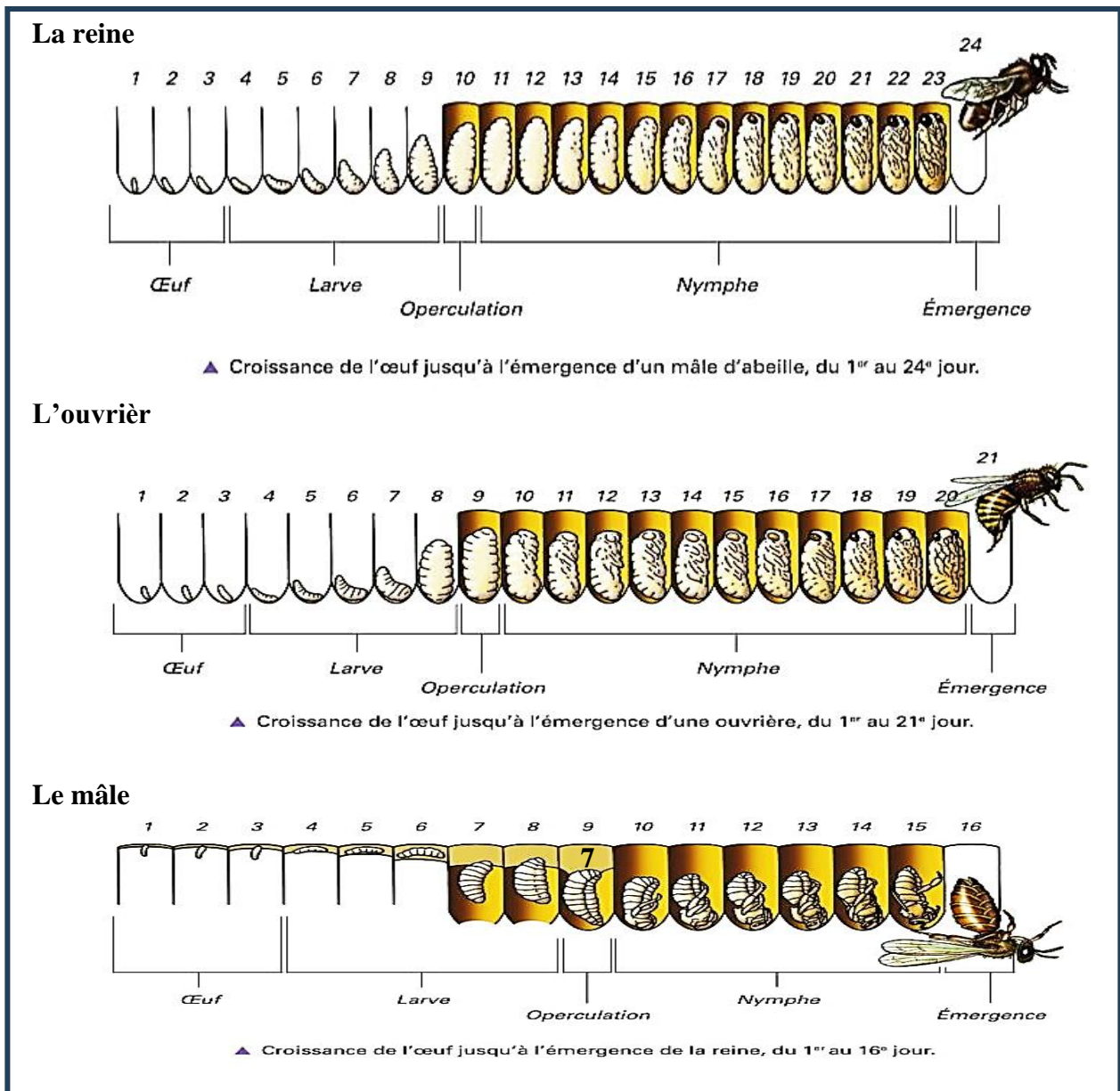


Figure 8 : Croissance de l'œuf jusqu'à l'émergence de la reine, l'ouvrière, et d'un mâle

✚ La larve

La larve L1 flotte dans une petite quantité de gelée royale lors de son éclosion. Son apparence est d'un blanc pâle, avec des segments, une forme convexe et des yeux absents. Pendant sa croissance, la larve va ingérer toute la nourriture fournie par les nourrices sans jamais faire de défécation pour préserver l'intégrité microbienne de sa nourriture (Tableau 1) (**Webster et Peng, 1988**). Selon (**Rembold et al., 1980**), la larve va donc augmenter son poids d'environ 1500 en 5,5 jours et subir quatre mues. Les travailleuses vont prendre de la gelée royale pendant les 2 ou 3 premiers jours, puis jusqu'à la fin du stade larvaire, un mélange de miel et de pollen, connu sous le nom de bouillie et de larves. Les différents aliments comprennent entre 60 et 80 % de sécrétions des glandes hypopharyngiennes et entre 20 et 40 % de sécrétions des glandes mandibulaires (gelée royale) (**Sammataro et Avitabile, 1998**) ainsi que du pollen et du miel (Tableau 2). Au terme du

stade larvaire, leur poids moyen s'élève à 140 à 165 mg. Elles sont causées par les imprévus environnementaux, les ressources disponibles et les disparités entre les espèces d'abeilles. Après avoir terminé la consommation de toute la nourriture par les larves au stade L5, les ouvrières mettent un bouchon de cire sur la cellule et la larve passe au stade LS en se redressant et en tissant un cocon. Afin d'accomplir cela, elle va tourner la tête de droite à gauche en utilisant ses glandes séricigènes pour déposer la soie sur l'alvéole en cire, puis effectuer 5 tours dans la cellule.

Il est alors question de la larve LS (spinning) qui va commencer à déféquer entre les différentes couches de soie (Jay, 1964).Après avoir tissé le cocon, la larve s'arrête et atteint le stade de pré-nymph. On observe une cinquième mue avant le passage au stade de nymphe (Jay, 1964).

Tableau 2: Nourriture distribuée par les abeilles nourrices au couvain d'ouvrières (Sammatao et Avitabile, 1998)

Jours	Stade de développement	Alimentation
1	Oeuf	Vitelline
2	Oeuf	Vitelline
3	Oeuf	Vitelline
4	Larve L1	Gelée royale
5	Larve L2 L3	Gelée royale
6	Larve L3	Gelée royale/ Miel et pollen
7	Larve L4	Miel et pollen
8	Larve L5	Miel et pollen
9	Larve L5	Miel et pollen

✚ La nymphe

À ce moment-là, l'organisme mince qui se dissimule sous l'opercule prend l'aspect d'une abeille adulte. Elle a des pattes, des yeux, des ailes, et enfin, les petits poils qui couvrent son corps commencent à pousser. Sept à quatorze jours plus tard, l'abeille adulte se déplace hors de l'alvéole en grignotant l'opercule. La durée de cette étape est plus courte chez la reine et les ouvrières, et plus longue chez les faux-bourçons.

✚ Les ouvrières : (femelles non reproductives)

Ces espèces sont issues d'œufs fertilisés (**Caron., 1999**) et constituent la grande majorité de la population. C'est elles qui font tout le travail à l'intérieur de la ruche et qui gouvernent la plupart des choses qui s'y déroulent. Ils travaillent notamment à la ruche, à nourrir la reine, les faux-bourçons et les larves, à récolter le nectar et à fabriquer la cire, avec des pattes équipées de brosses et d'une corbeille spécialement conçues pour les aider à collecter le pollen. Les ovaires de ces individus sont atrophiés, mais ils peuvent parfois pondre des œufs qui ne donneront naissance qu'à des faux bourçons (**Ravazzi, 1996 ; Le Conte, 2002**). Ils sont développés en 21 jours (**Laidlaw et Page, 1997**). Au fil de leur vie, elles exercent différentes activités : elles sont nourries, nettoyées, sécrétées de cire, butineuses de pollen et de miel, etc. Leur nombre garantit, par ailleurs. Leur nombre garantit également la régulation thermique de la colonie. La durée de vie des ouvrières varie de 15 à 70 jours pour les abeilles d'été et de 170 à 243 jours pour celles d'hiver (**Fluri., 1994**). Elles ont une taille comprise entre 81 et 152 mg (**Winston, 1993**). Il semble que cela soit influencé par le temps de vol et par l'activité de la nourrice (**Neukirch., 1982 ; Smedal et al., 2009**). Comme la reine, elles possèdent un dard, mais elles meurent si elles piquent un mammifère. Toutefois, elles ont la capacité de piquer d'autres insectes sans fin afin de préserver leur ruche. Dès leur naissance, les ouvrières effectuent une série de tâches dont la succession fait partie intégrante de l'organisation sociale de la colonie.

✚ La reine

Il est le seul fécondé de la ruche, la reine pond les œufs (jusqu'à deux mille œufs par jour en été). Avec son régime à base de gelée royale, elle peut vivre entre 4 et 5 ans. Elle se distingue par son thorax plus développé et surtout son abdomen. Les phéromones (messagers chimiques) de la reine sont utilisés pour agir sur les ouvrières.

✚ le mâle (quelques centaines)

Se distinguent par un cuerpo robusto, avec un diamètre thorax de 5,5 mm et une longueur qui peut osciller entre 12 et 14 mm. Según (**Wendling, 2012**).son poids oscila entre 196 et 225 mg.

La troisième paire de pattes n'a pas de dard, de plaques cirières ni de système collecteur de pollen. Cependant, leurs yeux complexes sont significativement plus développés. Au printemps, ils ne sont pas présents. Se utilisent principalement pour la fécondation et la régulation de la température dans l'incubadora. Ils sont tués par la colonie. Leur durée de vie est de trois à quatre mois.

6- Le nourrissage des abeilles

✚ L'eau

70 % du poids de l'abeille est composé d'eau, donc l'eau est indispensable pour sa vie (**Herbert, 1992**), en plus elle l'utilise pour gérer les textures des miels, de la gelée royale et des aliments qu'elle consomme. Les abeilles préfèrent récolter de l'eau salée à 0,5 % (NaCl), ce qui augmente leur longévité et leur production de cire (**Horr, 1998**). Selon (**Nicolson, 1990**), le sel a la capacité de réguler l'osmorégulation de l'abeille. La gelée royale servant à nourrir les larves peut contenir jusqu'à 6 % d'eau (**Herbert, 1992**). L'eau sert aussi à réguler la température dans la ruche (**In Chauvin, 1968**).

✚ Les sources d'énergie

Le miel est la principale source de nourriture des abeilles adultes, qui nécessitent au moins 4 mg de sucres par jour pour survivre (**Barker et Lehner, 1974**). On estime que les besoins d'une colonie sont de 80 kg par an (**Winston, 1987**) ; les abeilles préfèrent les nectars contenant du saccharose, car l'ouvrière butineuse récolte le nectar en fonction de sa teneur en sucres. Les sucres présents dans le nectar des fleurs varient de 5 à 80 %, principalement du saccharose, du glucose et du fructose (**Winston, 198**

✚ Le pollen

Le pollen, qui est ramené à la ruche sous forme de pelotes, est enrichi par des micro-organismes, tels que *Pseudomonas*, *Lactobacillus* et *Saccharomyces*, grâce à leur « salive ». Le processus de fermentation du pollen est connu sous le nom de pain d'abeille.

La source principale de protéines est le pollen, qui est essentiel pour l'abeille adulte. La quantité de pollen nécessaire pour une colonie est estimée entre 20 et 40 kg par an, tandis que la consommation quotidienne est estimée à 3,4 à 4,3 mg de pollen (**Louveaux, 1954 ; Crailsheim et al., 1992**). Le pollen aide l'abeille à terminer son évolution, à favoriser la croissance des glandes hypopharyngiennes et à créer des réserves de lipides.



Figure 9 :Pollen (Clément, 2009).

7- Les races de l'abeilles

Il existe plusieurs types d'abeilles mellifères (**Ruttner, 1968**) notamment :

+ L'abeille noire (*Apis Mellifera Mellifera*)

Les apiculteurs appellent l'*Apis Mellifera Mellifera*, en raison de sa couleur, l'abeille noire. Très ancienne race, elle se rencontre dans toutes les régions de France et présente plusieurs écotypes locaux : abeille noire bretonne, abeille noire corse, abeille noire provençale ou encore abeille noire cévenole (élevée traditionnellement dans des ruches tronc). Il s'agit d'une abeille locale et polyvalente, spécialement adaptée aux climats montagnards, qui fera plaisir à l'amateur comme au professionnel.



Figure10 : L'abeille noire (*Apis Mellifera Mellifera*).

+ L'abeille italienne (*Apis Mellifera Ligustica*)

Api mellifera ligustica en abeille italienne, nommée d'après son origine. Il s'agit de la plus commune au monde (Europe, Amérique et Australie) pour ses nombreuses qualités.

Il s'agit d'une espèce douce, qui produit beaucoup de miel, a peu de propolis, et se développe de manière rapide au printemps. C'est une plante très fertile, qui permet une production considérable d'essais. En revanche, elle est assez essaimeuse, assez gourmande pendant l'hivernage, sensible au froid au-delà de la Méditerranée, souffre de difficultés à hiberner.



Figure 11 :L'abeille italienne (*Apis Mellifera Ligustica*).

✚ L'abeille caucasienne (*Apis mellifera caucasica*)

Née dans les montagnes du Caucase, l'*Apis mellifera caucasica* ou abeille caucasienne se rencontre dans la plupart des pays producteurs de miel. De nos jours, elle est extrêmement prisée en raison de sa capacité à générer de la propolis, un produit connu pour ses bienfaits pour la santé. On la croise fréquemment avec l'abeille italienne. C'est une abeille grise et très poilue, connue pour sa douceur.



Figure 12 :L'abeille caucasienne (*Apis mellifera caucasica*).

Sa langue très longue lui permet de butiner les fleurs profondes (*Acacia*, *Luzerne*) et de produire du miel de qualité. Cependant, elle est très prolifique et se développe lentement au printemps.

✚ L'abeille carnolienne (*Apis mellifera carnica*)

L'abeille Carniole est une abeille originaire du Sud de l'Autriche. Il est très courant du côté des Alpes et de la mer noire, et surtout dans les zones urbaines. La Carnolienne est une abeille grise très commune en ville, car elle pique rarement. C'est l'une des races d'abeilles les plus résistantes à l'hiver. C'est une abeille des miellées de printemps, car elle se développe rapidement après l'hiver. De plus, elle est prolifique et consomme peu de nourriture. Il est tout de même remarqué qu'elle est une essaimeuse et une mauvaise bâtisseuse.



Figure 13 :L'abeille carnolienne (*Apis mellifera carnica*).

✚ L'abeille Buckfast

L'abeille Buckfast est une abeille hybride, développée en Angleterre à partir de croisements de différentes races, afin de prévenir la dégradation du cheptel de l'abbaye de Buckfast, à la suite d'une épidémie d'acariose.

C'est une abeille très douce, peu essaimeuse et travailleuse. Elle fait un bon hiver et peut faire face à certaines maladies. En revanche, elle consomme beaucoup de nourriture pendant l'hiver et s'alimente abondamment à l'intérieur de la ruche.



Figure 14: L'abeille Buckfast

8- Répartition géographique des abeilles

8-1 Dans le monde

L'aire de répartition originelle d'*Apis mellifera* est le Kazakhstan et l'est de la Russie et le Moyen-Orient jusqu'à l'Afghanistan (**Ruttner, 1988**). Son aire de répartition naturelle recouvre aussi l'Europe, l'Afrique et le Proche-Orient, mais par suite de l'importation due notamment à la migration humaine. *Apis mellifera* est actuellement présente dans le monde entier (**Bertrand, 2013**). Les autres espèces d'abeilles du genre *Apis* sont réparties en Asie, et en particulier dans le Sud-Est asiatique, sous des climats tropicaux (**Ruttner, 1988**).



Figure 15 : Répartition du genre *Apis* dans le monde

8-2 En Algérie

Deux races de l'abeille Algérienne, qui sont généralement classées comme faisant partie de la race africaine, sont présentes en Algérie : *Apis mellifera intermissa*, qui a été décrite par Buttel-Reepen en 1906 (**Ruttner, 1968**) et *Apis sahariensis* (**Haccour, 1960**). La première est la plus courante et s'étend sur toute l'Afrique du Nord, incluant le Maroc, la Tunisie, l'Algérie (Barour). La segunda raza se encuentra en el sur del Marruecos y de l'Algérie. En concreto, se puede ubicar en el sud-ouest de l'Algérie (Bechar, Ain Sefra...).

9- Le rôle des abeilles

L'abeille constitue une protectrice de l'environnement en remplissant diverses fonctions

✚ Rôle biologique

La FAO estime que la consommation quotidienne d'une abeille est d'environ 7 000 fleurs et qu'elle doit atterrir sur près de 4 millions de fleurs pour produire un kg de miel. La biodiversité est protégée par les abeilles. Le butineur transporte des grains de pollen sur les milliers de fleurs qu'il visite, ce qui permet à la fois l'autopollinisation et l'allopollinisation (**Toullec, 2008**).

✚ Rôle économique

Sur le plan économique, la pollinisation des plantes cultivées et sauvages semble être un avantage indirect de la production de produits apicoles. Toutefois, pour de nombreuses plantes cultivées et sauvages, il s'agit d'un élément indispensable pour la production de graines et de fruits. Ce service fourni par les abeilles n'est pas tarifé sur le marché (**Fluri et al., 2001**).

✚ Rôle de bio indicateur

Les abeilles mellifères sont d'excellents indicateurs biologiques car elles signalent la détérioration chimique de leur environnement en utilisant deux signaux : des taux de mortalité plus ou moins élevés et des degrés d'exposition des abeilles à la présence de substances phytosanitaires utilisées dans l'agriculture ; des résidus sur le corps des abeilles ou dans les produits de la ruche, ou en présence d'antiparasitaires ou d'autres agents contaminants (tels que les métaux lourds et les radionucléides) qui peuvent être détectés par des analyses en laboratoire (**Sabatini, 2005**).

10- Communication

Il est crucial de communiquer afin de garantir ce niveau d'organisation.

Des renseignements précis doivent encourager les comportements à adopter.

Le fonctionnement de la ruche nécessite une organisation méthodique : chaque action est importante et tous les sens de l'abeille sont importants (**Duquesne, 2014**).

Son fonctionnement est basé sur un contact tactile à l'aide d'antennes, de messagers chimiques appelés phéromones et d'un comportement exceptionnel : la danse de l'abeille.

Les recherches de (**Frisch, 2011**) et de son équipe ont été l'occasion de saisir le langage des abeilles.

✚ Communication chimique (les phéromones)

Les phéromones sont les produits chimiques produits par tous les membres de la ruche : la reine, les ouvrières, les hommes et même le couvain. Les abeilles émettent des phéromones dès leur plus jeune âge : les phéromones d'alerte peuvent stimuler les défenses de la colonie, tandis que la cohésion peut attirer les congénères vers la nourriture, les points d'eau ou les ruches (Duquesne, 2014).

On constate facilement que les ouvrières émettent une phéromone de regroupement (abdomen relevé, tête basse) après le dérangement de la ruche ou lors du regroupement.

La cohésion est grandement influencée par les phéromones de la reine. Prenons l'exemple de la ruche trop peuplée ou de la reine faible, âgée ou morte, dont les phéromones ne parviennent plus à la périphérie de la ruche : il s'agit de l'explication du commencement de la construction des cellules royales et de l'apparition de nouvelles.

✚ Communication par la danse

Dansant ou bourdonnant, les abeilles communiquent également entre elles et peuvent reconnaître les odeurs propres à la colonie grâce à une hormone et un neurotransmetteur qui aident à améliorer leur mémoire (Duquesne, 2014). Deux danses distinctes sont pratiquées par les abeilles éclaireuses ou découvreuses (figure 16).

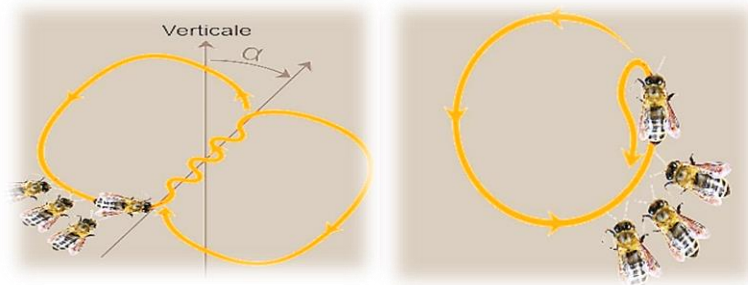


Figure 16: Communication par danse chez les abeilles (Wariing et Waring, 2012)

✚ La danse en rond

La danse en rond est utilisée pour les ressources situées à proximité de la ruche (moins de 50 à 100 mètres), où l'information principale est l'odeur des fleurs à utiliser sur son corps. Les abeilles cherchent alors dans tous les sens en fonction de leur auditoire.

✚ La danse frétilante :

Danse énergique (en huit), destinée aux sources lointaines (plus de 100 mètres). Plus complexe, il détermine la direction de la zone à explorer par rapport au soleil en orientant l'axe de danse vers la verticale ; la distance de la zone, en fonction de la vitesse du frétillement ; et la nature du butin, en fonction de l'odeur du corps du danseur imprégné de l'abeille et Produits de la ruche 22 Les abeilles se déplacent ainsi. Elles ont la capacité de surmonter des obstacles infranchissables et de recalculer la direction de la cible dans cette direction.

11- Les produits de la ruche**✚ Le miel:**

C'est un produit que les abeilles domestiques élaborent à partir du nectar des fleurs en le combinant avec des substances spécifiques (**Ravazzi, 2007**). Sa couleur peut aller du blanc jusqu'au noir suivant le type de miel et la période de récolte. La composition de celui-ci est variable. Selon (**Ravazzi, 2007**), il est constitué d'eau, de glucose, de fructose, de maltose, de saccharose, d'acides aminés et de pollen, ainsi que d'enzymes et d'arômes. Outre l'alimentation des abeilles, le miel a également des usages médicaux.

En raison de ses caractéristiques antibiotiques, il s'avère également efficace pour soigner les plaies et les brûlures. D'autre part, il fait de plus en plus partie intégrante des produits cosmétiques et autres produits de toilette (**Paterson, 2006**).



Figure 17 : Le miel

✚ Le pollen

Le pollen représente une multitude de corpuscules microscopiques contenus dans les sacs polliniques de l'anthere de la fleur et constituant les éléments fécondants mâles de celle-ci. Il est sous forme de poudre fine et prend des couleurs différentes, selon l'espèce botanique butinée, allant du blanc crème au noir, les plus communes étant le jaune, l'orangé et le marron clair (**Donadieu, 1983**).

Selon l'origine florale, les conditions climatiques, les caractéristiques du sol où poussent les plantes et la saison, la composition du pollen varie. Sa composition est principalement composée d'eau, de glucides, de lipides et de protides, dont une grande partie est constituée d'acides aminés essentiels. De plus, le pollen renferme des vitamines, notamment celles du groupe B, des provitamines A ou bêta-carotène, ainsi que des enzymes (**Donadieu, 1983**).

La Propolis

La propolis est un composé aromatique résineux de couleur rougeâtre, jaunâtre, cendrée ou verdâtre que les abeilles extraient des bourgeons, des pommes de pin et de l'écorce de certains arbres tels que le sapin, le pin, le peuplier, le bouleau, l'orme, etc. Elle atteint une température de fusion de 64 à 69 °C et présente une densité de 1,2 (**Biri, 2011**).

D'après **Guy (2014)**, on retrouve habituellement dans la propolis 50 % de résines, 30 % de cire végétale et de cire d'abeilles, 5 % de pollen, 10 % d'huiles essentielles et d'esters d'acides aromatiques, 5 % de divers composants tels que les vitamines (provitamine A, vitamine B3), les flavonoïdes, les minéraux et les oligoéléments (zinc, magnésium, vanadium, fer, cuivre).

La propolis, à la différence du miel, du pollen et de la gelée royale, n'est pas une substance alimentaire pour l'abeille, c'est plutôt « le médicament de la ruche ». Elle l'utilise pour protéger l'entrée de la ruche et pour mieux contrôler sa température intérieure, l'assainir et colmater les fissures des parois des alvéoles. Elle peut être utilisée pour embaumer un insecte étranger qu'elles ont tué (**Guy, 2014**).

La Cire

Les abeilles ouvrières sécrètent de la cire d'abeille grâce aux 8 glandes cirières situées sur la face ventrale de l'abdomen (**fig.18**). Ces glandes s'étendent du 13^{ème} au 18^{ème} jour de la vie adulte de l'abeille, puis diminuent jusqu'à la mort de l'abeille. Elle est composée de matières grasses. La présence d'eau est également très faible, avec des traces de propolis, de pollen et de divers pigments, dont une forte teneur en vitamine A (**Jemii, 2012**).

La plupart de la cire collectée par les apiculteurs est employée sous forme de feuilles de cire gaufrée qui aident les abeilles à construire les rayons (**Bruneau, 2002**). L'abeille l'emploie également pour réparer les rayons déjà endommagés ou des abris solides et flexibles dans la nature. (**Ravazzi, 2007**).

Les applications industrielles qu'il peut faire sont principalement liées à la production de cosmétiques et de médicaments. En outre, les bougies en cire d'abeille sont perçues comme étant plus performantes que celles en paraffine, car elles sont plus courantes et moins chères. En effet, elles brûlent longtemps et dégagent une lumière éclatante. De plus, elles sont également efficaces en tant qu'encaustique, notamment pour le traitement du bois. **(Paterson 2006)**.



Figure 18 :Cire d'abeille naturelle. « Originale, 2018 ».

✚ La Gelée royale

La gelée royale (**Fig19**) est formée par les glandes céphaliques, les glandes hyopharyngiennes et les glandes mandibulaires, produites par les abeilles nourrices.

C'est une matière blanchâtre avec des reflets nacrés, de texture gélatineuse, chaude et avec une saveur acide mais légèrement sucrée, **(Paterson, 2006)**.

Il s'agit d'un aliment en plastique indispensable pour le développement de l'organisme des abeilles en pleine croissance, et il constitue également un excellent complément alimentaire **(Biri, 1997)**. Les vertus, les propriétés curatives et l'action antibiotique sont également présentes **(Ravazzi, 2007)**.



Figure 19 : Gelée royale destinée à l'élevage des reines. « Originale, 2018 ».

Le Venin

Il s'agit d'un liquide incolore avec une réaction acide, une saveur légèrement amère et un arôme distinctif (**Biri, 2011**). De nombreuses substances chimiques sont présentes dans le venin, comme la mélinite qui représente environ 50 % et l'histamine qui représente 1 % (**Khenfer et al., 2001**). En médecine, le venin est considéré comme ayant une vertu thérapeutique en cas de polyarthrite aiguë et suraiguë, ainsi que pour les douleurs rhumatismales (**Biri, 2007**).

Tableau 3: Maladies de l'abeille *Apis mellifera*

Maladies	Oranges ciblés	Symptômes	Traitements	Effets
L'acariose est une maladie parasitaire (Alizee, 2014)	touche le système respiratoire de l'abeille domestique (Alizée, 2014)	Les abeilles deviennent rampantes et incapables de voler (Charrière et al., 2012).	Liquide de frow, le papier soufré, le folbex, le PK et l'ACar (Atmane et Moucer, 2017).	Provoque des troubles physiologiques graves telles que l'obstruction des trachées (Biri, 2010)
-La nosérose est une maladie parasitaire due à un protozoaire du genre <i>Nosema</i> (Barbançon, 2003)	Se développe dans le tube digestif de l'abeille au niveau de l'intestin moyen (Barbançon, 2003).	<ul style="list-style-type: none"> • Des traces de diarrhée sont observées dans les ruches (Adam, 2012). • une activité réduite de la colonie et des abeilles affaiblies qui se collent aux brins d'herbe, les abeilles saines ont un intestin noir, alors que chez les malades, il devient clair (Atmane et Moucer, 2017). 	bicyclohexylammonium-fumagilline>> (Philippe, 2007).	Mortalités et affaiblissements importants de beaucoup de colonies d'abeilles (Scheiro, 2011).
Loque européenne : maladies infectieuse et contagieuse du couvain d'abeille d'origine bactérienne(Fluri, 2003).		<ul style="list-style-type: none"> -Couvain mosaïque. -les larves deviennent jaunâtre à brunâtre et collantes. -dégagement d'une Odeur pétrifiante(Atmane et Moucer, 2017). 	Utilisation des antibiotiques sinon il faut brûler les ruches lors d'une forte infestation (Naquet,2009).	Entraine la mortalité des colonies (Atmane et Moucer, 2017).
Couvain sacciforme Selon (Fluri, 2003) est le virus SBV (Sacbrood bee virus).	Provoque le durcissement des larves qui se momifient (Barbançon, 2012).		Il disparaît naturellement lors de la coulee de miel sans aucune intervention (Barbançon, 2003).	Les larves infectées meurent avant ou après operculation (Ballis, aucune 2016).
La varroase est une parasitose due à un acarien nommé <i>Varroa destructor</i> (Naquet, 2011).	L'acarien parasite -entraîne des mortalités du couvain l'abeille adulte et de et d'abeilles adultes avec des Plusieurs son couvain et se malformations morphologiques chimique nourrie de l'hémolymphe des abeilles ainsi que le tissu adipeux (Hummel et Feltin, 2014).	Entraine des mortalités du couvain et d'abeilles adultes avec des malformations morphologiques plus particulièrement au niveau des ailes, (Barbançon, 2003).	Plusieurs produits chimique et biologique (Humm el et Feltin, 2014) Apistan, Bayvarol, Thymovar, Apilife Var.	



Chapitre 02 :

Généralité sur le miel

1- Définition De Miel

Selon les organismes internationaux (**Codex Alimentarius, 1981 ; Pharmacopée Européenne, 2008**), le miel est une substance sucrée, naturelle, produite par les abeilles.

Il s'agit du nectar des plantes ou du miellat, une substance sucrée et collante, émise par les pucerons et autres insectes suceurs et souvent déposée sur les feuilles et les tiges. Ces substances sont collectées par les abeilles, qui les transforment en miel en les combinant avec des substances spécifiques qui leur sont propres

Finalement, on déshydrate le miel et on le conserve dans les rayons de cire pour affiner et maturer. Les miels produits par des espèces proches de l'abeille domestique comme *Apis cerana* et *Apis dorsata*, ou encore par les abeilles *mélipones* ou par les bourdons, seront difficilement identifiables, car leur composition en sucres est très différente (**Joshi et al., 2000**).

Selon sa définition, le miel est un produit entièrement naturel, où l'homme n'intervient en aucun cas dans sa production. Le rôle de l'apiculteur est de créer des conditions propices aux abeilles, puis de collecter le miel, de veiller à sa qualité et à sa conservation adéquate. (**Lequet, 2010**).

2- Origine de miel

L'abeille fabrique du miel à partir de :

- ✚ Du nectar préparé par des nectaires.
- ✚ Du miellat

Deux types de miel existent, le miel de miellat et le nectar. Plusieurs paramètres influencent leur composition chimique, comme le montre le **tableau 4** ci-dessous (**Talaouit, 2017**)

Tableau4 : Principales différences entre miel de miellat et miel de nectar (Pereira, 2003)

	Miel de miellat	Miel de nectar
<i>PH</i>	4.5	3.9
<i>Minéraux (cendres)</i>	0.58%	0.26%
<i>Fructose+ glucose</i>	61.6%	74%
<i>Mélézitose</i>	8.6%	0.2%
<i>Raffinose</i>	0.84%	0.03%
<i>Maltose+ isomaltose</i>	9.6%	7.8%

2-1 Nectar

Le nectar est un liquide sucré et souvent visqueux produit sous forme de petites gouttelettes, destiné à attirer les insectes pollinisateurs, en particulier les abeilles.

Il est obtenu par certaines parties particulières des plantes, les nectaires, qui se trouvent habituellement dans les fleurs sous le nom de nectaires floraux et qui peuvent être présents sur les feuilles, appelés nectaires extra floraux, soit sur (fig 20) (Yahiaoui, 2018).

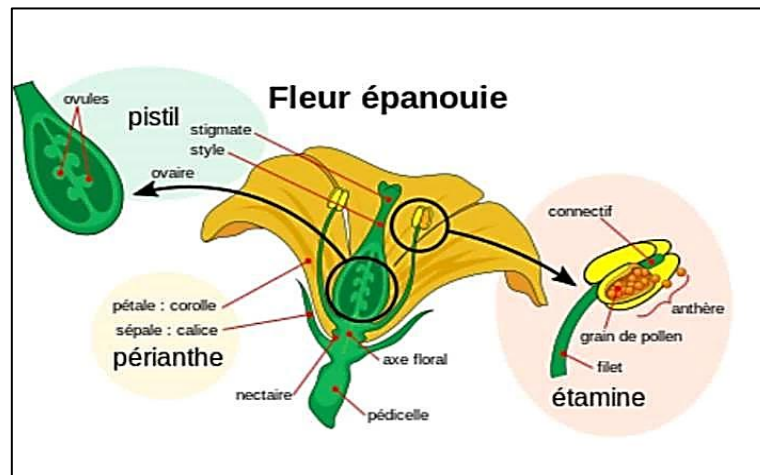


Figure 20 : Exemple de localisation des nectars sur une plante (Lequet, 2010).

Le nectar se compose essentiellement d'eau (entre 40 et 70 %) et de sucres, dont le saccharose, le glucose et le fructose sont les plus fréquents. Les acides organiques, les acides aminés, les protéines, les enzymes, les vitamines et les substances aromatiques sont également présents, mais à des concentrations relativement faibles, généralement inférieures à 1 % (Talaouit, 2017 ; Luttge, 1977).

Un certain nombre de nectars peuvent contenir des lipides, des alcaloïdes ou des agents antibactériens. Chacune des plantes génère un nectar unique qui possède des caractéristiques qui contribuent à la saveur et à l'arôme spécifiques du miel (Bonté, 2013).

Afin de déplacer un litre de nectar, il est nécessaire de faire de nombreux allers-retours d'abeilles, avec une fréquence estimée entre 20 000 et 100 000 voyages (Talaouit, 2017).

2-2 Miellat

Les abeilles utilisent de nombreux miellats produits par les pucerons qui se nourrissent de sève de chêne, d'érable, de tilleul et d'eucalyptus (Crane 1975). Les pucerons, également appelés Aphidiens, sont de petits insectes suceurs de sève.

La sève contient une quantité limitée de protéines et d'acides aminés, mais elle est plutôt riche en sucre (**Maurizio 1975**). Les pucerons doivent donc consommer une grande quantité de sève pour obtenir une quantité adéquate de protéines.

L'eau et certains sucres excessifs passent en grande partie directement dans le tube digestif et sont éliminés sous la forme d'un liquide poisseux : le miellat. Les populations de pucerons sont très fécondes lorsque les conditions environnementales sont favorables.

En été, les feuilles des plantes qu'ils infestent peuvent être couvertes de miellat. Malgré sa consommation par les abeilles, les fourmis et d'autres insectes, le miellat reste en quantité suffisante sur les feuilles pour favoriser la croissance d'un champignon (la fumagine) et diminuer gravement l'activité photosynthétique de la feuille. Dans les forêts de conifères, le miellat de pucerons est même considéré comme la principale source de sucre (**Kloft *et al.*, 1965**).

S'il est dérivé de la sève véhiculée dans le phloème, comme le nectar, le miellat en diffère sur la plupart des points. D'abord, il n'est pas produit de manière active par la plante, mais est évacué par les pucerons qui n'ont digéré que quelques sucres.

La composition en sucre du miellat est donc très différente de celle des nectars. En outre, sa teneur en protéines, acides aminés et sels minéraux est très faible.

Il renferme de nombreuses enzymes provenant des glandes salivaires des pucerons et ne se produit pas à l'abri d'une structure protectrice telle que la corolle des fleurs. S'évaporant et se concentrant rapidement, il est difficile de le récupérer.

Finalement, sa production n'est pas à la même vitesse que celle du nectar. Cela dépend de la prolifération des populations de pucerons.

3- Les principales différences entre le miel de nectar et le miel de miellat

Les miellats se distinguent principalement par leur conductivité élevée due à la présence importante de sels minéraux transportés par la sève végétale, et leur couleur plus foncée, leur goût plus prononcé que celui du miel de nectar.

La quantité de sucres simples (glucose et fructose) est inférieure à celle des miels de mélasse. En général, leur concentration en antioxydants est plus élevée que celle de ces derniers. Ils renferment aussi des sucres plus complexes comme le mélézitose ou l'erlose, qui se développent dans le tube digestif fécondé. Il contient également une plus grande quantité d'azote, d'acides organiques et de minéraux (**Frisch, 2011**).

4- Les différents types de miel

Il y a deux types de miel : Le miel mono floral, qui est principalement issu d'une seule espèce de fleur, et le miel poly floral, qui est issu de la collecte d'abeilles provenant de plusieurs espèces de fleurs.

+ Le miel mono floraux

Le miel obtenu à partir d'une seule espèce de fleur est appelé miel mono-floral (ou uni-floral). On retrouve le miel de kapok, de banane ou de café, le miel d'acacia, d'oranger et de lavande (Altman, 2010).

Ils conservent toujours leurs caractéristiques physicochimiques et organoleptiques (l'aspect, la couleur, le goût) et sont très prisés pour le commerce. Les grains de pollen dominants peuvent être identifiés pour leur origine des fleurs (Altman, 2010)

+ Miels multi Floraux

Ces miels sont composés de pollen provenant de diverses plantes, ces miels sont appelés "toutes fleurs". Les caractéristiques de ces miels varient beaucoup plus en fonction des espèces d'abeilles, de la fleuraison respective et des conditions climatiques. (Altman, 2010).

5- Propriétés physico-chimiques du miel

5-1 Propriétés physiques du miel

+ Poids spécifique (densité)

On évalue le poids spécifique en utilisant un densimètre. Le miel présente une densité assez élevée, allant de 1,40 à 1,45 g/cm³. Il s'agit d'une information extrêmement précieuse qui peut servir à évaluer la concentration en eau des miels. Une moyenne de 1,4225 à 20 °C peut être acceptée (Bogdanov *et al.*, 2003 ; Descottes, 2004).

+ Viscosité

La viscosité du miel est principalement influencée par sa concentration en eau, sa composition chimique et d'autres éléments du miel, notamment la composition des divers sucres. La viscosité diminue lorsque la température atteint 30 °C. (Prost, 2005)

+ Coloration

La coloration joue un rôle essentiel dans la structure physique, elle est liée à l'origine florale et à la composition. Elle est causée par différents pigments tels que les carotènes, les minéraux... La coloration du miel est intensifiée par le chauffage et le vieillissement (Gonnet, 1982).

✚ Cristallisation

La cristallisation est une transformation de l'état physique du miel (**Gonnet, 1979**). En raison de la température et de la présence de germes de cristallisation (poussières, cristaux de glucose, graines de pollens), le miel devient instable et commence à cristalliser. La cristallisation dépend des proportions de glucose/fructose et de glucose/eau. Le glucose est peu soluble dans l'eau, ce qui entraîne sa cristallisation rapide, tandis que le fructose reste liquide. (**Sable, 1997**).

✚ Indice de réfraction

La mesure de l'indice de réfraction du miel est basée sur la teneur en eau et la température, et l'utilisation du réfractomètre est la méthode la plus rapide pour évaluer la teneur en eau des miels (**Louveaux, 1985**). La majorité des miels présentent un indice de réfraction variant de 1,5041 à 1,4915, avec une teneur en eau comprise entre 13 et 18 %. L'indice de réfraction est d'autant plus élevé que sa concentration en eau est plus faible (**Labreau-Collen et al., 1999**).

✚ Pouvoir rotatoire

La capacité des sucres à dévier le plan de polarisation de la lumière est appelée pouvoir rotatoire (**Gonnet, 1982**). Il y a un ou plusieurs carbones asymétriques dans la molécule qui expliquent ce pouvoir rotatoire. La plupart des miels de miellat sont positifs (dextrogyres) tandis que les miels de nectar sont négatifs (lévogyres) (**Nanda et al., 2003**).

✚ Turbidité

Quand les miels sont liquides, ils sont souvent d'une grande transparence. Malgré cela, ils renferment des substances en suspension qui leur donnent une certaine turbidité (levures, poussières, graines de pollen, colloïdes, etc.). La néphélogométrie est l'une des méthodes utilisées pour évaluer la quantité de particules en suspension (**Louveaux, 1968**).

✚ Fluorescence

De nombreux miels ont un indice de fluorescence de plus en plus faible sous l'ultraviolet. Selon (**Gonnet, 1974**), les miels peuvent présenter différentes couleurs de fluorescence.

5-2 Propriétés chimiques du miel

✚ Hygroscopie

Une couche résistante qui empêche l'évaporation du reste d'eau (**Emmanuelle et al., 1996**). Le miel a la capacité d'absorber l'humidité de l'air et, si on le plonge trop longtemps dans une atmosphère humide, cette absorption peut être importante.

Un miel classique qui contient 18 % d'eau peut atteindre une hygrométrie de 55 % après trois mois, ce qui entraîne une augmentation de son poids de 84 %. De plus, si l'on veut dessécher le miel, il est dangereux de le conserver dans une atmosphère sèche, car il se forme en surface.

Potentiel d'Hydrogène (pH)

En général, sa valeur se situe entre 3,5 et 5,5 ; cela est dû à la présence d'acides organiques (**Bogdanov et al., 2004**).

D'après (**Schweitzer, 2005**), les miels de nectar, qui sont extrêmement acides, ont un pH variant de 3,5 à 4,5. Les miels de miellats, qui ont un pH inférieur à 4,5, sont moins acides. La flore butinée, la sécrétion salivaire de l'abeille et les processus enzymatiques et fermentatifs lors de la transformation de la matière première seraient responsables de cette variation du pH (**Louveaux, 1968**).

6- Composition chimique du miel

6-1 Composition majeure

Eau

D'après Huchet et ses collègues (1996), l'eau est présente dans une quantité significative, avec une teneur moyenne de 17,2 %. Cependant, étant donné que le miel est un produit biologique, cette valeur peut varier. En réalité, les abeilles ouvrent les alvéoles lorsque le taux d'eau est proche de 18 %.

Glucides

Selon (**Louveaux, 1968**) la matière sèche des miels est constituée de 95 à plus de 99 % de glucides, dont le fructose et le glucose, présents en quantité proche dans les miels. Toutefois, le rapport entre la quantité de fructose et la quantité de glucose est très élevé et oscille entre 0,76 et 1,76 environ. De plus, la quantité de saccharose peut atteindre jusqu'à 7 % et celle du maltose varie de 2 à 7 % (**Khenfer et al., 2001**).

6-2 Composants mineurs

Il y a des acides, des protéines et des aminoacides, des vitamines, des enzymes et des minéraux. Les diverses informations ont été regroupées dans le **tableau 05**.

Les pigments responsables de la couleur du miel sont peu connus. Ils sont sans doute classés dans les groupes des caroténoïdes et des flavonoïdes (**Louveaux, 1985**), et plusieurs substances encore inconnues confèrent au miel des propriétés antibactériennes (**Clement, 2003**).

Tableau 5: Les Composants mineurs du miel

Acides 0.3%	Protéines Aminoacides 0.4%	Vitamines	Minéraux 0.2%	Divers	Enzymes
Acide gluconique	Matières	Thiamine	Calcium-	Esthers	Invertase
Acétique	Albuminoïdes	Riboflavine	Chlore	Volatiles	Amylase
Citrique	Matières	Pyridoxine	Cuivre	Acétylcholine	Catalase
Lactique	Azotées	Acide	Fer	Pigments	Phosphatase
Malique	Traces	Pantothéniqu e	Magnésium	Colloïdes	Glucooxyase
Oxalique	Trypsine	Acide ascorbique	Manganèse	Facteur antibiotique	
Butyrique	Leucine	Micotinique	Phosphore		
Pyroglutamique	Histidine	Biotine	Potassium		
Succinique	Alumine	Afolique	Sodium		
formique	Glycine		Soufre		
	Méthionin-e				
	Aspartique				
Huchet <i>et al.</i>, 1996	Khenler, 2001	Louveaux ,1968	Dounadiex, 1978	Khenice- <i>et al.</i>, 2001	Louveaux ,1985



Chapitre 03 :

La pollution atmosphérique

1- Définition de la pollution atmosphérique :

L'atmosphère est un élément essentiel de la biosphère pour tous les êtres vivants, non seulement parce que certains d'entre eux peuvent y trouver l'oxygène dont ils ont besoin, mais aussi parce que toutes les caractéristiques qui la caractérisent sont en réalité bénéfiques pour le développement des différentes formes de vie que nous connaissons (**Pierre, 1975**).

Le concept de pollution atmosphérique fait référence à l'ensemble des substances toxiques émises par l'homme dans l'air. Les substances malodorantes, bien qu'elles puissent être vraiment dangereuses immédiatement pour les organismes vivants, ont tout de même un impact perturbateur sur l'environnement (**Emilion et Koller, 2004**).

Lors de son rapport du 14 septembre 1967, le Conseil de l'Europe a adopté la définition suivante : « La pollution de l'atmosphère est considérée comme une situation où la présence d'une substance étrangère ou une variation significative dans les proportions de ses composants est susceptible de causer un effet néfaste, en fonction des connaissances scientifiques actuelles, ou de générer un gène ».

2- Principales sources de pollution atmosphérique

Déférentes Sources de pollution atmosphérique sont présentes.

D'après les recherches de (**Bosert, 2000**), il existe deux types de sources : **naturelles et artificielles**.

✚ Les ressources naturelles

- La détérioration du sol.
- L'impact des volcans.
- Les feux de forêt.
- Les embruns de la mer.
- Les particules de poussière provenant d'ailleurs.
- Les phénomènes biologiques (la respiration des organismes).

✚ Sources artificielles (créées par l'homme)

- Les émissions de gaz.
- Les secteurs industriels.
- Les voitures à moteur ainsi que les transports par bateau et par avion.
- Les fumées à domicile et à l'industrie.

✚ L'origine de la pollution atmosphérique

- La pollution domestique.
- La pollution urbaine.
- La pollution agricole.
- La pollution industrielle.

2-1 Le processus de la pollution atmosphérique

La pollution de l'air est un phénomène extrêmement complexe en raison de la variété des polluants qui peuvent se trouver dans l'air. La nature et les conditions des rejets polluants ainsi que les conditions météorologiques qui influencent le transport, la diffusion et les effets de ces mêmes polluants influencent les niveaux de pollution au sol.

Ces événements se produisent dans la troposphère, qui est la couche la plus basse de l'atmosphère (Rahal, 2015). Les étapes de la pollution atmosphérique sont réparties en 4 étapes (Figure 21) :

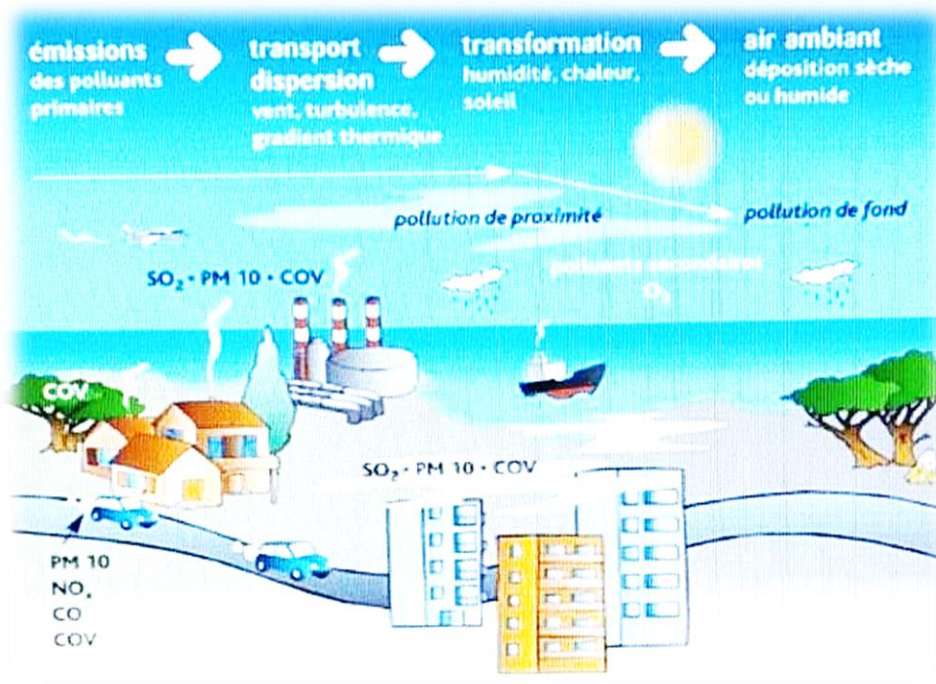


Figure 21 : Mécanisme de la pollution atmosphérique

3- Bio indication de la pollution atmosphérique :

La bioindication est une notion complexe et la littérature sur ce sujet est riche.

Un indicateur biologique désigne un organisme ou un groupe d'organismes qui, en se basant sur des variables biochimiques, cytologiques, physiologiques, éthologiques ou écologiques, permet de manière pratique et sûre de caractériser l'état d'un écosystème complexe et de mettre en évidence, aussi précisément que possible, leurs changements naturels ou causés (**Aimeur, 2004**).

L'objectif de la bio-indication consiste à utiliser des organismes vivants (végétaux, insectes ou animaux) afin de détecter la présence de polluants dans le milieu.

Ces organismes, connus sous le nom de bio indicateurs, sont utilisés pour évaluer de manière naturelle le niveau, les conséquences et l'ampleur des pollutions.

Des extrapolations sur les risques d'intoxication pour d'autres organismes, y compris l'être humain, peuvent être faites en connaissant les risques d'empoisonnement des bio indicateurs.

Les lichens et les mousses jouent un rôle essentiel en tant que bio indicateurs végétaux.

Cependant, sur le plan animal, l'abeille domestique est également un organisme remarquable pour détecter la pollution. L'*Apis mellifera* possède de nombreuses caractéristiques éthologiques et morphologiques qui en font un détecteur écologique fiable et impeccable (**Porrini et al., 2003**).

4- Bio indication des métaux lourds

Les métaux lourds présents dans l'environnement peuvent être d'origine naturelle ou anthropique. De nombreuses émissions sont causées par les activités humaines dans les secteurs industriel et automobile.

Apis mellifera est un insecte très poilu qui se déplace dans toute la ruche, de cette manière, elle collecte les poussières de l'air. Les polluants recueillis sont ensuite incorporés au pollen sans leur consentement (**Etchelecou, 2001**). Se brosse afin de créer les pelotes.

Les métaux lourds peuvent être soit absorbés par les abeilles dans l'air, par les poils dont leur corps est recouvert et transportés dans la ruche avec le pollen, soit ingérés lorsqu'elles prélèvent le nectar des fleurs, l'eau de flaques, de fossés ou de ruisseaux, ou encore le miellat des aphidius (**Anna, 2005**).

4-1 L'exposition de l'abeille mellifère aux métaux lourds

Les fleurs sont des organismes très vulnérables aux effets des polluants atmosphériques, car elles extraient les minéraux du sol pour leur alimentation.

Par conséquent, certains ingrédients peuvent aller du sol à la plante et se retrouver dans le pollen et le nectar de la fleur. L'abeille, pendant sa recherche de son butin, est en contact direct avec l'environnement qu'elle explore (plantes, air, eau, sol). En cas de contamination importante des éléments qu'elle butine, l'abeille pourrait les transporter jusqu'à la ruche, ce qui pourrait contaminer les composants et les produits de la ruche. (**Warnier, 2016 ; Laramee, 2007**).

5- Bio-indication de produits radioactifs

La collecte de pollen d'*Apis mellifera* permet de mesurer de manière efficace la quantité de matières radioactives présentes. Ce n'est qu'après la tragédie de Chernobyl que l'efficacité remarquable du biomonitoring a été convaincu.

Selon une équipe de recherche italienne, dans le cadre de Chernobyl, il a été découvert que, par rapport au miel et à la cire, le pollen est le produit le plus efficace pour surveiller la radioactivité. Le pollen de l'abeille a permis de mesurer l'étendue du césium 137 dans l'incident d'Algeciras (Espagne) en 1998 (**Porrini et al., 2003**).

6- Abeille Bio-indicateur des produits phytosanitaire

Les abeilles font face à une menace majeure en raison de l'utilisation croissante de pesticides par les agriculteurs du monde entier. La pollution par les pesticides est un problème de plus en plus sérieux. Lorsque les abeilles se trouvent dans des zones agricoles soumises à des traitements pesticides, elles récoltent fréquemment leur nectar et leur pollen sur des plantes cultivées dans les champs et les vergers. Les agriculteurs traitent également ces zones avec des pesticides et des herbicides. La plupart de ces produits chimiques sont toxiques pour les abeilles et certains sont extrêmement dangereux pour les êtres humains (**Flechi, 1993**). En aspergeant des pesticides sur un champ en floraison, même en petites quantités, il existe un risque de détruire de nombreuses colonies d'abeilles (**Bradbear, 2010**).

6-1 Le risque d'exposition des abeilles à des produits phytosanitaires

Les études sur l'impact des produits phytopharmaceutiques sur l'abeille se concentrent principalement sur les effets mortels aigus et négligent l'exposition chronique et les effets sublétaux (**Devillers et Doré, 2000 ; Decourtye, 2002**).

Cependant, il est possible d'exposer les abeilles de manière répétée à de petites quantités de substances toxiques sur les cultures ou à la ruche. Plusieurs recherches ont déclaré que des molécules insecticides se sont accumulées dans la ruche par contamination du pollen ou du nectar (**Decourtye, 2002**). Chez l'abeille, la toxicité d'une substance active à doses sublétales est évaluée en étudiant son effet sur le comportement, la physiologie et la biochimie de ces insectes.

7- Les pesticides

La nature des composés chimiques qui causent des intoxications dans le cheptel apicole varie en fonction de l'évolution des pratiques phytosanitaires dans le domaine agricole. Selon (**Johansen, 1977**), à la fin du **XIX^{ème}** siècle, on aurait observé le premier empoisonnement de ruche par les insecticides aux États-Unis. La plupart des substances actives utilisées à l'époque étaient minérales et peu sélectives, comme l'arsenic. Le pollen contaminé à l'arsenic a donc été prouvé comme entraînant le dépeuplement des colonies (**Eckert, 1935**).

7-1 Les voies de pénétration et les effets des pesticides sur les abeilles

7-1-1 Les voies de pénétration

Trois types d'intoxication des abeilles par les produits phytosanitaires peuvent être observés :

- En contact avec l'insecticide, les abeilles peuvent être directement aspergées par le produit ou butiner des fleurs traitées qui renferment des résidus (**Metas, 2006**).
- Par l'ingestion de produits contaminés tels que le nectar, le pollen, le caudex et le miellat.
- Il est possible que la colonie entière soit affectée, car les butineuses ramènent à la ruche des produits contaminés, qui seront utilisés pour nourrir les larves et les congénères adultes (**Bourg, 2006 ; Metas, 2006**).
- L'exposition par inhalation varie en fonction de la concentration de l'air, du débit respiratoire et de la durée et de la fréquence de l'exposition. Pour l'instant, aucune étude n'évalue l'apport de la voie inhalée à l'exposition totale aux pyréthrinoïdes (**Leng et al., 1997**).

7-1-2 Les effets des pesticides

Les abeilles peuvent subir deux types d'intoxication :

- ✚ **L'intoxication aiguë** se réfère à l'exposition occasionnelle à une quantité importante de produits phytosanitaires. Le produit ou le contact direct avec l'abeille entraînent rapidement sa mort.
- ✚ **L'intoxication chronique**, c'est-à-dire l'exposition périodique à de petites quantités de pesticides. Ces doses ne provoquent pas de mort à court terme, mais peuvent provoquer différents symptômes qui affectent la viabilité de l'abeille (désorientation, diminution de l'efficacité du butinage) et le fonctionnement de la colonie (réduction de la fécondité de la reine, atrophie des larves).

Selon (Crsad, 2013), la cause principale de l'intoxication chronique sera l'utilisation de pesticides systémiques tels que les néonicotinoïdes, qui sont utilisés pour enrober les semences.



Matériel et Méthode

1- Présentation de la zone étude

Dans le cadre de ces travaux, on a examiné la station de Skikda, qui est composée de deux ruches : une dans la commune de Kerkera et une autre dans la commune de Oum Toub. Les sites sont choisis en fonction de la pollution, de la facilité d'accès à la zone d'étude et de l'abondance des espèces.

1-1 Présentation de la station de wilaya de Skikda

Il se situe à l'est de la bande côtière algérienne sur une distance d'environ 140 km, car il est bordé par la mer Méditerranée au nord, par l'état d'Annaba à l'est, par l'état de Jijel à l'ouest, et par les États de Constantine, Guelma et Mila, avec une superficie estimée à 4137.68 km.



Figure 22 : 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

Pour réaliser cette étude, deux stations ont été choisies. Le premier est situé à côté de la route dans la zone de Kerkera (zone polluée) et le second est situé dans la zone d'Amzdouia d'oum al-toub (zone non polluée) (**Fig 23**).

- ❖ Le premier échantillon étudié a été prélevé dans une ruche située dans une ferme de la région de Kerkera à de latitude $36^{\circ} 55' 47''$ nord et $6^{\circ} 34' 58''$ de longitude est.

- ❖ Le deuxième échantillon a été prélevé de la ruche située à Oum Zdiwa (la commune d'oum al-Toub), à une latitude $36^{\circ} 41' 27''$ nord, et une longitude $6^{\circ} 34' 36''$ est.



Figure 23 : La localisation géographique des deux ruches (photo original).

2- Etude biométrique

Dans cette partie nous décrivons les moyens et les méthodes utilisés pour réaliser notre étude biométrique sur l'espèce étudiée *Apis mellifera intermissa*. Notre étude a été réalisée entre 28/02/2024 à 15/05/2024 dans : Le laboratoire de la biologie de l'université de 20 Aout 1955-Skikda.

2-1 Stratégie d'échantillonnage et de collecte de données

Les prélèvements sont effectués dans des stations situées dans la phase bioclimatique de la région de Skikda. Échantillonnage d'abeilles ouvrières d'âge inconnu.

Pour chaque site, 40 abeilles ont été échantillonnées au hasard, représentant un total de 80 individus. Toutes les abeilles résidaient dans des ruches de type « moderne » (**Cornuet *et al.*, 1988 ; De Leporati *et al.*, 1984**) (Fig 24).



Figure 24 : Vue du rucher de prélèvement (photo originale).

2-2 Prélèvements des abeilles

Les abeilles ont été prélevées à l'aide de pinces flexibles et placées dans des flacons contenant de l'alcool chirurgical (70 %) (Cornuit et al., 1988) (Figure 25).

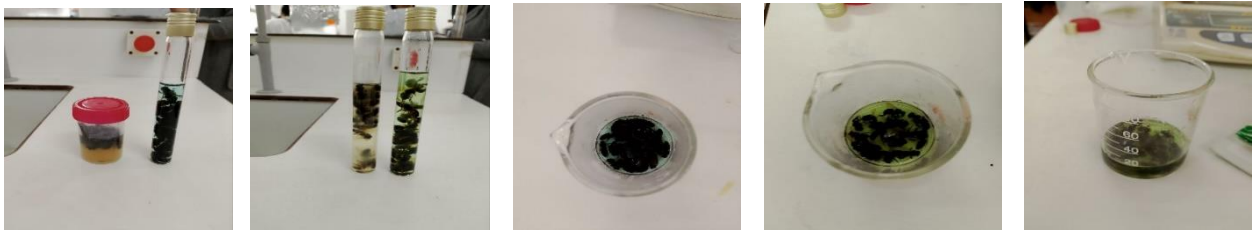


Figure 25 : Prélèvement des abeilles (photo personnel).

- Dans cette étude, nous avons échantillonné une cellule de chaque site d'échantillonnage de la province de Skikda. Sur chaque site, des échantillons aléatoires ont été prélevés sur 40 abeilles de la zone contaminée et un autre de la zone non contaminée, représentant un total de 80 abeilles ont également été prélevées chaque mois de février, mars, avril, mai, eau distillée dans laquelle il a été placé.
- Dans cette expérience, les abeilles ont été échantillonnées dans deux environnements complètement différents, l'un contaminé et l'autre non contaminé. Nous avons placé 20 abeilles de chaque zone dans deux tubes à essai contenant de l'eau distillée, où elles ont été placées pendant 48 heures, puis l'eau distillée a été filtrée à l'aide d'un papier filtre.

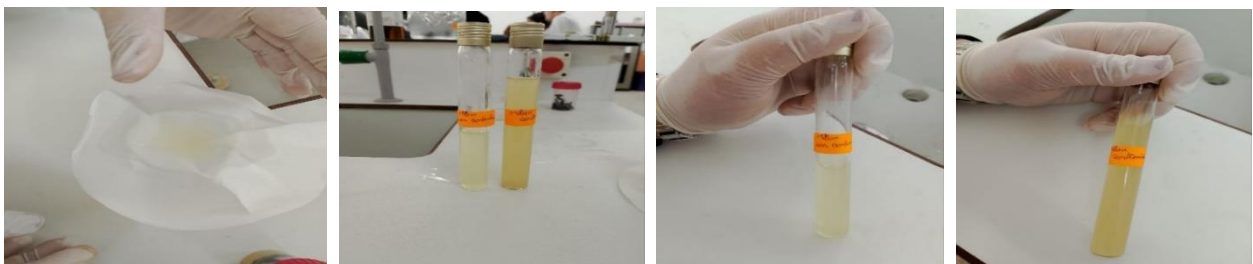


Figure 26 : Filtration d'échantillons d'eau distillée dans des tubes

- ✓ Les échantillons d'abeilles ont été collectés dans les sites suivants. **Tableau 04**

Table 1 : Nombre des abeilles mesurées par ruche d'échantillonnage

Site	Nombre de ruche	Effectif
Kerkera	1	40
Oum al-Toub	1	40

Table 2 : Nombre d'échantillons d'abeilles chaque mois par région

Mois / Site	Kerkera	Oum al-Toub
Février	40	40
Mars	20	20
Avril	20	20
Mai	20	20

3- Mesurer le poids des abeilles

- Nous avons réalisé une étude sur les abeilles, où le poids d'échantillons d'abeilles prélevés dans deux zones complètement différentes : une zone polluée dans la municipalité de Kerkera et une zone non polluée dans la municipalité d'oum el-Toub, où le poids des échantillons a été mesuré à l'aide d'une balance analytique en laboratoire.



Figure 27: Une balance pour mesurer le poids des abeilles

4- L'étude de pollen de miel d'abeille

- En outre, nous avons mené une étude sur le pollen dans chacun des échantillons prélevés dans les régions de Karkara et d'Umm al-Toub où 0,05 des deux échantillons ont été pesés à l'aide d'une balance analytique et ensuite placés sur une lame pour voir le pollen au microscope.



Figure 28 : Peser le miel avec une balance analytique.

- Afin de connaître la différence de quantité de pollen dans le miel provenant de la zone contaminée et de la zone non contaminée.



Figure 29 : Analyse d'échantillons de miel au microscope.

5- Matériel biologique

Le matériel biologique utilisé dans notre travail est l'abeille domestique : *Apis mellifera intermissa*.

5-1 Le matériel utilisé



La loupe binoculaire



Lame et lamelle



Règle millimètre



Les pinces



L'eau distillée



Balance analytique



Un tube



Papier filtre



Bêcher



L'alcool chirurgical à 70° et L'eau distillée

6- Analyse morphométrique

6-1 Critères morphologiques étudié

Il existe plus de cinquante caractères morphologiques qui sont utilisés pour étudier la biométrie de l'abeille (**Kshirsagar et Renade, 1981**).

Nous avons mené une étude sur les abeilles domestiques dans l'État de Skikda, où 10 caractéristiques morphologiques des organes de l'abeille ont été mesurées dans chacune des deux régions : tête, thorax, abdomen, pattes avant, moyennes et postérieures, ailes avant et postérieures, longueur des antennes et longueur de la langue.

Dans notre travail, 10 caractères morphologiques ont été sélectionnés en fonction de leur pouvoir discriminant et de leur signification biologique, ces caractères en question contribuent beaucoup dans la production du miel et de la cire (**Tableau 07**).

Tableau 3: Les caractères biométriques utilisés

Variables	Caractères morphologiques
<i>X1</i>	La tête
<i>X2</i>	Le thorax
<i>X3</i>	L'abdomen
<i>X4</i>	Longueur de l'aile antérieure
<i>X5</i>	Les Pattes Antérieures
<i>X6</i>	Longueur de l'aile postérieure
<i>X7</i>	Les pattes médianes
<i>X8</i>	Antenne
<i>X9</i>	Longueur de la langue
<i>X10</i>	Les pattes postérieures

7- Spectrophotomètre atomique

La spectrométrie d'absorption atomique (AAS) est une méthode introduite en 1955 par Walsh. Elle s'intéresse aux absorptions de lumière par les atomes libres.

L'analyse chimique utilise la spectroscopie ou la spectrométrie atomique comme une des principales techniques dans le domaine UV-visible. Elle offre la possibilité de mesurer plus de soixante-dix composés chimiques (métaux et non-métaux) du tableau de Mendeleevitch.

Le nombre d'applications est élevé, car on peut généralement atteindre des concentrations inférieures au mg/L.



Figure 30 : Spectroscopie infrarouge. (Photo personnel)

7-1 Principe

Les métaux en solution sont principalement dosés par l'absorption atomique de flamme. La mesure doit être effectuée à partir d'un analyte (élément à doser) qui a été transformé en atomes libres dans cette méthode d'analyse élémentaire. On porte l'échantillon. L'échantillon est chauffé à une température comprise entre 2000 et 3000 degrés afin de détruire les combinaisons chimiques dans lesquelles les éléments sont impliqués.

La spectrométrie d'absorption atomique repose sur la théorie de la mesure de l'énergie atomique. Son énergie fluctue à mesure qu'un de ses électrons se déplace d'une orbite électronique à une autre : $E = h \cdot \nu$, avec h étant la constante de Planck et ν étant la fréquence du photon absorbé ou émis. Elle s'applique généralement aux électrons les plus externes de l'atome.

7-1-1 Absorption atomique

Le phénomène d'absorption atomique se produit lorsque l'état fondamental d'un atome absorbe un rayonnement électromagnétique à une longueur d'onde donnée et se transforme en un état excité. En conséquence, on obtient un spectre de lignes noires sur fond blanc (spectre d'inclusion).

❖ **Caractéristiques théoriques de l'absorption atomique** : la loi de Beer- Lambert.

En spectrométrie d'absorption atomique, l'absorbance est mesurée : $A = K.c$

- **A** : Absorption (sans unité).
- **C** : Concentration de l'élément.
- **K** : Le coefficient de chaque élément pour la longueur d'onde choisie.

Les photons absorbés sont une propriété des substances absorbantes et leur concentration est liée au nombre d'atomes de l'élément absorbant, conformément à la loi de distribution de Boltzmann.

L'absorption est une méthode utilisée pour évaluer les concentrations des éléments à évaluer. Si plusieurs éléments sont à mesurer, on procède à cette manipulation pour chaque élément de l'échantillon en se positionnant à une longueur d'onde invariable.

La sélection d'une source appropriée pour éclairer l'élément que l'on souhaite exciter est donc nécessaire pour chaque traitement, ce qui explique la présence de différentes lampes (Lampe *Mg. Ca. Mn* et autres).

Les lampes cathodiques Heraeus de grande taille sont employées afin de repérer les éléments essentiels. Caractéristiques quantitatives et qualitatives d'un échantillon de liquides ou de solides. (Abbas *et al.*, 2012).



Figure 31 : Les différentes lampes de spectromètre (Lampe *Mg. Ca. Mn* et autres)

8-1-2-Instruments de base

L'absorption atomique expérimentale est constituée d'une source, d'une lampe à cathode creuse, d'un brûleur, d'un atomiseur, d'un monochromateur, d'un détecteur relié à un amplificateur et d'un dispositif d'acquisition.

Les rayonnements infrarouges ressemblent aux ondes visibles, à l'exception de la longueur de ces ondes qui est plus élevée et invisible pour l'homme. Ils ne sont pas les seuls à ne pas pouvoir être observés. Les rayons UV, X ou gamma sont également des ondes électromagnétiques qui ne peuvent pas être observées. (Bertrand *et* Baeten, 2006)

Ces méthodes ont pour but d'évaluer la contamination de notre échantillon par l'atmosphère, qu'il s'agisse d'engrais ou de métaux lourds (*Pb, Mg, Hg, Zn...*)



Figure 32 : Les analyses de spectrophotomètres



Résultats et Discussion

1- Résultat et discussion

1-1 L'analyse statistique

Ce chapitre présente les résultats des différentes méthodes statistiques employées.

1-1-1 Description des données biométriques

Afin de mieux décrire les différentes caractéristiques morphométriques des abeilles collectées, nous avons effectué des calculs sur chaque site d'échantillonnage pour mesurer certains paramètres statistiques fondamentaux tels que la moyenne arithmétique (\bar{X}), l'écart type (s) qui évalue la dispersion des données autour de la moyenne, les valeurs minimales (X_{\min}) et maximales (X_{\max}) qui nous donnent toutes les deux une idée de l'étendue des données, et enfin l'effectif qui nous informe sur l'importance des données traitées.

1-1-2 Le milieu non contaminé

Tableau 6 : présente les valeurs moyennes et les deux valeurs extrêmes calculées pour la rucher non contaminé

Caractère morphologique (mm)	Max	Min	La moyenne
Longueur de l'aile postérieure	12	7	9,5
Longueur de l'aile antérieure	7	4	5,5
Les pattes postérieures	7	3	5
Les pattes médianes	9	5	7
Les pattes antérieures	19	7	13
L'abdomen	13	4	8,5
La tête	6	3	4,5
La thorax	10	4	7
La langue	8	3	5,5
Les antennes	6	2	4

- Min: valeur minimale
- Max: valeur maximale
- Moyenne : les moyennes.

1-1-3 Le milieu contaminé

Tableau 7 : présente les valeurs moyennes et les deux valeurs extrêmes calculées pour la rucher contaminé

Le milieu contaminé	Min	Max	La moyenne
Longueur de l'aile postérieure	6	12	9
Longueur de l'aile antérieure	4	7	5,5
Les pattes postérieures	3	7	5
Les pattes medians	5	9	7
Les pattes antérieures	6	15	10,5
L'abdomen	4	12	8
La tête	3	5	4
La thorax	3	7	5
La langue	4	7	5,5
Les antennes	2	5	3,5

D'après les tableaux 6 et 7 :

❖ La moyenne de la longueur de l'aile antérieure

varient entre 9,5 mm et 8,5 mm avec une amplitude de 1mm , la longueur moyenne pour l'ensemble des de sites(ruches).



Figure 33 : photographie représentative par binoculaire: l'aile antérieure

❖ **La moyenne de la longueur de l'aile postérieure**

Elle est 5.5mm, la longueur moyenne pour l'ensemble des 2 sites (ruches) étudié et de 1mm .

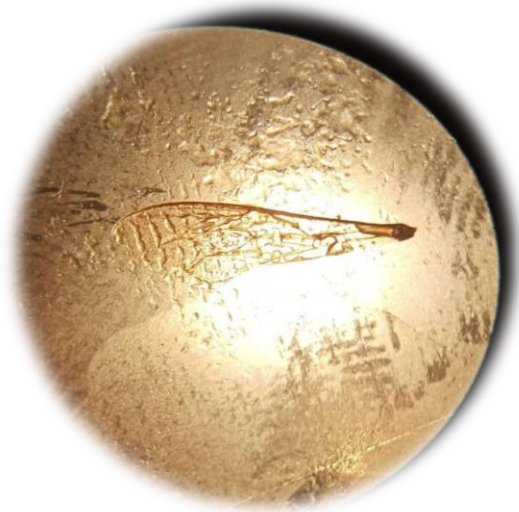


Figure 34 : photographie représentative par binoculaire : l'aile postérieure

❖ **Les moyennes de la longueur de la tête**

valeurs moyenne sont compris entre 4mm et 4,5mm cependant les deux valeurs extrêmes minimales et maximales sont 6mm et 3mm .

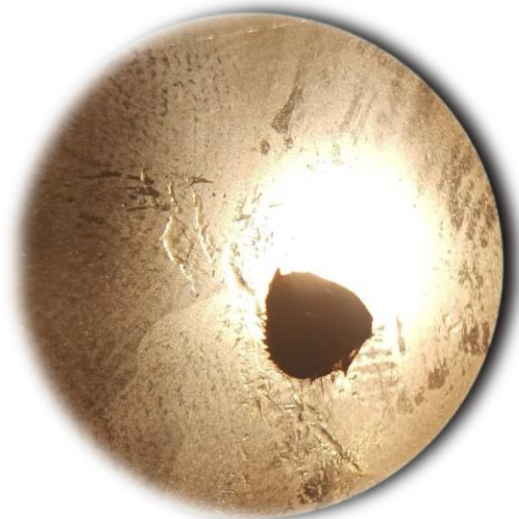


Figure 35 : photographie représentative par binoculaire: la tête

❖ **Les moyenne de la longueur de thorax**

les moyennes de la longueur varient entre 5mm et 7mm cependant les deux valeurs extrêmes minimales et maximales sont 3mm et 10mm .

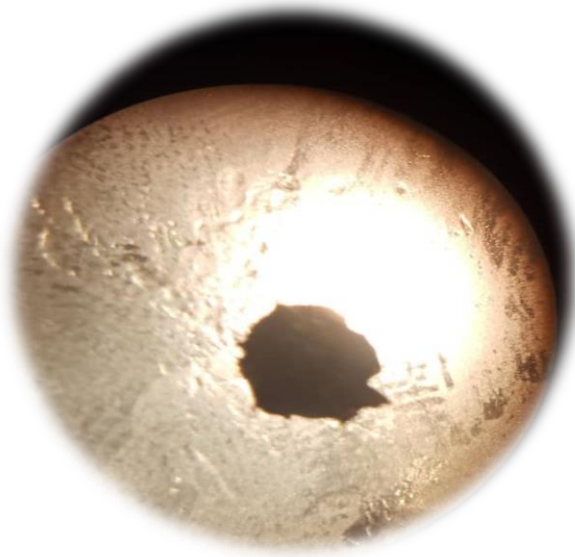


Figure 36 : photographie représentative par binoculaire : thorax

❖ **Les moyenne de la longueur de l' abdomen**

les valeurs moyennes sont comprises entre 8mm et 8.5mm cependant les deux valeurs extrêmes minimales et maximales sont 4mm et 13 mm .

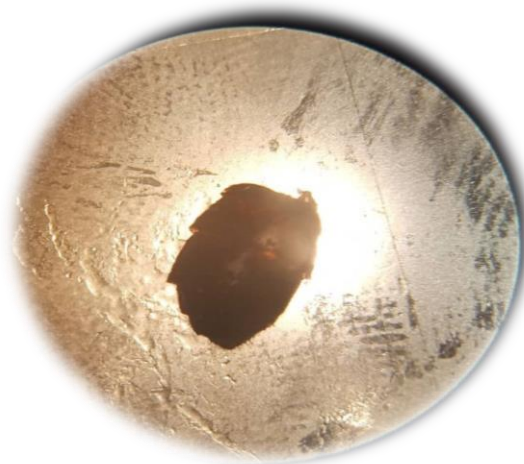


Figure 37 : photographie représentative par binoculaire: l' abdomen

❖ **Les moyenne de la longueur de la langue**

est 5,5mm la longueur moyenne pour l'ensemble des de sites (ruches), la longueur maximale est de 8mm et la longueur minimale est 3mm donc nous avons une amplitude de 5mm



Figure 38 : photographie représentative par binoculaire : la langue

❖ **Les moyenne de la longueur de l'antenne**

Varient entre 3.5mm et 4mm, la longueur maximale est de 6mm et longueur minimales 2mm.

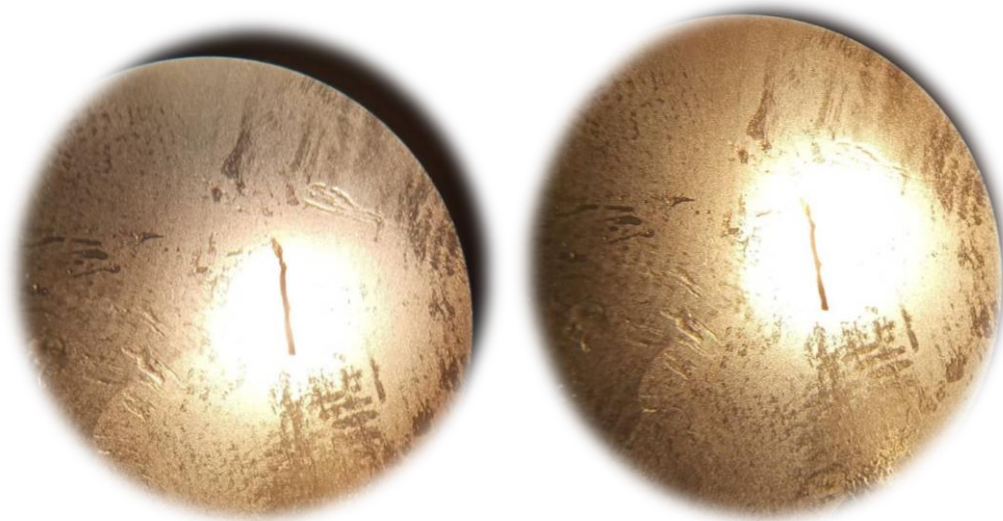


Figure 39 : photographie représentative par binoculaire : l'antenne

❖ **La moyenne de la longueur de la patte antérieure**

Varié entre 5mm et 7mm ,la longueur maximale est 7mm et la longueur minimale est 3mm.



Figure 40 : photographie représentative par binoculaire : la patte antérieure

❖ **La moyenne de la longueur de la patte médiane**

est 7mm la longueur moyenne de l'ensemble des 2 sites (ruches).

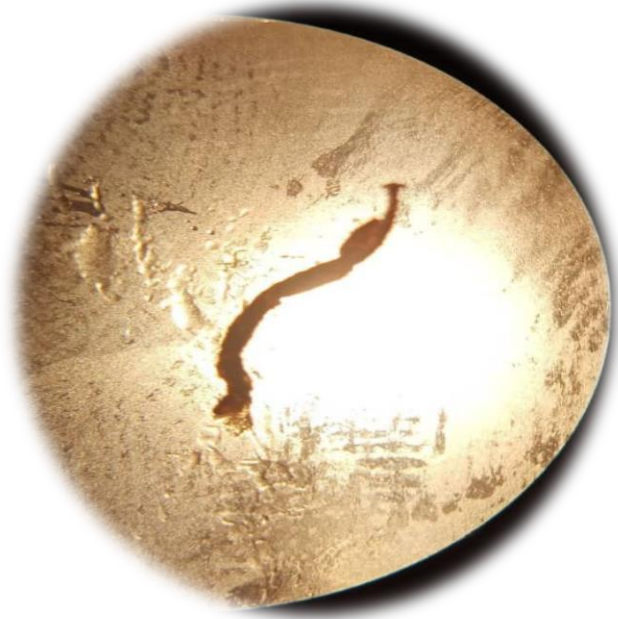


Figure 41 : photographie représentative par binoculaire : la patte médiane

❖ La moyenne de la longueur de la patte postérieure

varient entre 10.5mm et 13mm, la longueur maximale est 19mm et la longueur minimale est 6mm



Figure 42 : photographie représentative par binoculaire : la patte postérieure

✚ Poids des abeilles dans les milieux contaminés et non contaminés

Nous avons pesé des échantillons d'abeilles dans deux environnements différents, l'un contaminé dans la municipalité de Kerkera et l'autre non contaminé dans la municipalité d'oum el-Toub, où nous avons remarqué un léger changement dans le poids des abeilles, qui variait d'une abeille à l'autre dans les deux environnements.

➤ Le milieu contaminé

Tableau 8 :Le poids des abeilles dans le milieu contaminé

Nombre d'abeille	Poids (g)
1	0.191
2	0.126
3	0.181
4	0.156
5	0.167
6	0.175
7	0.170
8	0.106
9	0.115
10	0.221
11	0.192
12	0.143
13	0.162
14	0.165
15	0.172
16	0.151
17	0.155
18	0.134
19	0.168
20	0.181

➤ Le milieu non contaminé

Tableau 9 :Le poids des abeilles dans le milieu non contaminé

Nombre d'abeille	Poids (g)
1	0,186
2	0,203
3	0,173
4	0,166
5	0,202
6	0,160
7	0,205
8	0,169
9	0,236
10	0,156
11	0,212
12	0,201
13	0,201
14	0,203
15	0,191
16	0,175
17	0,192
18	0,169
19	0,242
20	0,186

1-2 Analyse de spectrophotomètre

Nous avons collecté un nombre important d'abeilles mellifera antermisa dans les milieux contaminés et non contaminés et les avons placées dans de l'eau distillée pendant 48 heures, après quoi elles ont été analysées par spatrophorèse pour les métaux polluants de l'air.

D'après **tableau 10**, On observe que la valeur du cadmium dans l'eau distillée dans laquelle les abeilles provenant d'une zone contaminée avaient une valeur entre 0,0195 et 0,0719 et une autre provenant d'une zone non contaminée avait une valeur entre 0,0187 et 0,0437, qui ont été mesurées au cours des mois de février, mars et avril.

Nous avons observé que la valeur du cadmium diminue davantage dans l'eau distillée qui se trouvait dans le milieu contaminé au fil des mois.

Tableau 10 :Le pourcentage de cadmium métallique lors de l'analyse de l'eau distillée pour les abeilles pendant quatre mois

Sample ID	Concentration	Corrected concentration
Cd (Cd)	mg/L	mg/L
Sample ID 1	0.0719	0.0719
Sample ID 2	0.0437	0.0437
Sample ID 3	0.0285	0.0285
Sample ID 4	0.0205	0.0205
Sample ID 5	0.0195	0.0195
Sample ID 6	0.0187	0.0187

Pour le Cr, D'après le **tableau 11**, On constate que sa valeur dans l'eau distillée contenant des abeilles provenant d'une zone contaminée varie entre 0,4833 et 0,3606 au cours des mois de février, mars et avril, alors que sa valeur dans l'eau distillée contenant des abeilles provenant d'une zone non contaminée varie entre 0,4622 et 0,3529, alors que sa valeur dans l'eau distillée ayant des abeilles provenant d'une zone non contaminée varie entre 0,4622 et 0,3529, où l'on remarque que la valeur de Cr diminue au fil des mois dans l'eau distillée ayant des abeilles provenant d'une zone plus contaminée.

Tableau 11: Le pourcentage de Cr métallique lors de l'analyse de l'eau distillée pour les abeilles pendant quatre mois

Sample ID	Concentration	Corrected concentration
Cr (Cr)	mg/L	mg/L
Sample ID 1	0.4833	0.4833
Sample ID 2	0.4622	0.4622
Sample ID 3	0.4311	0.4311
Sample ID 4	0.3818	0.3818
Sample ID 5	0.3686	0.3686
Sample ID 6	0.3529	0.3529

D'après les tableaux 12 et 13, On observe que la valeur du plomb dans l'eau distillée dans laquelle les abeilles provenant d'une zone contaminée et non contaminé avaient une valeur inférieure à zéro qui ont été mesurées au cours des mois de février, mars et avril

Tableau 12 : Le pourcentage de Pb métallique lors de l'analyse de l'eau distillée pour les abeilles pendant quatre mois

Sample ID	Concentration	Corrected concentration
Pb	mg/L	mg/L
Sample ID 1	-0.2804 C	-0.2804 C
Sample ID 2	-0.3022 C	-0.3022 C
Sample ID 3	-0.2387 C	-0.2387 C
Sample ID 4	-0.2468 C	-0.2468 C
Sample ID 5	-0.2732 C	-0.2732 C
Sample ID 6	-0.2614 C	-0.2614 C

Tableau 13 :Le pourcentage de Mn métallique lors de l'analyse de l'eau distillée pour les abeilles pendant quatre mois

Sample ID	Concentration	Corrected concentration
Mn	mg/L	mg/L
Sample ID 1	-0.1709 C	-0.1709 C
Sample ID 2	-0.1629 C	-0.1629 C
Sample ID 3	-0.1523 C	-0.1523 C
Sample ID 4	-0.1460 C	-0.1460 C
Sample ID 5	-0.1289 C	-0.1289 C
Sample ID 6	-0.1136 C	-0.1136 C

D'après le **tableau 14**, On observe que la valeur du cuivre dans l'eau distillée dans laquelle les abeilles provenant d'une zone contaminée avaient une valeur entre 0,1297 et 0,109 et une autre provenant d'une zone non contaminée avait une valeur inférieure à zéro qui ont été mesurées au cours des mois de février, mars et avril

Tableau 14: Le pourcentage de Cu métallique lors de l'analyse de l'eau distillée pour les abeilles pendant quatre mois

Sample ID	Concentration	Corrected concentration
Cu	mg/L	mg/L
Sample ID 1	0.1120	0.1120
Sample ID 2	0.1090	0.1090
Sample ID 3	0.1225	0.1225
Sample ID 4	0.1259	0.1259
Sample ID 5	0.1297	0.1297
Sample ID 6	0.1253	0.1253

D'après le **tableau 15**, On observe que la valeur du zenc dans l'eau distillée dans laquelle les abeilles provenant d'une zone contaminée avaient une valeur entre 0,0267 et 0,0071 et une autre provenant d'une zone non contaminée avait une valeur inférieure à zéro qui ont été mesurées au cours des mois de février, mars et avril

Les analyses ont montré que le milieu pollué contenait une petite quantité de cd, une petite quantité de zn, cr et cu et qu'il avait complètement disparu du milieu non pollué, à l'exception d'une petite quantité de Nicle.

Tableau 15: Le pourcentage de Zn métallique lors de l'analyse de l'eau distillée pour les abeilles pendant quatre mois

Sample ID	Concentration	Corrected concentration
Zn	mg/L	mg/L
Sample ID 1	-0.0267	-0.0267
Sample ID 2	-0.0068	-0.0068
Sample ID 3	-0.0058	-0.0058
Sample ID 4	0.0071	0.0071
Sample ID 5	0.0132	0.0132
Sample ID 6	0.0267	0.0267

1-1 L'analyse pollinique

Nous avons étudié le miel des abeilles au microscope optique, à la recherche de pollen, et nous en avons trouvé une petite quantité dans les deux échantillons de milieu contaminé et non contaminé.

Le pollen contenu dans le miel varie d'un type de miel à l'autre, en fonction de la qualité du miel et de l'emplacement de la ruche.

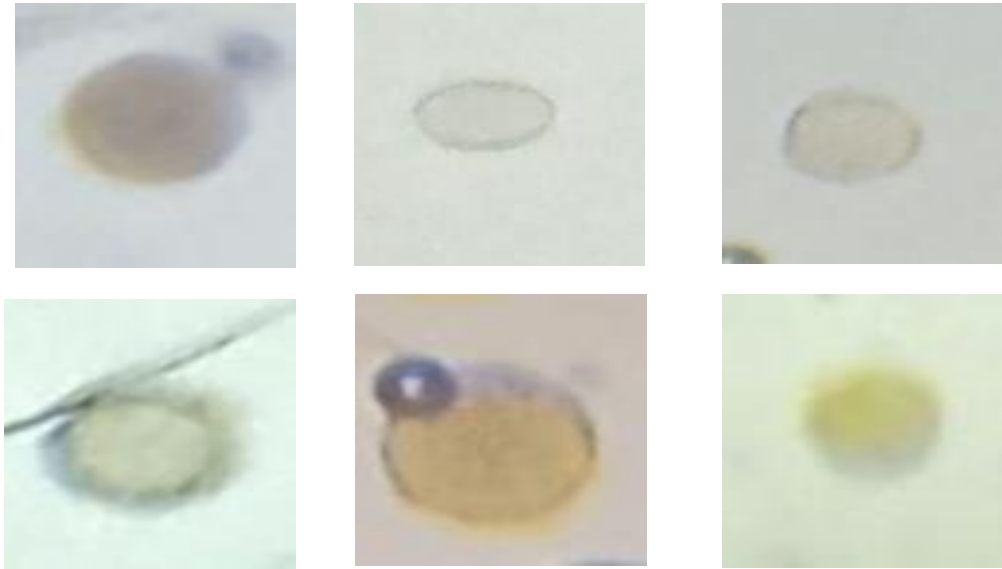


Figure 43 : Quelques types polliniques contenus dans les miels analysés

2- 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 $F_{0,05}$: des différences justes significatives dans les caractères biométriques

(La tête, le thorax, l'abdomen, longueur de l'aile antérieure, longueur de l'aile postérieure, antenne, longueur de la langue, longueur des pattes antérieures, longueur des pattes médianes, et longueur des pattes postérieures).

Nos résultats biométriques obtenus ont été comparés avec ceux obtenus par (Ahou, 2007) sur les abeilles algériennes (Annexe 2).

2-1 La longueur moyenne de l'aile antérieure

La longueur moyenne d'aile antérieure obtenue est de 9.5 mm. Elle est supérieure par rapport à celles trouvées respectivement par (Ahou., 2007) qui est de 8.5 mm.

2-2 La valeur moyenne de la longueur des ailes postérieures

Elle est égale 5.5 mm par rapport à celle trouvée par (Ahou., 2007)

Pour comparer, entre les 2 sites, de chacune des 11 caractéristiques (variables), nous avons utilisé le test d'analyse de la variance à un critère ou à un facteur de classification modèle fixe (ANOVA). Ce test a révélé qu'il existe entre les 2 ruchers des différences justes significatives

pour variables biométriques. les moyennes de toutes les 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 exposes d'abeilles melliferes connues à travers le monde, notre races locale *Apis mellifera intermerca* dispose donne de population différenciable pas 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 melliferes commence toujours par leur description morphologique (**Ruttner., 1988**).

Les résultats obtenus nous ont permis de constater une grande variabilité morphologique a 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 d'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**).

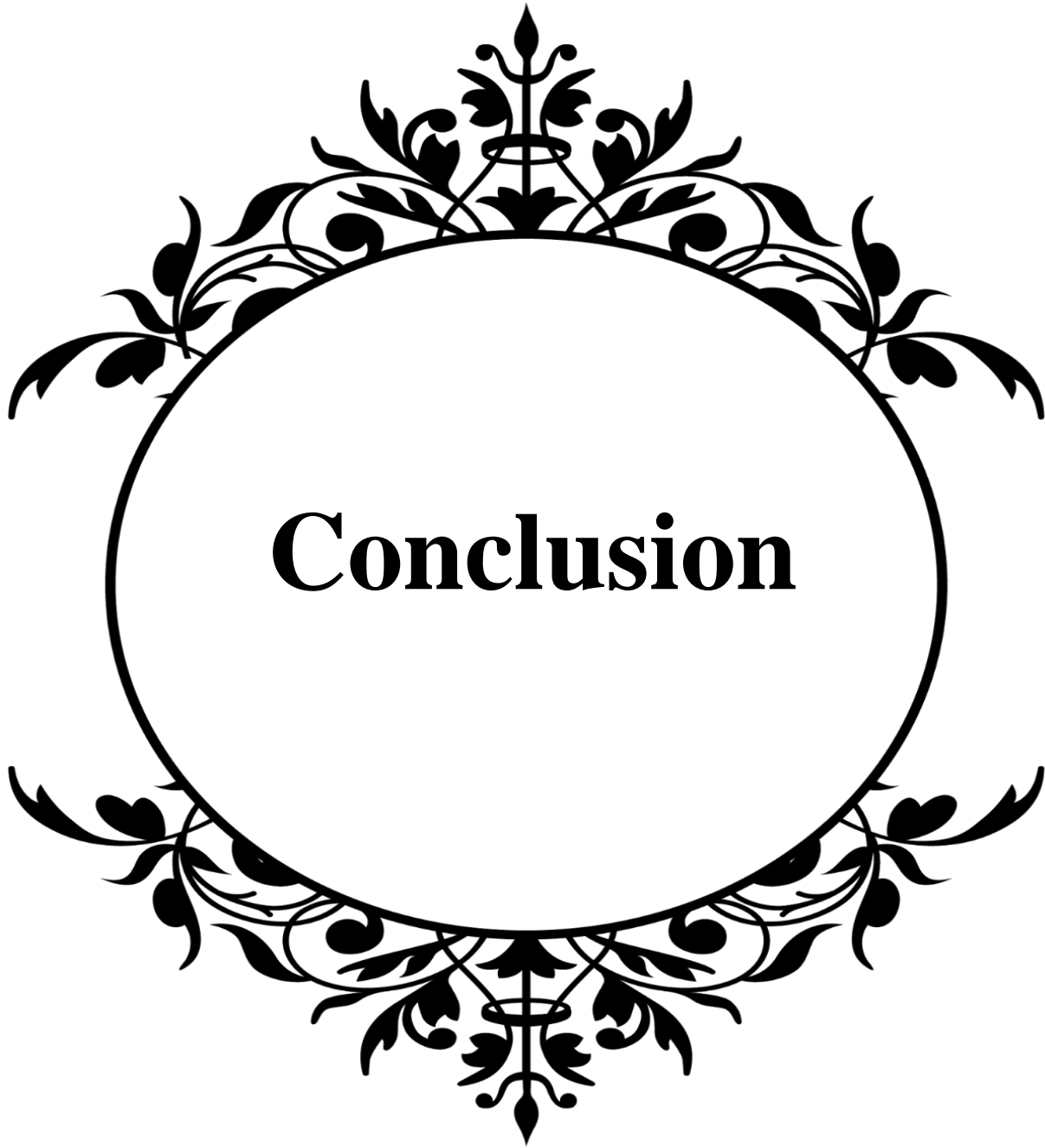
Les longueurs moyennes des abeilles, prélevées au cours de notre étude varient de 2.850 ± 0.594 mm et $1300:0.434$ mm ces valeurs sont différentes à celles obtenues par (**Paraiso et al. 2011**) dans le nord-est du Benin chez la sous-espèce *Apis mellifera adansonu*.

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 lie 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 6.000mm et 12,000mm, ce qui est plus grand que celui observé par (**Rottner, 1988**) chez les abeilles *Apis mellifera adansoni* qui étaient en moyenne de 8,5 mm.

La langue des abeilles est très courte 4,88 mm. (Gadbin et al., 1979), dans cette étude, nous avons constaté que la longueur de la langue est variable entre 3,000 et 8,000 mm et à partir de laquelle nous concluons qu'elle varie d'une région à l'autre par apport à une autre. Où il est valorisé dans les abeilles *Apis mellifera mellifera* (5.5 mm) dont la langue est la plus courte chez les abeilles européennes. En effet, un lumen long (langue longue) permet d'atteindre facilement et rapidement le fond de la corolle où se loge les glandes nectarifères et les étamines contenant le pollen.



Conclusion

Conclusion :

Le présent de travail s'inscrit dans une orientation de recherche sur l'abeille domestique et le miel. Le but est l'influence de pollution atmosphérique sur la biométrie de l'abeille *Apis mellifera intermissa* et sur la qualité du miel. Dans cette étude, nous avons analysé statistiquement les 10 caractères morphologiques de l'abeille locale *Apis mellifera intermissa* et l'analyse physico-chimique et pollinique du miel dans deux stations différentes (Kerker, Oum el-Touba) dans la région de Skikda .

L'abeille est un organisme très important pour les écosystèmes et pour la pollinisation . Elle serait même essentielle à la survie de l'être humain selon Albert Einstein . Depuis des milliers d'années , les produits confectionnés par cet insecte sont appréciés des humains . Le miel a longtemps été l'une des principales sources de sucres dans leur alimentation et la cire leur permettait notamment de fabriquer des chandelles . Pour la nature , l'abeille représente un insecte indispensable vu que plus de 20 000 espèces végétales bénéficient notamment de ce pollinisateur pour leur propagation, la qualité du résultat est indéniable .

L'humain l'a bien compris et il l'emploie de façon systématique pour la pollinisation de plusieurs cultures . L'abeille est également un indicateur très performant pour détecter des polluants environnementaux . Elle travaille quotidiennement sur un large territoire (50km²), récolte le pollen et le nectar de plusieurs fleurs , s'approvisionne d'eau et entre en contact avec des rejets atmosphériques . Elle peut ainsi vraiment jouer un rôle de sentinelle. Des métaux lourds, des produits radioactifs et des insecticides peuvent être mesurés dans les produits de la ruche ou dans le corps des abeilles mortes. Lorsque le taux journalier de mortalité dépasse 250 individus par ruche , cela indique qu'il y a un problème dans la colonie . Les analyses peuvent déterminer les causes de cette mortalité, comme l'utilisation illégale ou inadéquate d'un insecticide.

Cependant, certaines mortalités peuvent être parfois difficiles à expliquer et le blâme peut être redirigé vers diverses sources.

L'analyse pollinique utilisée pour déterminer l'origine botanique des miels analysés a montré qu'il ne présente pas de pollens dominants donc les deux échantillons des miels étudiés sont classés polys floraux.

La pollution atmosphérique qui se traduit par l'altération et la dégradation de notre écosystème n'a pas cessé d'évoluer surtout dans les villes industrielles, à la suite de l'augmentation des diverses pollutions dans l'atmosphère et leur large répartition avec toutes les conséquences environnementales

❖ Perspectives :

- Les agriculteurs devraient placer les abeilles dans des zones éloignées de la pollution
- Évitez d'utiliser des pesticides et des engrais lorsque les fleurs sont en pleine floraison.
- Mise à disposition d'un spectrophotomètre dans le laboratoire de l'université pour une étude plus approfondie

Références Bibliographie :

- (Adam G. 2012), Pathologie apicole. Ecole d'apiculture des ruchers du sudLuxembourg, 24p.
- (Aimeur N., 2004). Bio indication de la pollution atmosphérique dans la région de Annaba (comparaison avec les données de SAMA Safia). Thèse de Magistère de l'Université d'Annaba, 165p.
- (Anna.G., 2005). Istituto Nazionale Apicoltura Bologna, Italie Annotations Zoological Japanese, 32(1): 35-42.
- (Ballis A. 2016). Mémento de l'apiculture, un guide sanitaire et réglementaire. Chambre d'agriculture d'Alsace,167p.
- (Bertrand B. 2013). Analyse de la diversité génétique de populations d'abeilles de la lignée Ouest Méditerranéenne (*Apis mellifera mellifera*) : application à la conservation.thèse de doctorat en Biologie Moléculaire et Génétique. Univ. Paris-Sud. p.131.
- (Bogdonov S. , 1999.) Stockage cristallisation et liquéfaction du miel centre suisse de recherche Apicole. 1-5. Charrière LD Fluri P.Kilchenmann V., 2003.
- (Bonté, F. and A. Desmoulière, 2013) Le miel : origine et composition. Actualités Pharmaceutiques, 52(531) : p. 18-21.
- (Bosert J.PH. , 2000.) La pollution de l'air . ([http: / www: copyright jph bosert - avril 2000](http://www:copyrightjphbosert-avril2000)).
- (Bouziani M,2010).Introduction à la santé environnementale. Ed. Dar El Gharb, ORAN, p273-302.
- (Buoecourtye A., 2002.) Etude de l'impact de produits phytopharmaceutiques sur la survie etl'apprentissage associatif chez l'abeille domestique (*Apis mellifera L.*). Thèse de Doctorat, Univ. Paris XI, arsay, France19-21.
- (Charrière J.P., Dietmann V., Schafer M., Dainat B., Neumann P., Gallman P, 2012). Guide de santé de l'abeille édité par le centre de recherche apicole, 36 Chauzat M.P., Carpentier P., Madec F., BOUGEARD S., Cougoule N.,Drajnudel P.,ClémentM. C.,AUBERTM., Faucon J.P. (2005). The role of infectious agents parasites inthehealth honey bee colonies in France. Journal of Apicultural Research and Bee World, 49:31-39.
- (Deletraz G, 2002). Géographie des risques environnementaux liés aux transports routiers en montagne. Incidences des émissions d'oxydes d'azote en vallées d'Aspe et de Biriadou (Pyrénées). Thèse de doctorat, Université de Pau et des Pays de l'Adour, France.
- (Eckert J., 1935). Airplane dusting and its relation to beekeeping. Am bee J. February.

Références Bibliographie

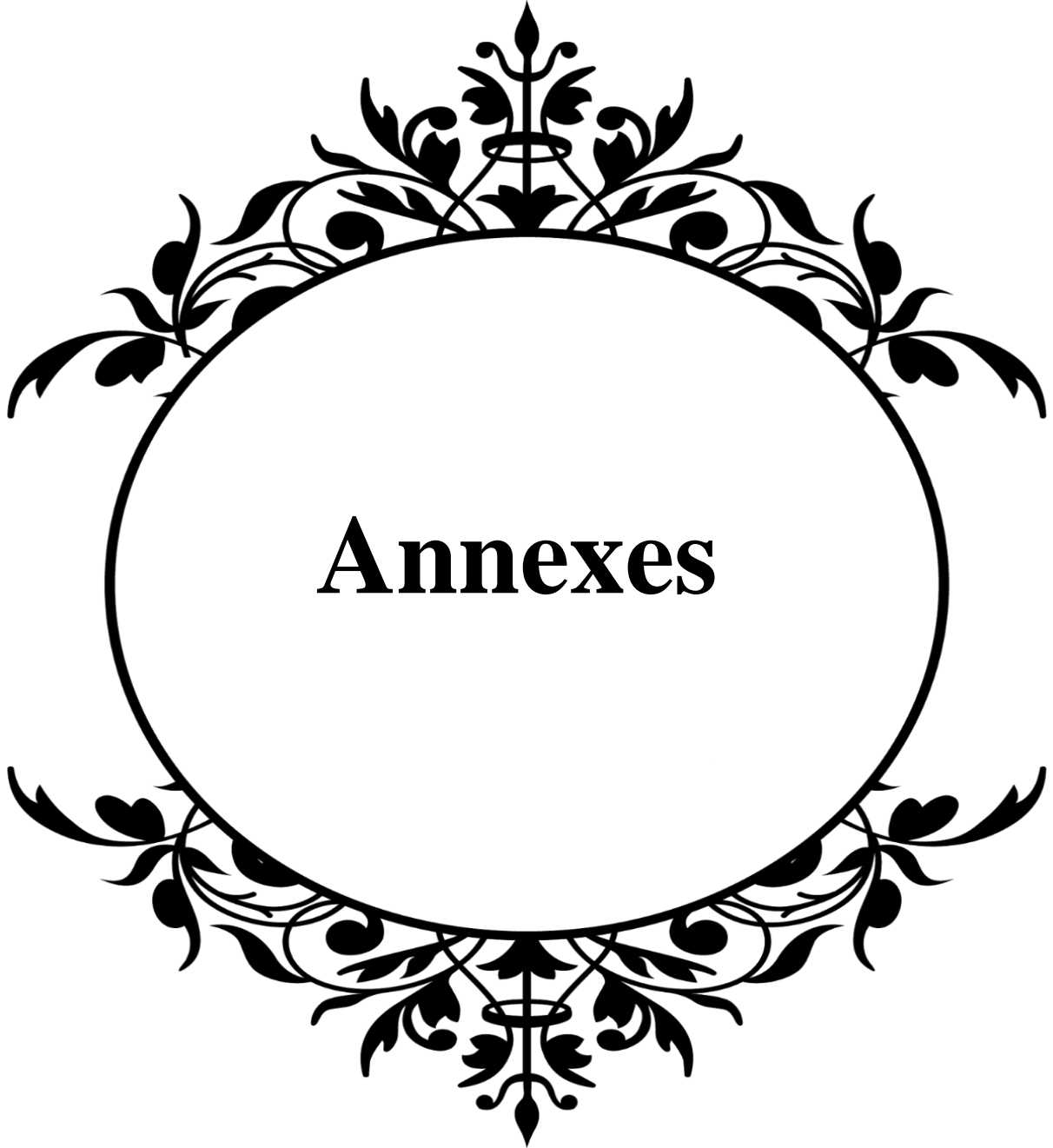
- (Emilion k., 2004)- Traitement des pollution indistrielles Eau- Air- Déchet- Sols boues Ed. Du mode. P177.
- (Etchelecou A., 2001). Programme écosystèmes, Transport et pollution, Université de Pau et des Pays de l'Adour, France.
- (Fluri P, 2003). Directive de lutte contre les maladies des abeilles. Centre de recherche apicole, station fédérale de recherche laitières 39p.
- (Gérard M, 1996).Ozone et propriétés oxydantes de la troposphère. Revue la météorologie, 8,13.
- (Huchet E, Coustel J, Guinot L, 1996) : Les constituants chimiques du miel. Méthode d'analyse chimique. Département de science et l'aliment. Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaire. France. 16p.
- (Hummel R., Feltin M, 2014). Reconnaître les maladies des abeilles quand on est apiculteur débutant, syndicat des apiculteurs de Thann et environ, 10p.
- (Johansen Ca., 1977). Pesticides and pollinators. Ann. Rev. Entomol. 22:117-192.
- (Joshi, S. R., Pechhacker, H., Willam, W. et Von der Ohe, W, 2000). Physico chemical characteristics of Apis dorsata, A. cerana and A. mellifera honey from Chitwan district, central Nepal. Apidologie, 21, 367–375
- (Karl Von Frisch,2011). vie et mœurs des abeilles, Edition Albin Michel, 22 rue Huyghens, 75014 Paris. ISBN : 978-2-226-1872-7. ISSN : 0298-2447
- (Khenfer A et Fettal M, 2001) : Le miel. . Ministère de l'agriculture. Direction de la formation de la recherche et de la vulgarisation.23p.
- (Lequet, L., 2010) Du nectar à un miel de qualité : contrôles analytiques du miel et conseils pratiques à l'intention de l'apiculteur amateur..
- (Louveaux J, 1968) : Composition propriété et technologie du miel. Les produits de la ruche, in Traité de biologie de l'abeille. Tome 03. Ed Masson et Cie. 389p.
- (Lüttge, U., 1977) Nectar composition and membrane transport of sugars and amino acids: a review on the present state of nectar research. Apidologie,. 8(4) : p. 305-319.
- (MacIntyre F,1974). The top millimeter of the ocean. Scientific American, 230, 62-69.
- (Metas E., 2006). Etude des impacts à court terme de la lutte antivectorielle sur les abeilles dans le cadre de l'épidémie de chikungunya. Etude DIREN - volet abeilles. p36
- (Miquel G, 2001). Rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé. Assemblée Nationale Française, Paris, 2979, 366.
- (Mireille B, 2014). Étude des particules fines et ultrafines en suspension dans l'air au Liban : caractérisation physicochimique et évaluation des effets toxicologiques sur des

cellules pulmonaires humaines BEAS-2B, Toxicologie. Thèse de doctorat, Ecole Doctorale des Sciences et de Technologie, Liban.

- (Pereira, E.A., A.J. de Melo Queiroz, and R.M.F2003). de Figueirêdo, Comportamento reológico de mel da abelha uruçú (*Melipona scutellaris*, L.). *Recen-Revista Ciências Exatas e Naturais*, 5(2) : p. 179-186.
- (Philippe J M,2007). Le guide de l'apiculteur. Ed Edisdud . France. p347.
- (Pierre V, 1975)- La pollution de l'air, effet, moyen de lutte prévention, mesure et détection, Encyclopédie de l'environnement. Collection dirigée par jean A.Ternisien.
- (Rahal F,2015). Modélisation et simulation de la pollution atmosphérique. Le cas de la région d'Alger .Thèse de doctorat en science, Université Mohammed Boudiaf, Oran,Algérie.
- (Recklies, K., et al, 2021) Differentiation of honeydew honeys from blossom honeys and according to their botanical origin by electrical conductivity and phenolic and sugar spectra. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69(4) : p. 1329-1347.
- (Scheiro J, 2011). C'est l'université du phénomène de disparition des abeilles qu'il faut chercher à comprendre en priorité. ITSAP, 22p.
- (Usher C., Michel A., Grassian V, 2003). Reactions to mineral dust. *Chemical Reviews*, 103, 4883-4939.
- (Yahiaoui, S.E.I., S. Soualmia, and N. Hamadouch, 2018) L'effet de miel de Sidr sur le système reproductif et quelque paramètre biochimique, et son impact sur la cicatrisation des plaies chez les rats de Wistar Albinos..
- 84. FAO., 2019 Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.
- Barbancon J.M. (2003). Soigner et protéger les abeilles. Le Traité Rustica de l'apiculture. Ed Rustica, Paris : 86-118.
- Codex Alimentarius. Commission Standards, Codex Standards for Honey, (1981/ revised 1987/revised 2001) (2001). FAO-Rome. pp. 1-7.
- Devillers J., Doré J., 2000. Etude bibliographique des effets écotoxicologiques des xénobiotiques vis-à-vis de l'abeille. Programme communautaire pour l'Apiculture A.C.T.A., Pariseck et Larcier. 659p.
- Marchenay, P., Miels, miellats, miellées. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, 1988. 35(1): p. 121-146.
- Meriem, C., Etude comparative de la qualité des miels produits au centre et l'est algérien cas de la Metidja et la région méridionale d'Aures.
- Porrini. C., Sabatini. AG., Girotti, S., Fini, F., Monaco, L., Celli G., Bortolotti L. and Ghini S., 2003. The death of honeybees and environmental pollution by pesticides: the

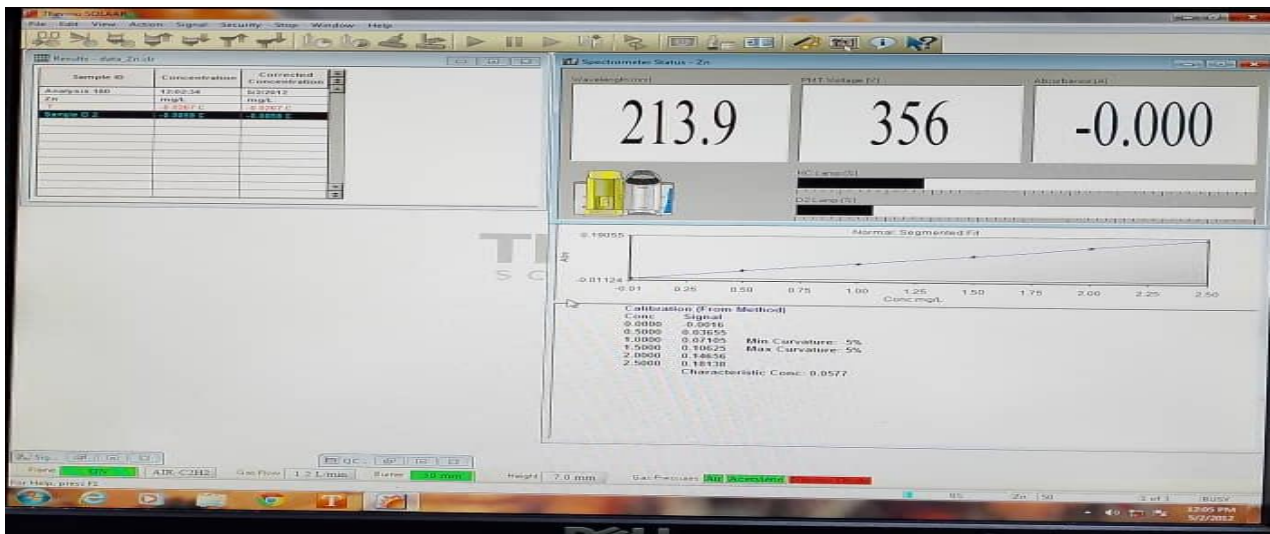
honeybees as a biological indicator. Bulletin of insectology, volume 56, No 1, p. 147-152.

- Prost, P. and Y. Le Conte, Apiculture : connaître l'abeille, conduire le rucher. Lavoisier, Paris, 2005. 382.
- SABATINI A.G., 2005-L'abeille bio-indicateur. Bologne-Italie. n°108• 5. pp. 12-16.
- Talaouit, F., H. Tahar, and N.E. Ouchemoukh, Profils polliniques, caractéristiques physicochimiques, activités antioxydantes et antibactériennes de quelques miels Algériens.2017.
- TOULLEC A.N.K., 2008-Abeille noire, A pis mellifera, historique et sauvegarde. Thèse de doctorat. Faculté de médecine de Créteil. Seine Martine. 85p

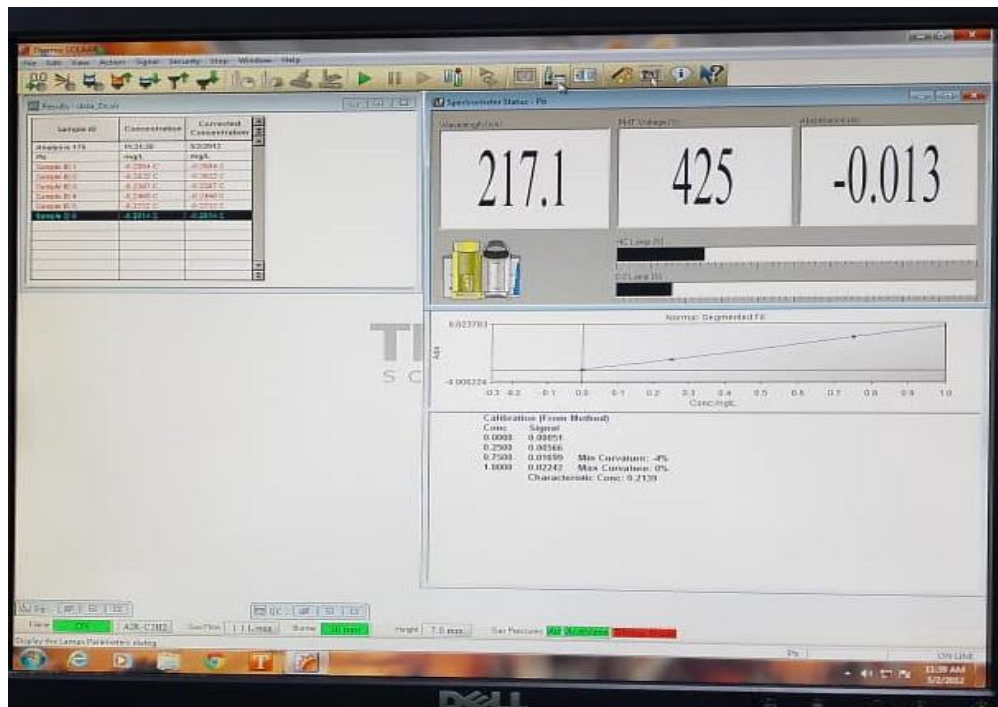


Annexes

Annexe 1



Annexe 2



Annexe 3



Annexe 4

