

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Blida 1
Institut des Sciences Vétérinaires



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du :

Diplôme de Docteur Vétérinaire

**Contribution à l'étude morphométrique des ouvrières chez
l'abeille Apis Mellifera Intermissa.**

Présenté par :

CHERFA SID ALI

Devant le jury :

Présidente :	Mme. MIMOUNE NORA	MCA	ENSV ALGER.
Examineur :	Mr. YAHIMI ABDELKRIM	MCB	ISV Uni BLIDA1.
Promoteur :	Mr. KAIDI RACHID	PROF	ISV Uni BLIDA1.
Co-promoteur :	Mr. KADDOUR DJEBBAR HOUCINE	MASTER	SNV Uni BLIDA1.

Année universitaire: 2019/2020.

Remerciement :

En premier lieu, je remercie Allah le Tout-Puissant de nos avoir aidées durant toute notre vie, sans lui ce manuscrit n'aurait pu voir le jour.

J'exprime mes profondes gratitudees à mon promoteur de mémoire Monsieur **KAIDI RACHID**, Professeur à l'Institut des Sciences Vétérinaires à Blida pour le temps qu'il a consacré pour diriger ce travail, pour ses précieux conseils et ses encouragements.

Il m'est particulièrement agréable d'exprimer toute mes gratitudees à Monsieur **KADDOUR DJEBBAR HOUCINE** ,pour avoir été mon co-promoteur lors de la réalisation de cette étude.

Mes remerciement iront aussi à Madame **MIMOUNE NORA** , Maître de conférences à l'école nationale des sciences vétérinaires à Alger, d'avoir pris de son temps et d'avoir accepté d'être la présidente de ce mémoire, et je remercie chaleureusement Monsieur **YAHIMI ABDELKRIM** , Maitre de conférences à l'institut des sciences vétérinaires à Blida, d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Dédicace :

Je dédie ce mémoire à :

Mes chers parents :

Ma mère **AMEL** , qui a œuvré pour ma réussite, son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

Mon père **TEWFIK** , qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit, merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

Mes frères **CHERIF, HOUSSEM** et **ABD EL ALIM** puisse l'amour et la fraternité nous unir à jamais je vous souhaite la réussite dans votre vie avec tout le bonheur qui faut pour vous combler.

Mes amies merci pour tous les beaux moments, je vous souhaite une vie heureuse pleine de bonheur: **Sif elislam, Hamza, Mohamed, Boualam** et **Abderrahmen**.

Mes enseignants: tout au long de ma carrière, du primaire à l'université, qu'Allah vous préserve, vous avez fait votre devoir.

Résumé :

Le lien entre abeilles et biodiversité est étroit : les abeilles créent de la biodiversité et en ont besoin pour vivre. Chef de file des insectes pollinisateurs, elles tiennent un rôle-clef dans les écosystèmes terrestres. Elle présente aussi d'autre intérêt comme la production du miel, de la propolis, de la gelée royal et de la cire. la caractérisation d'un cheptel d'abeilles est importante. Dans ce contexte nous avons réalisé la morphométrie qui permet de donner les caractérisations des populations d'abeille à partir de l'étude des caractères morphologiques.

Notre étude a été menée dans le nord-est algérien situés dans les étages bioclimatiques humides et sub-humides (wilaya Souk-Ahras), avec l'objectif de trouver un lien entre différentes paramètres morphologiques et l'effet de l'environnement. Une étude morphométrique a été réalisée sur des abeilles ouvrières tellienne récoltées dans le même site et sur 5 différentes ruches, entre 130 et 150 abeilles ont été prélevées aléatoirement. Pour chaque abeille, 4 caractères morphologiques ont été mesurés. Les moyennes de ces caractères morphométriques mesurées du notre travail de **125** ouvrière sont **2.27** pour l'index cubital, **0.15** mm pour la pilosité, de **0.26** mm Pour la coloration et **0.60** mm pour le tomentum.

Les analyses statistiques appropriées des différents caractères ont révélé que notre travail sur l'abeille du Nord algérien (*Apis mellifera intermissa*) respectent les valeur référencielles celle du travail de Freesnaye.

La race intermissa mérite d'être améliorée par sélection du cheptel apicole algérien, dans le sens de l'augmentation de la production du miel en priorité, ensuite penser a réduire les inconvénients de cette race tels que l'agressivité et l'essaimage excessif.

Mots clés: biodiversité - *Apis mellifera intermissa* - Etude morphométrique - Analyses statistiques.

Abstract :

The link between bees and biodiversity is close: bees create biodiversity and need it to live. Leader of pollinating insects, they play a key role in terrestrial ecosystems. It is also of interest such as the production of honey, propolis, royal jelly and wax. of bees is important. In this context, we carried out the morphometry which allows us to characterize bee strains from the study of morphological characters.

Our study was carried out in the Algerian northeast located in the humid and sub-humid bioclimatic stages (wilaya Souk-Ahras), with the objective of finding a link between different morphological parameters and the effect of the environment. . A morphometric study was carried out on tellian worker bees collected in the same site and on 5 different hives, between 130 and 150 bees were randomly collected. For each bee, 4 morphological characters were measured. The averages of these measured morphometric characters from our work of 125 workers are 2.27 for the cubital index, 0.15 mm for the hairiness, 0.26 mm for the coloring and 0.60 mm for the tomentum.

Appropriate statistical analyzes of the different characters revealed that our work on the northern Algerian bee (*Apis mellifera intermissa*) respects the benchmark values that of Freesnaye's work.

The intermissa breed deserves to be improved by selection from the Algerian beekeeping herd, in the sense of increasing honey production as a priority, then thinking about reducing the disadvantages of this breed such as aggressiveness and excessive swarming.

Keywords: biodiversity - *Apis mellifera intermissa* - Morphometric study - Statistical analyzes.

المخلص

الصلة بين النحل والتنوع البيولوجي وثيقة: يخلق النحل التنوع البيولوجي ويحتاجه للعيش. تؤدي الحشرات الملقحة دورًا رئيسيًا في النظم البيئية الأرضية ، كما أنها ذات أهمية مثل إنتاج العسل والبروبوليس وغذاء ملكات النحل والشمع. تتميز مختلف سلالات النحل مهم ، وفي هذا السياق أجرينا قياس الشكل الذي يسمح لنا بتمييز سلالات النحل من دراسة الصفات المورفولوجية.

أجريت دراستنا في شمال شرق الجزائر الواقعة في المراحل المناخية الحبوية الرطبة وشبه الرطبة (ولاية سوق أهراس) ، بهدف إيجاد صلة بين مختلف المعايير المورفولوجية وتأثير البيئة. تم إجراء دراسة شكلية على شغالات النحل التي تم جمعه من نفس الموقع ومن 5 خلايا مختلفة ، وتم جمع ما بين 130 و 150 نحلة بشكل عشوائي. تم قياس 4 سمات مورفولوجية لكل نحلة. متوسطات هذه الأحرف المورفومترية المقاسة من عملنا لـ 125 نحلة عاملة هي 2.27 لمؤشر المرفقات ، 0.15 ملم للشعر ، 0.26 ملم للتولين و 0.60 ملم للقياس.

كشفت التحليلات الإحصائية المناسبة للشخصيات المختلفة أن عملنا على نحل شمال الجزائر (الابيس

ميليفير انترميسا) يحترم القيم المعيارية لعمل فريسناي

تستحق سلالة الانترميسا التحسين عن طريق الانتقاء من قطيع تربية النحل الجزائري ، بمعنى زيادة إنتاج العسل كأولوية ، ثم التفكير في تقليل عيوب هذه السلالة مثل العدوانية والتجمع المفرط.

الكلمات المفتاحية: التنوع البيولوجي - الابيس ميليفير انترميسا - دراسة مورفومترية - تحليلات إحصائية.

Liste des figures :

Page :

<u>Figure 1:</u> Morphologie générale de l'abeille domestique	02
<u>Figure 2:</u> Des images représentent la tête, l'antenne et l'œil de l'ouvrière.....	03
<u>Figure 3:</u> : La morphologie externe de l'ouvrière.....	05
<u>Figure 4:</u> Appareil reproducteur de l'ouvrière.....	08
<u>Figure 5:</u> La morphologie et l'anatomie du faux bourdon.....	09
<u>Figure 6:</u> Anatomie de l'appareil reproducteur du faux-bourdon.....	10
<u>Figure 7:</u> Éversion partielle (à gauche) et complète (à droite) de l'endophallus.....	11
<u>Figure 8:</u>Anatomie de l'appareil reproducteur du faux-bourdon.....	11
<u>Figure 9:</u> génétique du faux bourdon.....	13
<u>Figure 10:</u> Reine d'abeille.....	14
<u>Figure 11:</u> Appareil génital de la reine.....	15
<u>Figure 12:</u> Cycle de développement de chaque caste de la colonie.....	16
<u>Figure 13:</u> un Cadre à mâles gaufré.....	18
<u>Figure 14:</u> un Cadre d'élevage de mâle.....	18
<u>Figure 15:</u> L'accouplement en air (vol nuptial).....	20
<u>Figure 16:</u> L'accouplement (dévagination de l'endophallus).....	21
<u>Figure 17:</u> Couvain d'une ruche.....	22
<u>Figure 18:</u> Une ponte régulière affecte un œuf par cellule.....	22
<u>Figure 19:</u> Les cycles de ponte d'une reine.....	22

<u>Figure 20:</u> Un essaim d'abeilles autour d'un arbre.....	23
<u>Figure 21:</u> La reproduction sexuée.....	24
<u>Figure 22:</u> la largeur de la bande jaune sur le deuxième tergite abdominale.....	29
<u>Figure 23:</u> Longueur de poils sur le cinquième tergite abdominal.....	29
<u>Figure 24:</u> la bande tomenteuse sur le quatrième tergite abdominal.....	30
<u>Figure 25:</u> La longueur de la langue avec les palpes labiaux.....	30
<u>Figure 26:</u> Les deux nervures A et B du troisième cellule cubitale de l'aile antérieur droite....	30
<u>Figure 27:</u> image satellite mettre en évidence la station de souk ahras (Ouled Moumen).....	32
<u>Figure 28:</u> laboratoire des Biotechnologies liées à la Reproduction Animale	33
<u>Figure 29 :</u> Mesure de l'indice cubital par MOTIC , Grossissement 4.....	36
<u>Figure 30 :</u> mesure de pilosité par MOTIC Grossissement 4	36
<u>Figure 31 :</u> mesure de coloration par MOTIC, Grossissement 4.....	37
<u>Figure 32 :</u> mesure de tomentum par MOTIC Grossissement 4.....	37
<u>Figure 33 :</u> Bilan d'analyse biométrique entre notre travail et les résultats de Freesnaye.....	40
<u>Figure 34 :</u> microscope à camera lié à l'ordinateur + Logiciel MOTIC.....	46
<u>Figure 35 :</u> Loupe.....	46
<u>Figure 36 :</u> Trousse de dissection.....	46
<u>Figure 37 :</u> lames et lamelle.....	46
<u>Figure 38 :</u> lampe Led.....	46
<u>Figure 39 :</u> Boîtes stériles.....	46

Liste des tableaux :

Page :

<u>Tableau 1</u> : Les principales fonctions de l'ouvrière.....	07
<u>Tableau 2</u> : Développement des mâles et des reines durant la synchronisation d'élevage.....	17
<u>Tableau 3</u> : Liste des caractères morphologiques étudiés et numéros des figures Correspondantes.....	28
<u>Tableau 4</u> : les moyennes d'indice cubitale des souches d'ouvrières d' <i>Apis mellifera</i> <i>intermissa</i> échantillonnées dans la région de Souk-Ahras.....	38
<u>Tableau 5</u> : les moyennes de la coloration des souches d'ouvrières d' <i>Apis mellifera</i> <i>intermissa</i> échantillonnées dans la région de Souk-Ahras.....	38
<u>Tableau 6</u> : les moyennes de la pilosité des souches d'ouvrières d' <i>Apis mellifera</i> <i>intermissa</i> échantillonnées dans la région de Souk-Ahras.....	39
<u>Tableau 7</u> : les moyennes de tomentum des souches d'ouvrières d' <i>Apis mellifera</i> <i>intermissa</i> échantillonnées dans la région de Souk-Ahras.....	39
<u>Tableau 8</u> : les mensurations moyenne des échantillons d'abeille <i>Apis mellifera intermissa</i> récoltés de la station de la wilaya de Souk-Ahras.....	40
<u>Tableau 9</u> : Comparaison entre la moyenne de la station de Souk-Ahras et les références de Freesnaye.....	47

SOMMAIRE



SOMMAIRE :

Page :

INTRODUCTION	1
I. PARTIE BIBLIO- GRAPHIQUE :	
CHAPITRE 1 : GÉNÉRALITÉS SUR L'ABEILLE MELLIFÈRE DOMESTIQUE	2
II. PARTIE EXPERIMENTALE	31
1. GÉNÉRALITÉS SUR LES OUVRIÈRES :	2
a) <i>Morphologie et anatomie de l'ouvrière</i> :	2
➤ Morphologie externe :	2
• Tête :	2
• Thorax :	4
• Abdomen :	4
➤ Anatomie interne :	5
• L'appareil digestif :	5
• Le système circulatoire :	6
• Le système respiratoire :	6
b) <i>Les principales fonctions des ouvrières</i> :	6
c) <i>Appareil reproducteur</i> :	8
2. GÉNÉRALITÉS SUR LES FAUX BOURDONS	9
a) <i>Morphologie et anatomie des faux bourdons</i> :	9
b) <i>L'appareil reproducteur du faux bourdon</i>	10
c) <i>Génétiques des faux-bourdons</i>	12
d) <i>Faux-bourdons issus d'ouvrières pondeuses</i>	13
3. GÉNÉRALITÉS SUR LES REINES	14
a) <i>Morphologie et anatomie de la reine</i> :	14
b) <i>Appareil reproducteur</i>	15
• Les cycles de développements de chaque caste de la colonie:	16

CHAPITRE 2 : SYNCHRONISATION DES ÉLEVAGES	17
1. INTÉRÊT :	17
2. CONDITIONS D'ÉLEVAGE :	17
3. LA DURÉ D'ÉLEVAGE :	17
4. INFLUENCE DE L'ACTIVITÉ DE VOL SUR LE PROCESSUS DE MATURATION DES MÂLES :	18
CHAPITRE 3 :LA FÉCONDATION.....	19
1. LA PRÉPARATION À L'ACCOUPLEMENT:	19
2. LE VOL NUPTIAL:.....	19
3. LES CONDITIONS DE LA FÉCONDATION :	19
4. L'ACCOUPLEMENT OU LA FÉCONDATION:	21
5. LA PONTE:	21
CHAPITRE 4 : LA REPRODUCTION.....	23
1. MULTIPLICATION PAR ESSAIMAGE.....	23
2. REPRODUCTION SEXUÉE.....	23
3. LA PARTHÉNOGÈNESE.....	25
4. L'INSÉMINATION ARTIFICIELLE	25
5. TECHNIQUE PROPREMENT DITE	25
CHAPITRE 5 : LA BIOMETRIE	27
1. LE CHOIX DE LA CASTE EN BIOMETRIE	27
2. LES CARACTERES MORPHOLOGIQUES CHOISIS EN BIOMETRIE.....	28

II. PARTIE EXPERIMENTALE	31
1. PROBLÉMATIQUE :.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
2. OBJECTIF :	31
3. CONDITIONS :.....	31
4. PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE :	31
A. <i>Sur terrain</i> :.....	31
B. <i>Dans le Laboratoire</i> :	33
5. MATERIELS ET METHODES.....	34
A. <i>Matériel</i>	34
a) Matériel du laboratoire :	34
b) Matériels biologiques :	34
B. <i>METHODE</i>	34
a) Protocole d'échantillonnage Pour les ouvrières :.....	34
b) Mensurations et Mesures :.....	35
c) La morphométrie des ouvrières :	35
a. l'index cubital :	36
b. la pilosité :	36
c. La coloration :	37
d. Le tomentum :	37
6. RÉSULTATS ET DISCUSSION:	38
A. <i>Résultats</i> :.....	38
Paramètres biométrique des ouvrières d' <i>Apis millifera intermissa</i> :	38
B. <i>Discussion</i> :	41
7. CONCLUSION :	44
8. RECOMMANDATION:	45
ANNEXE 1 :	46
ANNEXE 2 :	46
RÉFÉRENCES BIBLIO-GRAPHIQUES :	48
SITES INTERNET :	53

INTRODUCTION



Introduction

Depuis la préhistoire, les sociétés humaines entretiennent avec l'abeille une relation ambivalente, faite de crainte et de fascination. Subjugué par son organisation sociale étonnante, l'homme s'est lancé très tôt dans son étude et a rapidement tenté de la domestiquer. Il a su aménager son élevage pour prélever le miel qu'elle élabore. **(Marchenay et Bérard, 2007)**

L'homme cultive les produits de la ruche depuis l'antiquité. Le miel fait partie de ces choses goûteuses que la nature nous offre. Néanmoins, les produits de la ruche possèdent bien des propriétés thérapeutiques qui font de cette dernière une véritable pharmacie naturelle. Cela a donné naissance à l'apithérapie, une médecine alternative qui utilise exclusivement le miel, la gelée royale, la propolis mais aussi le venin pour soigner les malades. **(Van Wittenberg, 2014)**

Le lien entre abeilles et biodiversité est étroit : les abeilles créent de la biodiversité et en ont besoin pour vivre. Chef de file des insectes pollinisateurs, elles tiennent un rôle-clef dans les écosystèmes terrestres. En effet, la majorité des phanérogames ne pourrait accomplir leur cycle de développement sans l'intervention de Pollinisateurs, qui participent de manière prépondérante à la reproduction de nombreux végétaux. **(Allen-Wardell et al. 1998 ; Michener, 2000)**

Outre la pollinisation, l'abeille intervient comme un excellent système sentinelle et donne l'alerte pour les atteintes à l'environnement et la biodiversité. Elle est l'avant garde de l'humain. L'abeille est un bio-indicateur particulièrement performant, puisqu'elle est quotidiennement en contact de plusieurs éléments des écosystèmes tels que les végétaux, l'eau, le sol et l'air, dont elle conserve des traces sur son corps couverts de poils. **(Gerster, 20012)**

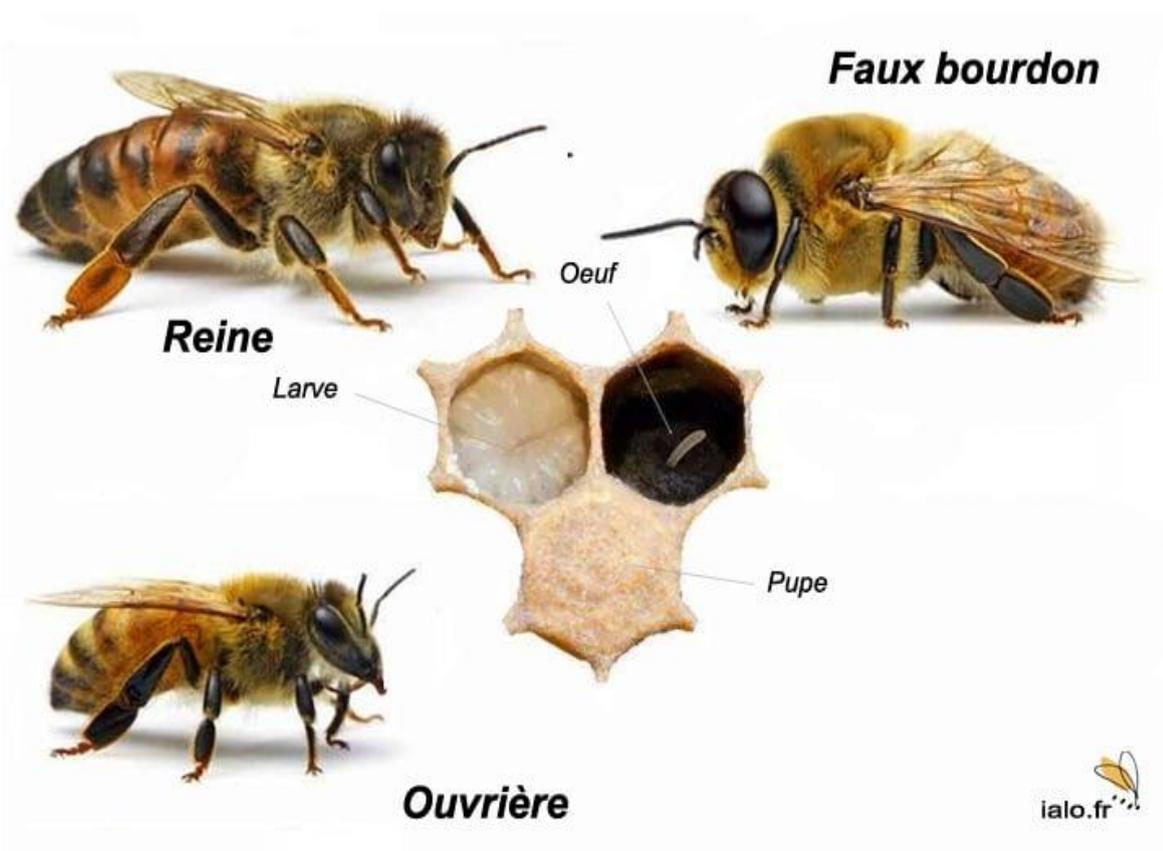
En observant la mortalité et en détectant les résidus de pesticides, métaux lourds ou molécules radioactives dans les abeilles ou les produits stockés il est possible d'apprécier le niveau de pollution de l'environnement. **(Celli, 2002)**

I. PARTIE

BIBLIO- GRAPHIQUE



CHAPITRE I



Chapitre 1 : Généralités sur L'abeille mellifère domestique

1. Généralités sur les ouvrières :

a) Morphologie et anatomie de l'ouvrière :

➤ Morphologie externe :

C'est une femelle non fécondable dont les ovaires sont atrophiés dès le stade larvaire et entretenus par la phéromone stérilisante que la reine distribue à chacune. **(Lafleche, 1990)**

Le corps d'un insecte est composé de 3 segments principaux qui sont de l'avant vers l'arrière : la tête, le thorax et l'abdomen. Les abeilles possèdent une paire d'antennes ainsi qu'une paire de mandibules, 6 pattes articulées répartie en 3 paires, toutes fixés sur le thorax. Enfin, elles possèdent aussi 2 paires d'ailes insérées sur les deuxième et troisième segments thoraciques. Le corps de l'abeille est rempli d'hémolymphe, sorte de milieu intérieur ouvert jouant à la fois le rôle du sang et de la lymphe, et contenant de l'eau, des sucres, des protéines, des minéraux, et des enzymes. **(Catays, 2016), (voir figure 1):**



Figure 1: Morphologie générale de l'abeille domestique.

<http://www.abeillesentinelles.net/les-abeilles>

• Tête :

La tête est une capsule ovoïde qui, extérieurement, présente deux yeux composés et trois ocelles, deux antennes et les pièces buccales. Elle porte les principaux organes de et renferme un cerveau d'un volume important, ainsi que les glandes hypopharyngiennes, labiales et mandibulaires. **(Le conte, 2003).**

Les parties importantes de la tête de l'abeille sont:

- **Les yeux** : deux gros yeux composés constitués de plusieurs milliers de facettes appelées « ommatidies » (3000 chez les ouvrières et six à 70000 chez les faux bourdons) qui sont utilisé pour voir de loin (Ravazzi, 2007) ainsi que trois petits yeux simples appelés « ocelles » pour voir de près (Blackiston, 2009 ; RAVAZZI, 2007). Les ocelles distinguent la lumière et l'obscurité. Elles ne donnent aucune image, mais permettent à l'insecte volant de stabiliser sa ligne de vol par rapport à l'horizon. Dans la ruche, les ocelles permettent à l'abeille de s'orienter vers la sortie. (Anchling, 2009).
- **L'appareil buccal** : il se trouve dans la partie inférieure de la tête ; il est constitué par la *lèvre supérieure*, les *mandibules* et la *lèvre inférieure* ; l'ensemble constitue l'appareil buccal lécheur-suceur. (Biri, 2010)
- **Les antennes** : sorte de deux filaments insérés entre les ocelles et l'appareil buccal, qui jouent par ailleurs un rôle capital. Orientables, elles permettent d'évaluer la température, de détecter les odeurs et l'humidité. Tout cela grâce aux « sensilles », des petits organes qui réagissent à différents stimuli et dont le nombre varie en fonction des castes. (Ravazzi, 2007).(voir figure 2)

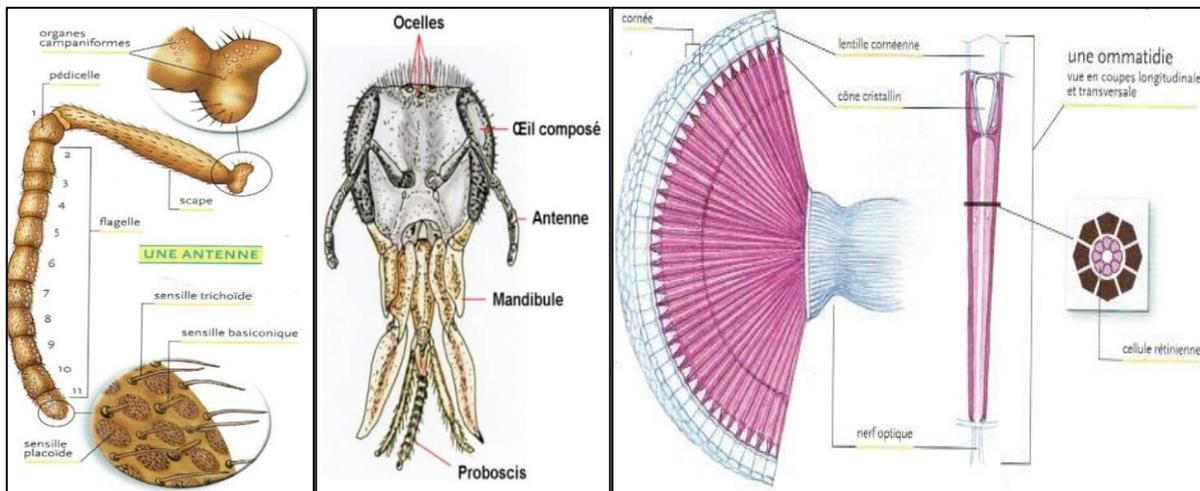


Figure 2 : Des images représentent la tête, l'antenne et l'œil de l'ouvrière.

<https://catoire-fantasque.be>

- **Thorax :**

Situé entre la tête et l'abdomen, le thorax est constitué de trois segments communs à tous les insectes ; plus une extension du premier segment abdominal (spécifique des hyménoptères).

- Le prothorax : porte de chaque côté à l'arrière ; la première paire de pattes ainsi que les premiers orifices respiratoires appelés stigmates trachéens.
- Le mésothorax : qui a en sa partie supérieure, la forme d'un écusson de couleur noire. Sur ce segment sont fixées de part et d'autre les deux premières ailes.
- Le métathorax : qui est le troisième segment du thorax et porte sur ses deux côtés deux protubérances qui servent de support à la deuxième paire d'ailes ; à l'arrière sur les côtés, au contraire, se trouvent deux cavités articulaires sur lesquelles est fixée la troisième paire de pattes. **(Le conte, 2003 ; Biri, 2010).**

Les pattes antérieures possèdent une petite brosse qui sert à nettoyer les antennes et, dans le cas des ouvrières, à travailler. Les pattes médianes sont dotées d'un petit éperon, atrophié aussi bien chez les faux bourdons que chez la reine, qui permet à l'ouvrière de détacher les pelotes de pollen venant d'être récoltées sur les fleurs et de les déposer à l'intérieur de la ruche. Les pattes postérieures sont les plus robustes et disposent, chez l'ouvrière, d'une « corbeille » destinée à recueillir le pollen. Il s'agit d'un sac extrêmement élastique, transparent et résistant dans lequel les abeilles peuvent transporter outre le pollen, la propolis. **(Ravazzi, 2007)**

Le thorax abrite aussi les glandes labiales thoraciques, qui, connectées aux canaux des glandes labiales de la tête, s'ouvrent dans la bouche. **(Le conte, 2003)**

- **Abdomen :**

L'abdomen comprend sept anneaux. Le premier, pédonculé, se greffe au thorax. Le dernier porte un aiguillon chez les ouvrières et la reine, mais pas chez les faux bourdons. **(Ravazzi, 2007).**

L'abdomen porte sept paires de stigmates. Chez l'ouvrière, il comprend les plaques des glandes cirières sur les sternites 4 et 7 et les glandes de Nazanov, productrices de phéromones, sur la membrane intersegmentaire des tergites 6 et 7. Le dernier segment s'ouvre vers l'appareil vulnérant, l'appareil reproducteur et le rectum. L'intérieur de l'abdomen contient une grande partie du système respiratoire trachéen, le système digestif et reproducteur, et l'organe venimeux pour les reines et les ouvrières **(Le conte, 2003)**

On remarque que l'abdomen de la reine est beaucoup plus développé, en particulier après le vol nuptial, c'est-à-dire pendant l'ovulation (**Biri, 2010**). (voir figure 3):

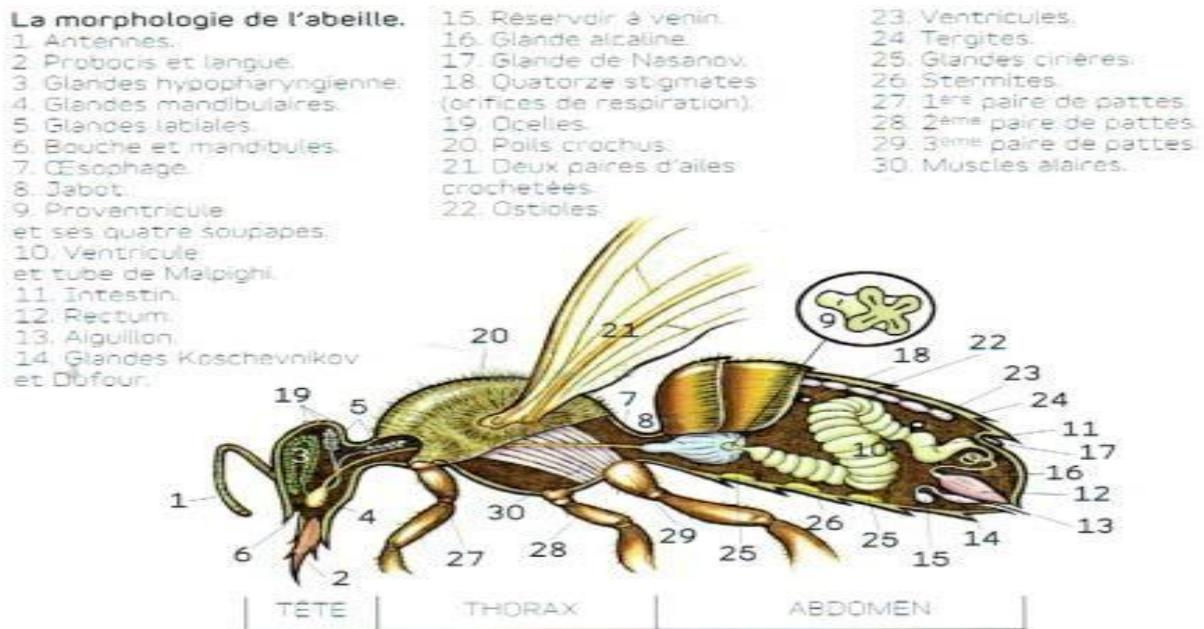


Figure 3 : La morphologie externe de l'ouvrière.

(<https://www.cari.be/medias/permanent/morphologie.pdf>)

➤ **Anatomie interne :**

• **L'appareil digestif :**

L'appareil digestif de l'ouvrière adulte est situé principalement dans l'abdomen. Il prend naissance dans la bouche, et se prolonge jusqu'à l'orifice anal (**Le conte, 2003 ; Biri, 2010**).

Selon Biri (2010), le tube digestif comprend trois parties :

- L'intestin antérieur : comprend le pharynx, l'œsophage, le jabot ou poche à miel, la vésicule chylifique ou estomac proprement dit.
- L'intestin moyen : est le siège de la digestion et de l'assimilation de la nourriture.
- L'intestin postérieur : qui est la dernière portion de l'appareil digestif, se divise en intestin grêle et en gros intestin. C'est au niveau de la valvule pylorique, juste au début de l'intestin postérieur, que débouchent les tubes de Malpighi qui font partie de l'appareil excréteur.

- **Le système circulatoire :**

Chez l'abeille, on ne parle pas de sang comme tel mais plutôt d'hémolymphe. Son rôle principal est de distribuer aux tissus les éléments nutritifs absorbés par l'intestin et de prendre les déchets pour les diriger vers les organes qui pourront les éliminer. De plus, il n'y a qu'un seul vaisseau principal qui porte des noms différents selon la région où il se trouve. Au niveau de l'abdomen on réfère au cœur proprement dit; au niveau du thorax, à l'aorte. Cette dernière se termine par une libre ouverture près du cerveau. Donc le système circulatoire de l'abeille est un système ouvert **(Deroth & D'allaire, 1980)**.

- **Le système respiratoire :**

Le système respiratoire de l'abeille doit assurer les échanges gazeux : apporter l'oxygène jusqu'au niveau cellulaire et expulser le gaz carbonique de l'organisme.

L'appareil respiratoire est constitué d'un réseau de sacs aériens et de trachée qui sont l'équivalent de nos poumons et qui apportent l'air directement aux cellules des tissus **(Le conte, 2002)**.

b) Les principales fonctions des ouvrières :

Le rôle des ouvrières est l'entretien du logis, l'approvisionnement, les soins à la progéniture alors que celui de la reine est la procréation, on a constaté que les ouvrières changent de travail au fur à mesure qu'elles avancent en âge et elles le font sans apprentissage, passant d'une activité à l'autre et disposant au moment voulu des instruments et des connaissances nécessaires.

Ainsi, au cours de sa vie, chaque abeille aura participé à tous les travaux de la ruche et même, dans cet ordre parfait, des fluctuations peuvent se produire si le besoin s'en fait sentir, des ouvrières sont capables de changer de fonction et de s'adapter avec exigences du moment.

C'est le besoin de la colonie qui détermine la fonction de l'ouvrière.

(voir le tableau 1). (Jean-prost, Apiculture, 1987).

Tableau 1 : Les principales fonctions de l'ouvrière. (Libis, 1971)

L'ouvrière	Son rôle
Nettoyeuse	Veille à la propreté des alvéoles qui accueilleront du couvain ou des ressources et de la ruche.
Nourrice	Elle s'occupe de nourrir les œufs et les larves qui grandissent dans les alvéoles : 3 à 6 jours (pain d'abeille) 7 à 12 jours (gelée royale) La nourrice peut rendre visite à une seule larve jusqu'à 1300fois/jour.
Architecte (cirière)	Produit des pastilles de cire sur ces glandes cirières; situées sur la face interne de son abdomen, En malaxant ces minuscules plaquettes avec ses mandibules, elle parvient à construire des rayons d'alvéoles.
Manutentionnaire	Emmagasinant pollen et nectar que lui remettent les butineuses pour les stockés et les transformés en miel grâce à ses enzymes.
Ventileuse	La ventilation exige beaucoup d'énergie ; l'abeille fait circuler l'air dans la ruche pour contrôler la température et le taux d'humidité.
Gardienne	Veille à l'entrée de la ruche ; seules ses congénères pourront réintégrer la colonie. Pas question de se faire piller ! c'est aussi elle qui sonne l'alarme lors d'une attaque d'un prédateur.
Butineuse	Elle fait constamment l'aller-retour entre les fleurs et la colonie pour rapporter du nectar, du pollen, et de la propolis. Elle peut voyager dans un rayon de 5km autour de sa ruche. Un travail exigeant qui ultimement la fera mourir d'épuisement.

En dehors de ces activités principales, l'ouvrière peut être amenée à exercer d'autres fonctions : pondreuse (cas ruche orpheline et ouvrière très jeune) (**Jean-prost, Apiculture, 1987**) est appelée la fausse mère. Il semblerait, également que c'est elle qui choisisse le sexe de l'œuf. En fait, il y a deux (2) hypothèses sur la fécondation de l'œuf :

- La première suppose que la reine pondre à volonté un œuf sexué ou non. (**Villieres(B) 1987**).

- La deuxième affirme que c'est l'ouvrière qui décide la naissance d'un mâle ou d'une ouvrière. **(Lafleche, 1990)** Cela revient à dire que la fécondation n'ait pas lieu dans le tractus génital de la reine mais seulement dans la façon dont les alvéoles sont construites.

NB : L'ouvrière peut vivre jusqu'à 3 mois ou plus, avec un corps gras très développé dans l'hiver, par contre en printemps elle peut vivre 35 à 45 jours au maximum à cause de l'hyperactivité qui l'épuise.

c) Appareil reproducteur :

Il est formé de deux ovaires atrophiés prolongés par deux oviductes débouchant dans le vagin **(Medori et Colin, 1982)**. Les ouvrières peuvent pondre mais sans se faire féconder, Leurs œufs donneront toujours des mâles. **(Haubruge, 1998)** , **(voir figure 4)**:

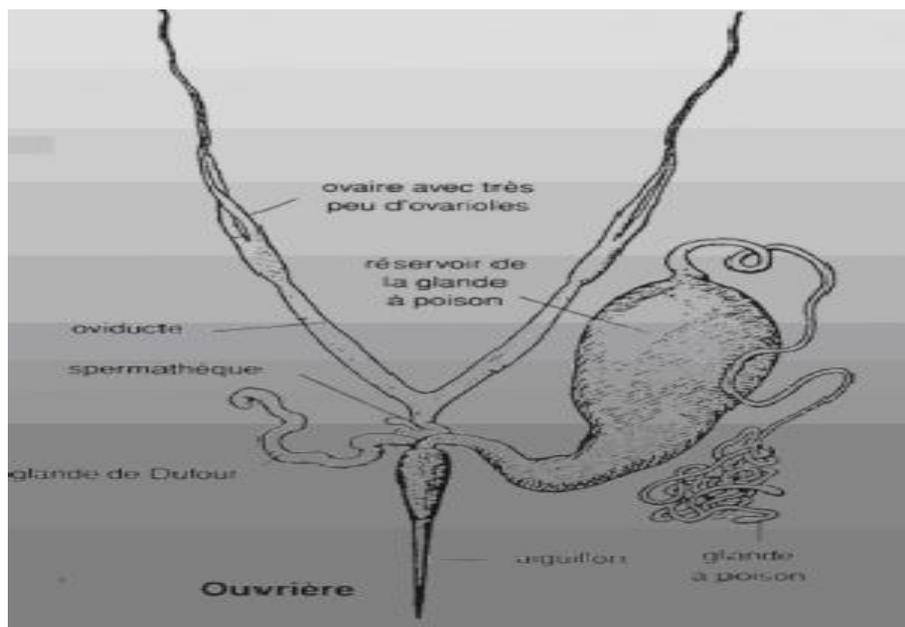


Figure 04 : Appareil reproducteur de l'ouvrière. (Pain, 1968)

2. Généralités sur les faux bourdons

a) Morphologie et anatomie des faux bourdons :

- La fonction connue des mâles est de féconder la reine.
- Il possède un segment supplémentaire sur ses antennes, qui portent d'avantage de récepteurs sensoriels (environ 10 fois plus de plaques olfactives que l'ouvrière). **(Henri, 2011)**
- Ses yeux et son thorax sont plus importants que pour l'abeille femelle. **(Jean, 2012)**
- Ses ailes et ses structures d'orientation sont très développés, et les muscles alaires sont puissants. **(Merzoug & Feddal, 2016) , (voir figure 5).**
- Il n'a ni glande à venin, ni aiguillon (pas de dard). **(Jean-prost, Apiculture, 1977, p. 459)**
- Il ne possède aucun élément physique ou un quelconque organe pour un des métiers de la colonie ; que ce soit pour les différentes récoltes ou pour une activité interne à la ruche, parfois le réchauffement du couvain par sa température corporelle dans des situations particulières. **(Jean, 2012)**
- L'endophallus se dévagine lors de l'accouplement et le sperme est expulsé avec un mucus protecteur.
- Le mâle mourra peu après, car la copulation se solde pour lui par la perte des organes dévaginés. **(Henri, 2011)**

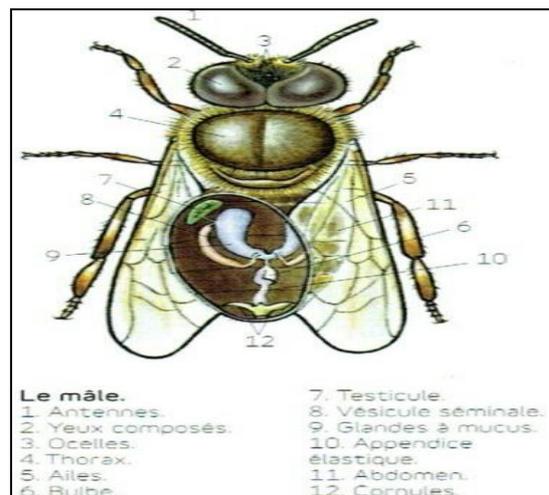


Figure 5 : La morphologie et l'anatomie du faux bourdon. (Jean, 2012)

b) L'appareil reproducteur du faux bourdon

L'appareil reproducteur du mâle a une structure très complexe, fonctionnelle et symétrique, formé de deux testicules, deux vésicules séminales, organes essentiellement de stockage et de maturation des spermatozoïdes, deux glandes à mucus et un organe impair servant à la transmission mécanique des spermatozoïdes vers la reine ou organe copulateur appelé endophallus. **(Colin et Gauthier, 2006)**

A l'émergence, les testicules du mâle apparaissent comme deux énormes masses blanches emplissant la cavité abdominale **(Harano et al, 2008; Zennouche, 2017)**. Ensuite, leur taille se réduit progressivement jusqu'au 13-14e jour après émergence tandis que les spermatozoïdes formés dans les tubes séminifères migrent au fur et à mesure de leur production vers la vésicule séminale. **(De roth, 1980 ; Collin et Gauthier, 2006)**.

(voir figure 6, 7 et 8).

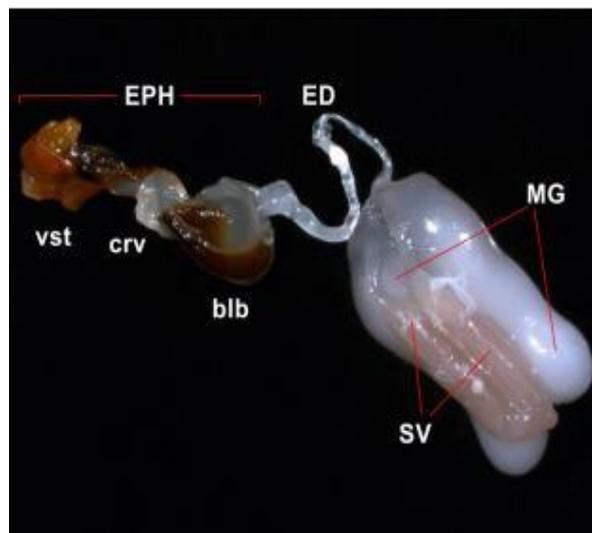


Figure 06: Anatomie de l'appareil reproducteur du faux- bourdon.

EPH : endophalus , blb :bulbe , crv : cervix ,
vst : vestibulum , ED : canal éjaculateur ,
MG :glandes à mucus , SV :vésicules séminales

(H.V. Gençer et al.2014).

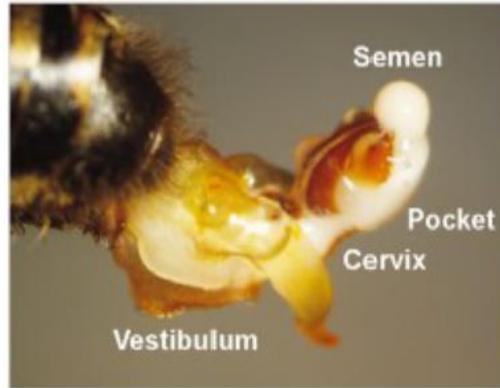


Figure 7: Éversion partielle (à gauche) et complète (à droite) de l'endophallus avec présence de sperme (coloration beige) au bout de l'organe génital (Woyke, 2008).

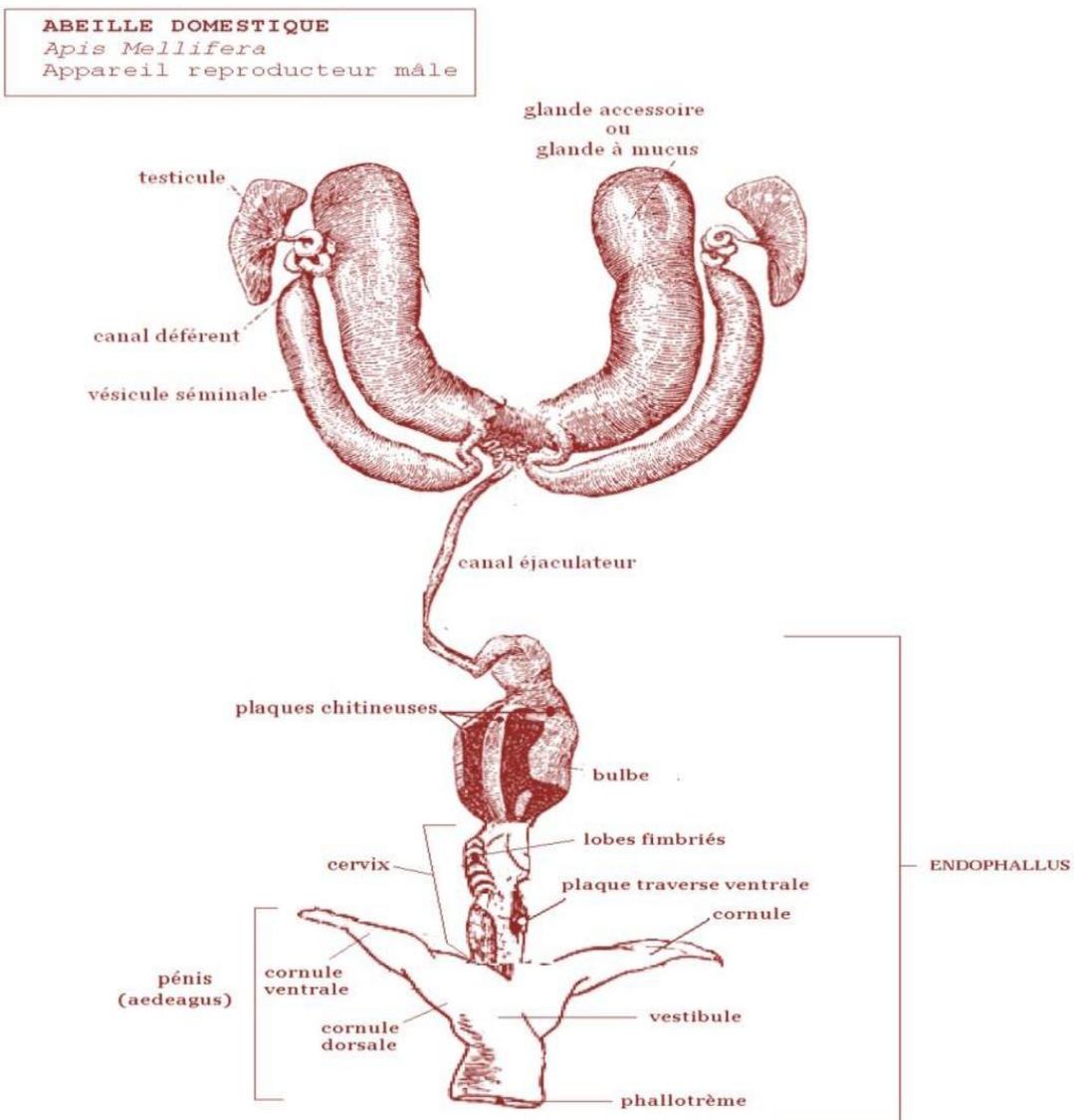


Figure 08 : Anatomie de l'appareil reproducteur du faux-bourdon (tiré de l'encyclopédie universelle 2013)

c) Génétiques des faux-bourdons

Les chromosomes sont des structures qui contiennent les gènes d'un organisme. L'être humain, comme la plupart des animaux, possèdent généralement deux jeux de chromosomes, un jeu venant du père et l'autre de la mère : ils sont appelés « **diploïdes** » (possédant deux jeux de chromosomes). Les abeilles ouvrières et les reines se développent à partir d'œufs fécondés, elles possèdent donc un jeu de seize chromosomes venant de la reine et un jeu de seize chromosomes venant d'un faux-bourdon, elles sont donc **diploïdes**. Les faux-bourdons au contraire sont eux issus d'œufs non fécondés, ils ne possèdent qu'un seul jeu de seize chromosomes issus de la reine et ils n'ont pas de père. Ils sont appelé **haploïdes** (possédant un seul jeu de chromosomes).

Le faux-bourdon hérite donc intégralement du **génotype** (caractère observable au niveau des gènes) de sa mère, la reine ! En y réfléchissant bien, une abeille ouvrière qui est née d'un œuf diploïde est en quelque-sortes la fille de sa mère et de sa grand-mère paternelle... puisque les 16 chromosomes hérités de son père sont ceux de sa grand-mère. Compte-tenu du fait que les mâles apportent "potentiellement" un seul tiers de l'information génétique (provenant de la grand-mère paternelle), il est reconnu que l'importance de la lignée maternelle est prépondérante dans la transmission des gènes (Fig. 1 et 2). Un autre élément du problème apportant un peu plus de complexité à la génétique, mais qui doit être pris en compte est le **phénotype** (caractères physiques, physiologiques, anatomiques, morphologiques, moléculaires, éthologiques). Il s'agit tout simplement des **gènes** contenant l'information génétique sur les caractères morphologiques et comportementaux. Tous ces gènes occupent une place particulière dans le chromosome et sont appelés "**allèles**" : par exemple chez l'être humain existe l'allèle de la couleur des cheveux, l'allèle de la couleur des yeux, l'allèle de certaines maladies héréditaires... Mais tous les gènes du phénotype ne s'expriment pas forcément : certains restent latents (allèles récessifs). Par exemple chez l'être humain : des parents tous deux à cheveux bruns peuvent avoir un enfant roux : le gène était latent et ne s'est exprimé qu'après plusieurs générations. On a vu plus haut que les abeilles ouvrières sont diploïdes : elles ont deux jeux de chromosomes. Lorsque les deux jeux de chromosomes (du père et de la mère) ont des allèles identiques (Fig.2), on parle d'individus **homozygotes**. Dans le cas contraire (Fig.1), ils sont **hétérozygotes**. Une reine de pure race sera homozygote, tandis que des hybrides seront hétérozygotes. Dans le cas de chromosomes hétérozygotes donc d'abeilles hybrides, intervient le concept de "**dominance**" : certains allèles sont "**dominants**" et s'expriment plus facilement (tendance à l'essaimage de l'abeille carolienne ou couleur jaune de l'abeille italienne...) et d'autres sont "**récessifs**" et ne s'expriment pas forcément dans le phénotype (caractère hygiénique, tendance à la propolisation,

agressivité ou douceur des abeilles...) (R. Hummel & M. Feltin Mars 2018 Syndicat des apiculteurs de Thann et environs),(voir figure 09).

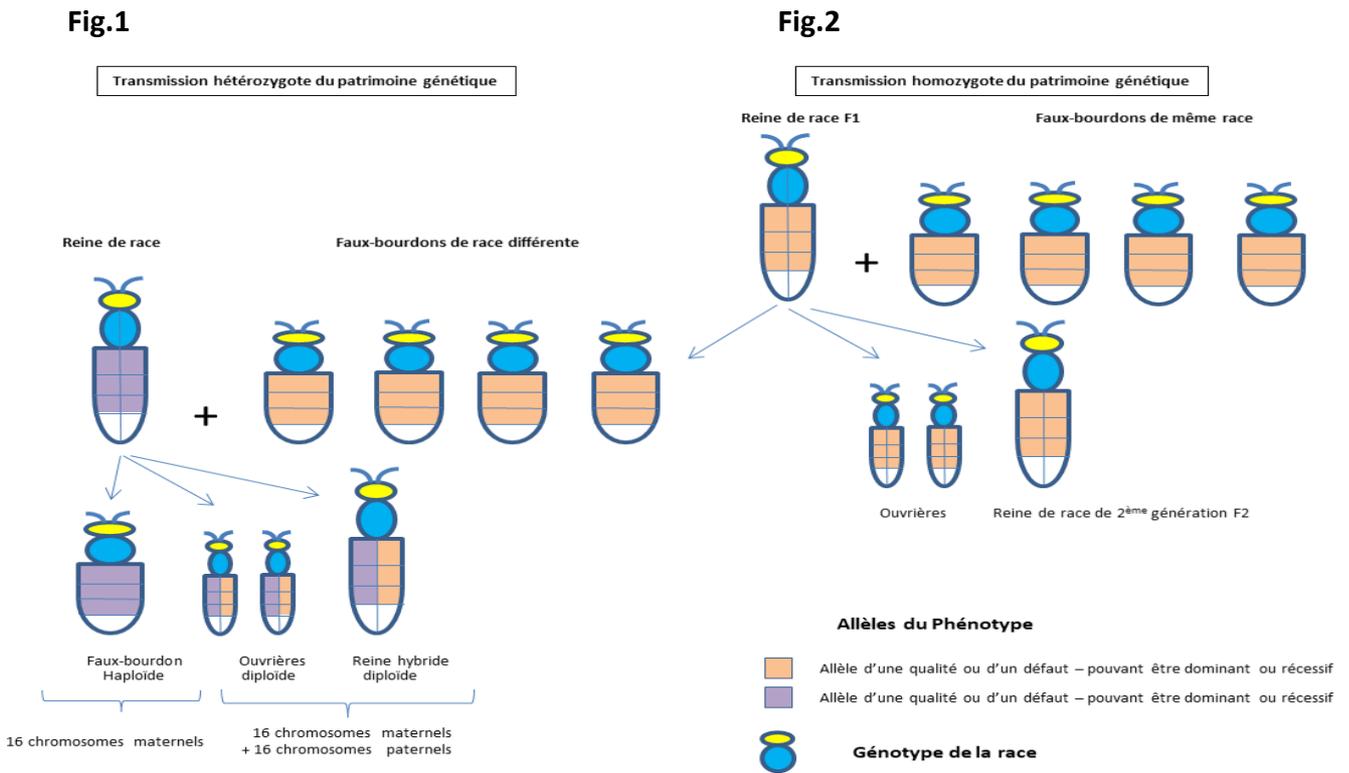


Figure 09 :génétique du faux bourdon

Référence : « Principes of Bee Genetics » de Tom Glenn EAS meeting, Cornell University -
L'élevage de Faux-bourdons - William SEYFARTH

d) Faux-bourdons issus d'ouvrières pondeuses

La question qu'on peut se poser concernant les mâles issus d'une ruche orpheline est : que valent ces mâles issus d'œufs stériles d'ouvrières pondeuses dans des ruches bourdonneuses ? En théorie, le patrimoine génétique des œufs pondus par une reine et par une de ses filles pondeuses est le même, car reines et ouvrières sont issus des mêmes œufs diploïdes. Mais selon une étude scientifique, c'est morphologiquement que l'on trouve d'importantes différences. Les œufs d'abeilles pondeuses étant pondus dans des alvéoles d'ouvrières élargies tant bien que mal par les abeilles, les mâles qui y naissent sont plus petits d'environ 30 % par rapport aux faux-bourdons pondus dans des cellules de mâles. Cette différence anatomique ne leur permettrait pas d'agripper correctement la reine lors de la fécondation en plein vol. Ce qui en soit n'est pas une mauvaise chose puisque, toujours selon cette étude scientifique, la fertilité et la qualité du sperme de ces mâles semblerait très médiocre (R. Hummel & M. Feltin Mars 2018 Syndicat des apiculteurs de Thann et environs).

3.Généralités sur les reines

a) Morphologie et anatomie de la reine :

- La reine est une femelle fertile elle mesure 18 à 22 mm de long et son thorax atteint environ 4,2mm de diamètre. Son rôle est de déposer les œufs au fond des cellules vides et propres. Elle peut pondre jusqu'à 2 000 œufs par jour au printemps, et deux millions au cours de sa vie qui dure de trois à cinq ans **(Albouy et Le Conte ; 2014)**
- Elle est indispensable à la vie de la colonie. **(Frérés & Guillaume, 2011)**
- Elle est plus grosse, et surtout beaucoup plus longue que les autres abeilles.
- Elle est de couleur brune foncée. **(Bellerose, 1883)**
- Elle a un dard lisse, elle peut piquée mais elle ne meurt pas (rarement).
- Elle pèse entre 178 et 298 mg. **(Winston, La biologie de l'abeille., 1993) (Wendling, 2012)**
- Elle est facilement reconnaissable par son abdomen et son thorax qui est plus développés que ceux des ouvrières. **(Figure 10) (Le conte, 2011)**

Figure 10 : Reine d'abeille.

<http://apiculture.net>



- La reine a outre son rôle de reproduction (la ponte des œufs), un rôle de réguler les activités de la colonie par la sécrétion de phéromones. **(Biri, Tout savoir sur les abeilles et l'apiculture., 2010) (Vandame, 1996)**
- La reine provient d'un œuf fécondé similaire à celui d'une ouvrière, mais pondue dans une cellule royale accrochée au rayons, La larve de reine est nourrie uniquement avec de la gelée royale (dont la composition complexe permet aux ovaires de se développer) **(Marchenay & Berard, 2007)**, et naît seize jours après incubation dans une cellule ou alvéole royale. **(Prost, 2005)**
- La jeune reine atteint sa maturité sexuelle à cinq ou six jours.

b) Appareil reproducteur

Il occupe presque toute la cavité abdominale, il est formé de deux gros ovaires qui vont lui fournir les œufs nécessaires tout au long de sa vie (**Medori et Colin, 1982**). Les oviductes liés aux ovaires, acheminent les œufs jusqu'à la cavité vaginale qui débouche dans la chambre de l'aiguillon de la reine , (**voir figure 11**),(**Haubruge, 1998**).

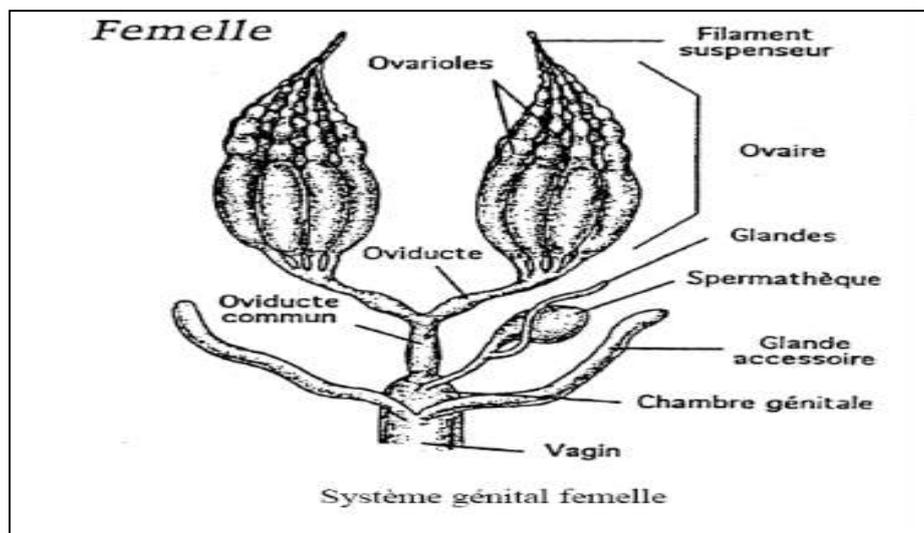


Figure 11 : Appareil génital de la reine (Raccaud et Schoeller, 1980)

Cette petite ampoule reçoit les spermatozoïdes des différents mâles lors de l'accouplement et les stocke pendant toute la vie de la reine. (**Henri, 2011**)

Les deux ovaires chez la reine, composés par un très grand nombre de tubes ovariens (entre 120 et 160) au contraire chez les ouvrières (on en compte tout au plus 10 ou 12)

A l'intérieur du spermathèque s'écoule la sécrétion d'une glande nommée spermophile. Ces organes accessoires de l'appareil génital femelle nous permettent de comprendre le mécanisme de la reproduction des abeilles. Selon certains auteurs, la reine s'accouple une seule fois dans toute sa vie ; tout le sperme du mâle, grâce à la copulation, est déversé dans la spermathèque où il conserve toute sa vitalité grâce à la sécrétion de la glande spermophile.

Selon d'autre, la reine se fait féconder entre cinq et douze fois dans les premiers jours de sa vie. Certains auteurs pensent que cette copulation a lieu au cours d'un même vol. D'autre, sur une période de deux ou trois jours. La reine continue à pondre pendant 4 ou 5 ans. Cette ponte atteint son maximum au cours de la 2ème année car la reine parvient à pondre au cours de cette période plus de 3 000 œufs par jour. Dès la 3ème année, cette activité régresse. (**Biri, Le grand livre des abeilles cours d'apiculture moderne., 1989**)

- Les cycles de développements de chaque caste de la colonie:

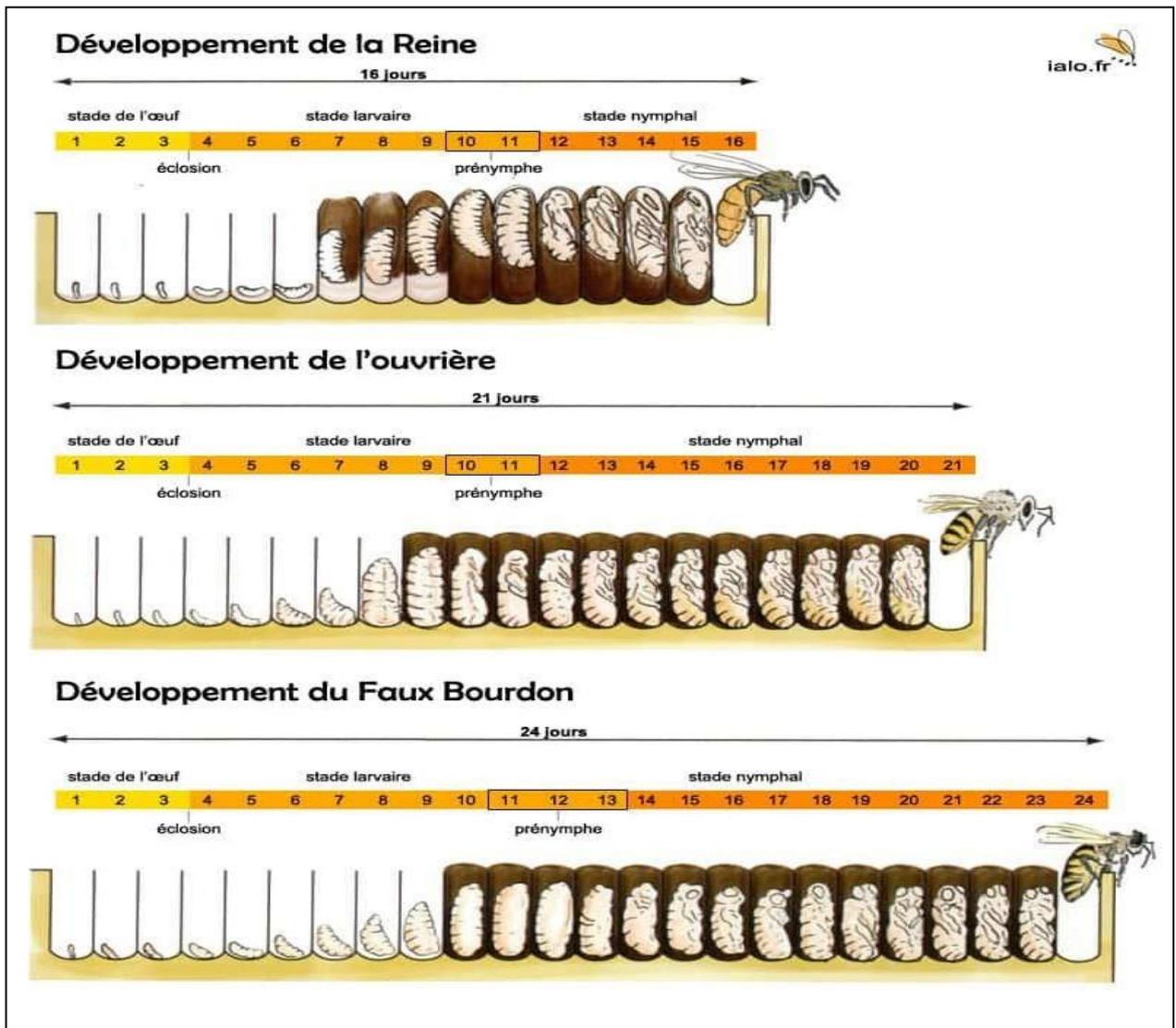


Figure 12 : Cycle de développement de chaque caste de la colonie.

[\(https://ialo.fr/abeille-qui-es-tu/\)](https://ialo.fr/abeille-qui-es-tu/)

CHAPITRE II



Chapitre 2 : Synchronisation des élevages

1. Intérêt :

Il est très important aussi pour mener à bien l'insémination artificielle de synchroniser la maturité sexuelle des deux castes (mâles et reines). En effet les mâles sont à maturité sexuelle 12 à 14 jours après l'éclosion et cette dernière se fait 24 jours de la ponte de l'œuf, alors que chez la reine ce cycle est beaucoup plus court (d'environ 17 jours), elle naît 16 jours après la ponte et devient mature environ une semaine après.

L'inséminateur, doit suivre un calendrier d'élevage pour synchroniser ses élevages.

On suit pour cela le Calendrier de L'accouplement synchronisation des élevages des reproducteurs : simplifié d'après (Holm, 1964) (voir tableau 02).

Tableau 02 : Développement des mâles et des reines durant la synchronisation d'élevage.

Stade de développement	Les mâles	Les reines
Ponte des œufs	1 ^{er} mai	17 mai
Stade larvaire	3-10 mai	20-25 mai
Nymphe	25-10 mai	26-02 juin
Eclussions	25 mai	02 juin
Maturité sexuelle	08 juin	08 juin

2. Conditions d'élevage :

Il est primordial d'utiliser des colonies fortes et saines ayant été renforcées avec du couvain naissant de façon à avoir beaucoup de nourrices pour chouchouter les mâles. Les colonies à mâles ne doivent manquer de rien (miel et pollen). Il est important pour avoir de bons mâles d'utiliser des colonies ayant un faible taux de varroa. Il faut donc prendre soin de pratiquer tous les traitements anti-varroa nécessaires qu'ils soient chimiques ou mécaniques (Seyfarth W, 2010).

3. La durée d'élevage :

Les faux-bourçons doivent être élevés (durant les mois de mai –juin, mois de l'essaimage) 45 jours avant le démarrage de l'élevage de la reine.

Ceci se fait en utilisation l'appareil de GENTER (cadre artificiel en plastic) ou tout simplement, utiliser un seul cadre gaufré ou la moitié (coupée) sera occupée par les mâles et l'autre partie le sera par les ouvrières. (Voir Figures 13 et 14).



FIGURE 13 : un cadre à mâles gaufré. (W. Seyferth)



FIGURE 14 : un cadre d'élevage de mâle.
([www.le RUCHES DARGONNE.COM](http://www.leRUCHESDARGONNE.COM))

4. Influence de l'activité de vol sur le processus de maturation des mâles :

Le début du vol des mâles, à l'âge de 7 à 10 jours, bon nombre de mâles âgés d'environ 10 jours sont déjà capables d'érection : L'érection maximale ne commence à se manifester qu'après le 12^{eme} jour.

La maturation des spermatozoïdes s'accomplit pendant leur passage des testicules dans les tubes séminifères et se terminée entre le 6^{eme} et le 9^{eme} jour après la naissance. Les glandes muqueuses sont chargées à réplétion au 5^{eme} ou 6^{eme} jour suivant la naissance. (Drescher, 1954).

L'influence favorable des vols sur la faculté d'érection des mâles sont contradictoires. Woyke (1955) nie toute influence, mais Kurennoik (1954) l'affirme. Les recherches de Kurennoi (1954) révèlent la médiocre excitabilité des mâles avant le premier vol.

Seulement 12 p. 100 des mâles entrent en érection à la décapitation, 52 p. 100 après le vol. L'excitation favorable à l'érection faiblit déjà au bout de 10 minutes.

Le vol actif peut être remplacé par une opération qui consiste à les laisser s'agiter en le tenant à la main. Se constate que la quantité de sperme disponible est supérieure de 10 p.100 chez les mâles ayant effectué un vol libre à celle relevée chez les mâles encagés. (Mackensen, 1954).

CHAPITRE III



Chapitre 3 :La fécondation

1. La préparation à l'accouplement :

Après avoir quitté l'alvéole royale, les ouvrières ne semblent pas être préoccupées par la reine, le lendemain, les relations entre la jeune reine et les ouvrières changent considérablement, la reine est léchée, touchée et nourrie par les abeilles et on remarque un comportement particulier entre la reine et les ouvrières, ce qui correspondrait à une préparation rituelle de la reine pour le vol nuptial. Les ouvrières entourant la reine, exécutent différents mouvements de tremblement, de vibration, de rocking. La reine est traînée, tirée et basculée par les ouvrières.

En tout 1313 mouvements différents ont été observés. La reine essaie de se défendre mais ne semble pas y parvenir. Toutefois, il semblerait que les mouvements de «piping» (les ailes de chaque côté se touchent et se frottent en même temps que leurs extrémités vibrent) figent les abeilles entourant la reine. Le 3ème jour après sa naissance, la reine devient moins réticente envers les ouvrières. Elle ouvre son orifice abdominal, fait vibrer son abdomen et introduit dans les alvéoles, pour un court moment. **(HAMMAN, 1958)**

Ces phénomènes se manifestent à l'âge de 5 à 6 jours et indiquent la maturité sexuelle de la reine. (Ruttner, 1956) Les ouvrières nourrissent la reine de plus en plus pour augmenter son taux sanguin en sucre. Par la suite, la reine quitte la colonie plusieurs fois pour effectuer des vols d'orientation. **(HAMMAN, 1958)**

2. Le vol nuptial:

La reine est stimulée par des ouvrières qui la poussent et la secouent dans une marche de va-et-vient rapide jusqu'au trou de vol, finit par sortir de la ruche pour être fécondée en vol par un ou plusieurs mâles. Le vol de fécondation a lieu dans les aires de congrégation de ces derniers. Après une ou plusieurs copulations durant le premier vol qui peut durer en moyenne 18 à 30 minutes, la reine retourne à la ruche, repart par un second vol d'accouplement, parfois déjà après 10 minutes. Les vols de fécondation se poursuivent jusqu'à ce que la spermathèque soit remplie. **(Jean-Marie-Philippe, 1993)**

3. Les conditions de la fécondation :

La jeune reine est sexuellement mature 5 à 6 jours après son émergence. La fécondation a lieu généralement pendant les huit jours suivants, au maximum dans les trois semaines suivantes car, après, son système reproductif régresse et n'est plus réceptif. La météorologie doit remplir des conditions de 20 °C au minimum, peu de vent, ciel bleu et grande luminosité, en général entre 10 et 17 h. **(Jean-Prost, Apiculture., 1977)**

En effet, en cas de temps défavorable, la fécondation réalisée serait incomplète, les pontes de la reine seraient anormales, disséminées et de durée limitée.

La reine rejoint un lieu de rassemblement de mâles qui peut se trouver jusqu'à 2 à 3 km de sa colonie. Lorsqu'elle arrive dans le nuage de mâles, ceux-ci la poursuivent, attirés par sa forme et à plus proche distance, par ses phéromones mandibulaires. Les mâles les plus rapides et les plus vigoureux la fécondent. **(Henri, 2011)**

Les mâles forment une « comète drone » derrière la reine, ils s'approchent jusqu'à ce soient en mesure de monter et d'exploser le sperme dans l'orifice génital de la reine.

Lorsque les accouplements sont terminés, la reine a normalement accumulé 5 à 10 fois plus de spermatozoïdes qu'elle ne possède d'ovule. Les spermatozoïdes vont se loger dans la spermathèque qui s'ouvre le long des conduits génitaux. Il semble que les spermatozoïdes migrent vers cette dernière par simple chimio taxie due à la différence de pH entre le sperme (7.0) et celui du fluide de la spermathèque (9.7). **(Camargo., 1975.)**

Une fois la reine s'est accouplée, ses deux ovaires gonflent avec 150-180 œufs produisent des ovarioles. **(Winston, The biology of the honey Bee., 1991)**

Ces ovarioles produisent un nombre illimité d'œufs allant jusqu'à ou dépassent un million d'œufs tandis que la spermathèque contient jusqu'à 7 millions de spermatozoïdes stockés que la reine utilisera pour fertiliser ses œufs au cours de sa vie. **(Moore, Wilson, & Skinner, 2015)** Selon les recherches de **Ruttner**, le cours normal des vols de la reine serait le suivant , **(voir figure 15):**

- 1 *1^{ier} jour : vol d'orientation.
- 2 *2^{ème} jour : vol d'orientation et copulation.
- 3 *3^{ème} jour : vol d'orientation et copulation.
- 4 *4^{ème} jour : commencement de la ponte.



Figure 15 : L'accouplement en air (vol nuptial). ([www.leruchersaintgervais.fr / les-abeilles.h](http://www.leruchersaintgervais.fr/les-abeilles.h))

4. L'accouplement ou la fécondation :

L'accouplement a lieu en vol, à plus de 10 mètres de hauteur. Avec ses six pattes, le mâle agrippe la reine. Celle-ci ouvre ses voies génitales et par réflexe, le mâle dévagine son endophallus, dont le bulbe s'engage dans la chambre de l'aiguillon de la reine. Paralysé, il se penche en arrière et sous la contraction de son abdomen et la pression de l'hémolymphe, le sperme est éjaculé. Le bulbe et ses plaques chitineuses se déchirent et restent dans les voies génitales de la reine ; c'est le signe de fécondation observable chez la reine de retour à la ruche. L'accouplement dur moins de 5 secondes. Le couple tombe généralement par terre et se détache. Le mâle meurt peu après (quelques minutes ou quelques heures après l'accouplement).

Si le temps demeure favorable, la reine pourra s'accoupler avec d'autres mâles ; sinon elle rentre à la ruche et repart s'accoupler les jours suivants. (Henri, 2011), (voir figure 16):

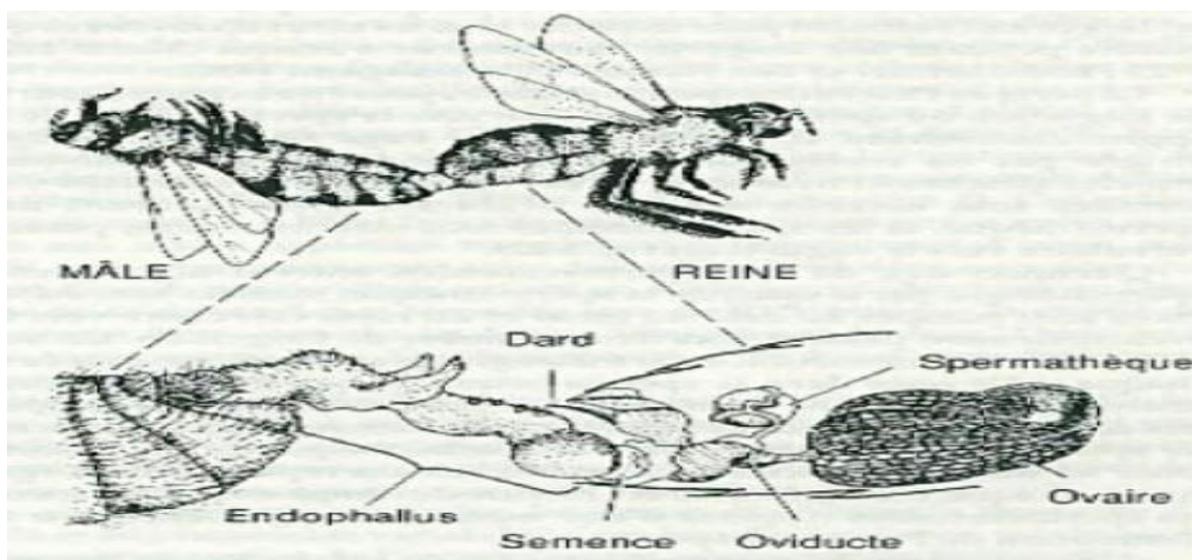


Figure 16 : L'accouplement (dévagination de l'endophallus). (Winston., 1993)

5. La ponte :

La reine commence à pondre 48 h après sa fécondation, un œuf par cellule. (Lafleche, 1990), pond généralement 1 500 œufs en une seule journée qui représente un taux de ponte de près d'un œuf à la minute, tandis que le nombre réel variera en fonction de la saison, du nombre d'ouvrières adultes, de la disponibilité des cellules ouvertes, de la prévalence de la maladie ou des ravageurs, de l'abondance de pollen ou de nectar (Moore, Wilson, & Skinner, 2015) et de l'âge de la reine, (voir figure 17, 18 et 19).

La ponte s'effectue dans le centre du nid et du centre du rayon vers l'extérieur.

La reine inspecte la cellule, préalablement préparée par les ouvrières. Elle enfle son abdomen au fond de la cellule et y dépose un œuf allongé de couleur blanc nacré, de 1.5 x 0.5 mm. Cet œuf est fixé avec une sécrétion collante, la reine reconnaît la taille des cellules à l'aide de sa première paire de pattes (les alvéoles de couvain mâle sont plus grandes que celles des ouvrières) (Henri, 2011).

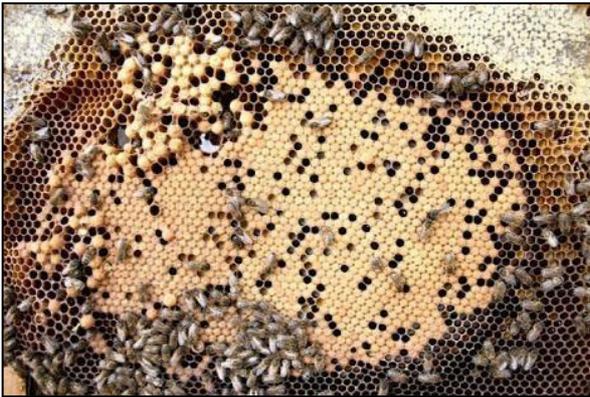


Figure 17 : Couvain d'une ruche.



Figure 18: Une ponte régulière affecte un œuf par cellule.

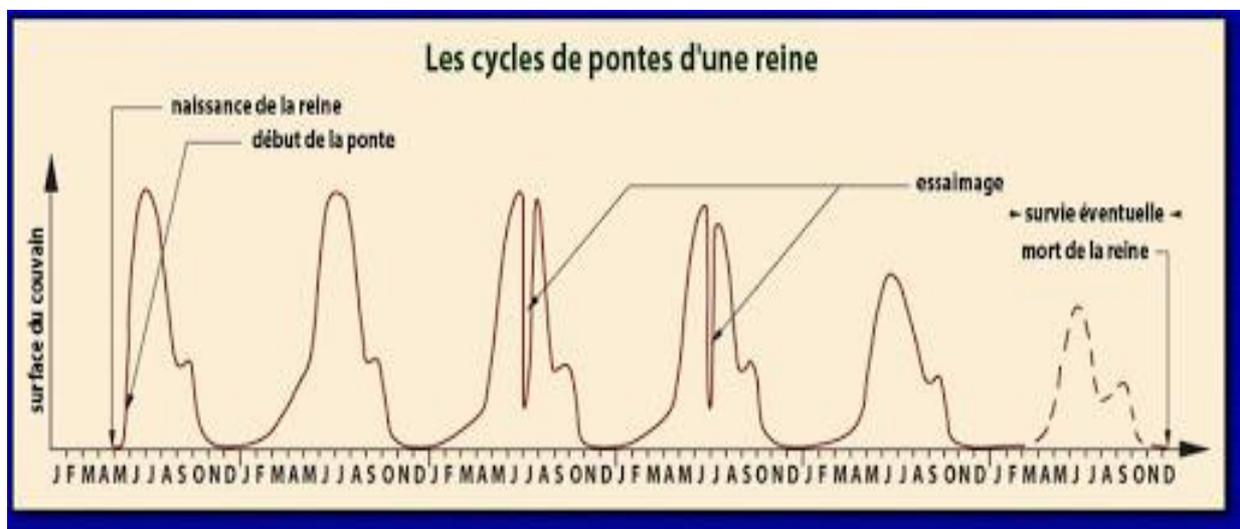


Figure 19 : Les cycles de ponte d'une reine. (www.jm-duc.ch/apiculteur/ponte.html)

CHAPITRE IV



Chapitre 4 : La reproduction

Une colonie d'abeilles se multiplie de 2 façons : par essaimage, un processus de division naturel de la colonie (**Winston, 1987**). ainsi que par reproduction via la production et le maintien des mâles (faux-bourdons) dont la seule fonction véritable est la copulation avec les reines vierges d'une population. Cette dernière façon permet l'introduction de nouveaux gènes dans la population (**Boes, 2010**).

1. Multiplication par essaimage

L'essaimage est le moyen naturel de reproduction d'une colonie d'abeilles, C'est un processus préparé au cours duquel la vieille reine part avec deux tiers à trois quarts des habitants de la ruche (**Winston, 1987**). Le tiers restant élevant une nouvelle reine . On parle d'essaimage car les abeilles forment un essaim qui est en fait une grappe constituée de milliers d'abeilles, Celle-ci se pose la plupart du temps sur une branche proche de la ruche ou dans un arbre pendant que des éclaireuses recherchent un nouveau gîte à proximité , (**voir figure 20**), (**Seeley, 2010**).

**Figure 20 : Un essaim d'abeilles
autour d'un arbre
(PIERRE JAVAUDIN).**



2. Reproduction sexuée

Lorsqu'elle atteint sa maturité sexuelle et que les conditions atmosphériques sont favorables, la reine quitte la colonie pour son premier vol nuptial. La reproduction est dite polyandrique, c'est-à-dire que la reine s'accouple avec plusieurs mâles, en moyenne une dizaine (**Adams, 1977**). Chez les abeilles, la fécondation dite indirecte, se fait par l'intermédiaire d'un spermathèque, (**voir figure 21**), (**Le Conte, 2002**).

**Figure 21 : La reproduction sexuée
(Seyfarth, 2010)**



La fécondation de la reine par les faux bourdons se fait toujours en vol à une hauteur de 10 à 30 mètres dans un lieu où les mâles (provenant de différentes colonies) se rassemblent situé à environ 2 à 3 km de sa colonie. Ce lieu de fécondation est toujours le même d'une année à l'autre sans que l'on sache vraiment quels sont les éléments déterminants. Lorsque la reine attirée par les phéromones sexuelles mâles, arrive dans ce lieu de rassemblement, les mâles la poursuivent attirés par sa forme et, à plus proche distance, par ses phéromones mandibulaires. Les plus rapides et les plus vigoureux seront ceux qui la féconderont. Cette attraction vers un grand nombre de mâles assure un brassage génétique important et limite la consanguinité préjudiciable à l'abeille **(Rossant, 2011)**.

Quelques heures après le retour de la reine de son vol nuptial (vol de fécondation), ayant fait le plein de spermatozoïdes, ceux-ci passent des oviductes dans le canal de la spermathèque, dans lequel ils peuvent être emmagasinés pour un temps indéfini. La migration des spermatozoïdes se fait par chimiotaxie ou par réponse automatique à une stimulation chimique. **(Deroth, 1980)**.

Suivant la taille de l'alvéole: dans une grande cellule hexagonale, la reine dépose un œuf sans que son réceptacle séminale laisse sortir de spermatozoïde. L'œuf non fécondé donnera ainsi naissance à un faux-bourdon. Dans une petite cellule hexagonale, la reine pond un œuf fécondé par un spermatozoïde libéré par la spermathèque. L'œuf fécondé donne naissance à une abeille ou à une reine en fonction des soins et de la nourriture apportés à la larve **(Deroth, 1980)**.

3. La parthénogenèse

La parthénogenèse désigne l'apparition de générations sans fécondation. Chez les abeilles, il s'agit d'une parthénogenèse arrhénotoque, selon laquelle les œufs non fécondés donnent naissance à des mâles, dits parthénogénétiques. Les mâles sont présents dans la colonie du printemps jusqu'à l'automne (lorsque que les ressources alimentaires sont bonnes), et on les retrouve en plus grande quantité au moment de l'essaimage. Leur nombre est relativement faible, de quelques centaines à quelques milliers suivant la taille de la colonie à l'exception de quelques cas : **(Rossant, 2011)**.

une reine vierge n'a pas la possibilité de voler pour s'accoupler, ou si une reine disparaît et n'est pas remplacée (les ovaires de certaines ouvrières deviennent alors fonctionnels car ils ne sont plus inhibés par les phéromones de la reine, et les œufs produits, non fécondés, produisent de jeunes mâles), ou encore lorsque la spermathèque d'une reine est vide. Dans ces trois cas, le nombre de mâles est disproportionné par rapport à la population d'ouvrières qui n'est pas renouvelée.

Les mâles parthénogénétiques n'ont que n chromosomes, et ils sont dits haploïdes, tandis que la reine et les ouvrières possèdent $2n$ chromosomes et sont dites diploïdes (chez l'abeille, $n=16$) **(Rossant, 2011)**.

4. L'insémination artificielle

Depuis REAMURE en **1740** qui essaya de faire féconder des reines dans des flacons de verre, puis HUBER en **1784** qui tenta de transporter du sperme dans les voies génitales des reines à l'aide d'un pinceau, de nombreux chercheurs se sont intéressés à ce problème complexe. **(Fresnay, 1966)**

5. Technique proprement dite

L'orifice vaginal de la reine est exposé en séparant les plaques abdominales à l'aide d'une paire de crochets ou de pinces. Le dard, accompagné de sa large structure, est soulevé coté dorsal.

La valvule vaginale, sorte de bout de tissu extensible couvrant l'oviducte médian, est contournée. Le sperme est directement inséré dans l'oviducte médian.

On utilise l'extrémité de la seringue pour contourner la valvule. La pointe est glissée sous la valvule puis ramenée coté ventral. Pour manœuvrer autour de la valvule, il faut jouer sur l'angle de la seringue et faire un léger mouvement en zigzag.

Positionner l'extrémité de la seringue côté dorsal au-dessus du "V" qui délimite l'orifice vaginal.

Insérez l'extrémité d'environ 0,5 mm, légèrement en amont du sommet du "V".

Bien positionnée, la pointe se glisse facilement et passe la valvule sans résistance. Insérez l'extrémité de 0.5 à 1mm de plus afin d'atteindre l'oviducte médian.

Le franchissement de la valvule permet le passage de la pointe dans l'oviducte médian. Tester le placement de la pointe avant l'insémination avec une goutte de sérum physiologique, insérez ensuite le sperme. La quantité est d'abord mesurée, il faut 8 à 10 μ l par reine.

Avec la pratique, l'insertion du sperme s'effectue rapidement et avec précision, ne nécessitant que quelques secondes par reine.

Il existe une variété d'outils, il est conseillé de faire son choix selon ses préférences. **(Cobey, 2013).**

CHAPITRE V



Chapitre 5 : LA BIOMETRIE

Les races d'abeilles européennes et autres ont été étudiées en détail et leurs caractéristiques sont connues avec une assez grande précision car depuis longtemps les abeilles ont fait l'objet de nombreuses études morphométriques, en commençant par **CASTEEL et al., (1903)** ; **KELLONG et al.,(1904–1906)** ; **ALPATOU et al.,(1939)** cités par **RUTTNER et al.(1978)** .

Les chercheurs ont en effet établi depuis longtemps les bases de la biométrie pour une meilleure description des races d'abeilles dans le monde. Sans pour autant perdre de vue les travaux récents de **GRISSA et al., (1990)** ; **JOSE JAVIER et al.,(2000)** ; **JOSE, DINIZ– FILHO et al., (2000)** ; **KANDEMIR et al., (2000)**.

L'utilisation et les connaissances apportées par la biométrie de l'abeille concernant la définition de la race et la possibilité d'hybridation peuvent être utilisées à des fins diverses, dont la sélection, l'élevage de reines, la conservation ou la restauration des races locales (**FRESNAYE, 1981**).

1. LE CHOIX DE LA CASTE EN BIOMETRIE

Dans les méthodes de biométrie les caractères morphométriques des mâles ne sont pas utilisés, car les mâles ne sont pas représentatifs de la population d'une colonie puisqu'ils sont haploïdes.

L'effectif important des ouvrières dans une colonie et leur diploïdie pouvant être aussi bien sœurs véritables que demi-sœurs (**CORNUET et al.,1975**) constitue l'intérêt pour cette caste dans les méthodes biométriques décrite par **FRESNAYE (1981)**.

Les ouvrières représentent la partie la plus importante de la colonie qui peut regrouper de 10.000 jusqu'à 80.000 et même dépasser les 100.000 individus (**CAILLAS 1987**). Ainsi le prélèvement d'individus pour l'échantillonnage ne nuira pas au développement de la colonie.

Comme dans le cas des travaux de **CORNUET et al (1988,1989)** et **LEPORATI et al. (1984)**, les ruches prises en considération ne font pas l'objet de transhumance ou nomadisme et les reines ont toujours été remplacées de manière naturelle.

2. LES CARACTERES MORPHOLOGIQUES CHOISIS EN BIOMETRIE

Il existe une cinquantaine de caractères morphologiques utilisables en biométrie de l'abeille. La plupart des méthodes d'analyses n'utilisent qu'une partie de ces caractères (FRESNAYE, 1981).

Cependant, divers auteurs tels que RUTTNER (1968) ; FRESNAYE (1974), (1981) ; TOMASSONE et FRESNAYE (1971) ; CORNUET et al. (1975, 1982 et 1988) ; CORNUET et FRESNAYE (1975 et 1988) ; GABDIN et al. (1979) in LOUCIF (1993) ainsi que les travaux de GRISSA et al. (1990), n'ont préconisé que cinq (05) caractères morphologiques choisis pour leur indépendance les uns des autres, entre lesquels il n'y a pas lieu de s'attendre à des relations banales d'origine chronologiques (JOLICOEUR, 1991), qui sont les suivants :

1°/ La coloration du second tergite: représente la largeur de la bande jaune sur le deuxième (2^{ème}) tergite abdominal **fig. 22**

2°/ La pilosité : c'est la mesure de la longueur des poils sur le cinquième (5^{ème}) tergite abdominal **fig. 23**

3°/ La largeur du tomentum : c'est la mesure de la bande tomenteuse sur le quatrième (4^{ème}) tergite abdominal **fig. 24**

4°/ La longueur de la langue : c'est la mesure de la langue avec les palpes labiaux **fig. 25**

5°/ L'index cubital : c'est le rapport des longueurs des deux nervures formant un obtus à la base de la troisième (3^{ème}) cellule cubital de l'aile antérieure droite de l'abeille représentés par l'index cubital A et l'index cubital B, en fait c'est le rapport de (A et B) **fig. 26**

Tableau 3 : Liste des caractères morphologiques étudiés et numéros des figures Correspondantes.

Variables	Caractères morphologiques	N° de figures
Couleur	La coloration du second tergite	Fig. 22
Pilosité	La pilosité du 5 ^{ème} tergite	Fig. 23
Tomentum	La largeur du tomentum sur le 4 ^{ème} tergite Abdominal	Fig. 24
Longueur langue	La longueur de la langue avec les palpes labiaux	Fig. 25
ICA	La nervure A de la troisième cellule cubitale	Fig. 26
ICB	La nervure B de la troisième cellule cubitale	Fig. 26

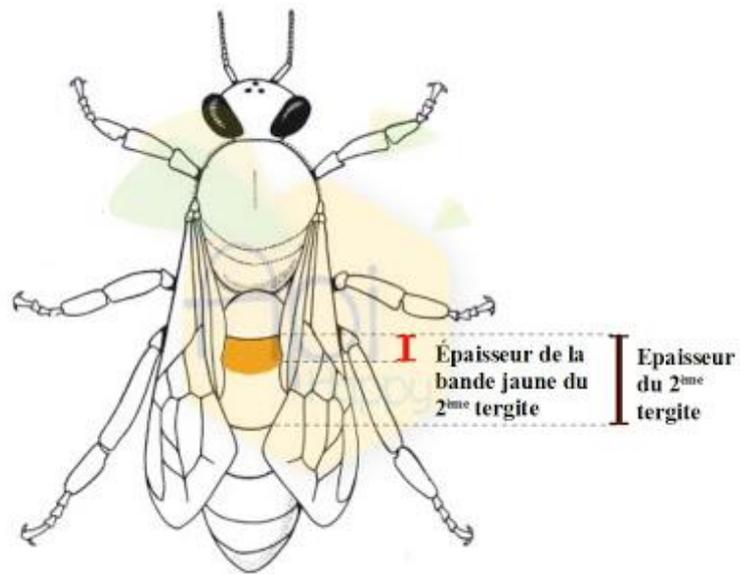


Figure 22 : la largeur de la bande jaune sur le deuxième tergite abdominale (RUTTNER et al1978 ; RUTTNER 1988).

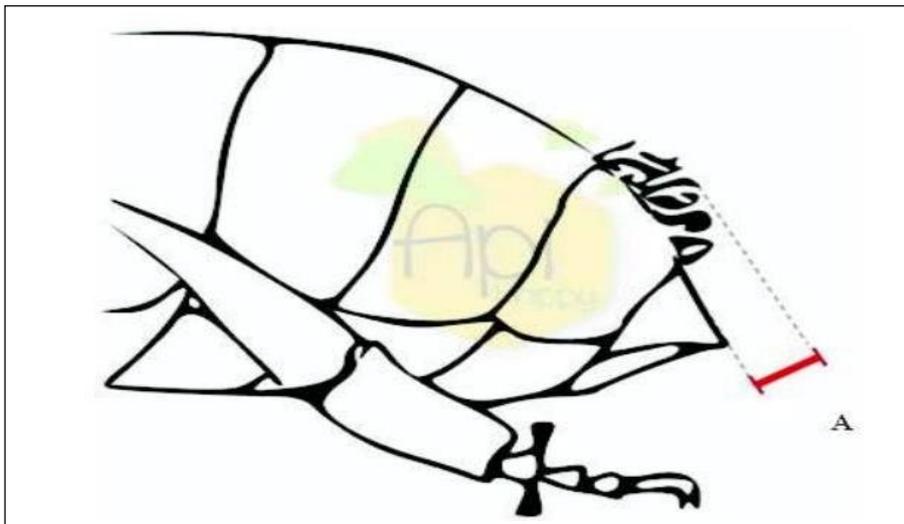


Figure 23 : Longueur de poils sur le cinquième tergite abdominal (RUTTNER et al1978 ; RUTTNER 1988).

Figure 24 : la bande tomenteuse sur le quatrième tergite abdominal. (RUTTNER et al1978).

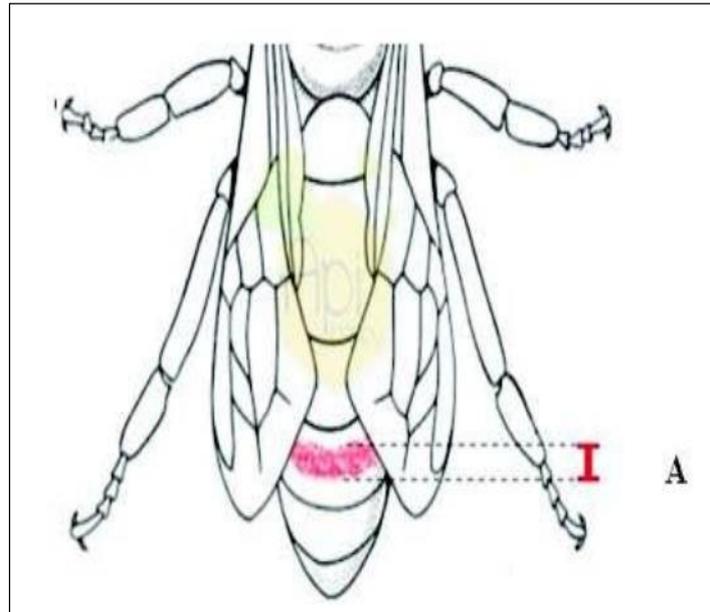


Figure 25 : La longueur de la langue avec les palpes labiaux (RUTTNER 1988).

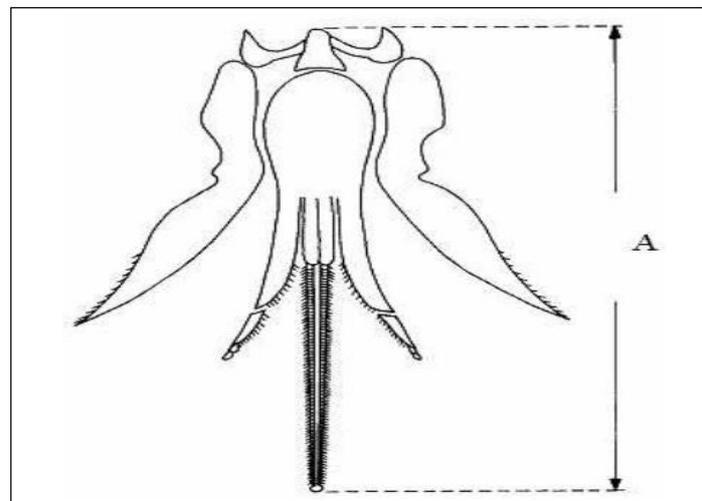
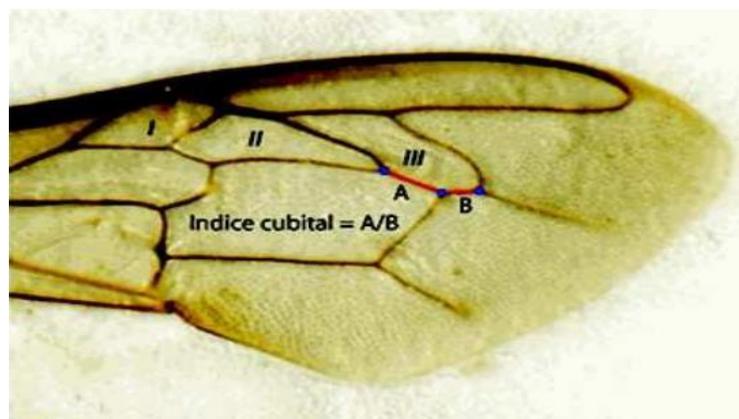


Figure 26: Les deux nervures A et B de la troisième cellule cubitale de l'aile antérieure droite de l'abeille (RUTTNER et al.1978 ; RUTTNER 1988).



PARTIE EXPERIMENTALE



II. Partie Experimentale

1. Objectif :

Notre but est de réaliser quelques travaux au niveau du laboratoire LBRA par l'équipe dirigée par le Professeur KAIDI RACHID, sur la morphométrie de l'abeille *APIS MELLIFERA INTERMISSA* et la comparer avec le résultat d'autres chercheurs.

2. Conditions :

A cause de la situation sanitaire (COVID-19), on a fait des mensurations avec le mastéran monsieur Kaddour djebbar hocine sur la caractérisation biométrique de l'échantillon collecté sur terrain de la station de Souk-Ahras et on a travaillé dans le laboratoire de biotechnologie liée à la reproduction animal (LBRA) située à l'institut des sciences vétérinaires à l'université de BLIDA 1.

3. Présentation de la zone d'étude :

Notre étude s'est déroulée, en deux parties (terrain et laboratoire).

A. Sur terrain :

station au niveau de la wilaya de souk ahras.

- La wilaya de Souk-Ahras se situe à l'extrême nord-est de l'Algérie, limitée au nord et à l'ouest par les wilayas d'El Tarf et Guelma, au sud-ouest par la wilaya d'Oum el Bouaghi, au sud-est par la wilaya de Tébessa et à l'est par la Tunisie.
- Elle présente une superficie de 4360 km² et un relief accidenté avec une altitude moyenne de 1000 m au nord et 650 m au sud.
- Cette station est protégée par la loi de sa création qui interdit de poser des ruches dans une zone de cinq kilomètres autour de la station. **voir figure 27**
- Flores spontanées : L'amandier, Thym vulgaire.
- **Climat** : Cette station est caractérisée par un climat méditerranéen chaud avec été sec, l'hiver est peu rigoureux les pluies sont abondantes mais irrégulières mais sans ou peu chute de neige, selon la classification de Köppen-Geiger. Sur l'année, la température moyenne à Souk Ahras est de 17°C et les précipitations sont en moyenne de 681.2 mm. les abeilles récolte en abondance du miel qui provient des plantes sauvage qui peuplent la région.

- **Critères de choix de la zone d'étude :**

A cause au Climat et la végétation favorable à une conduite apicole, des Colonies situées dans un endroit facilement accessible, Loin des habitats et surtout la Sécurité.



Figure 27: image satellite mettre en évidence la station de souk ahras (Ouled Moumen).

Lien Google Map (consulté la liste des sites internets au dessous).

B. Dans le Laboratoire :

La deuxième partie s'est déroulée dans le laboratoire des Biotechnologies liées à la Reproduction Animale (LBRA), à l'Institut des Sciences Vétérinaires de l'Université de Blida 1.
voir figure 28



Figure 28 : laboratoire des Biotechnologies liées à la Reproduction Animale (LBRA).

4. MATERIELS ET METHODES

A. Matériel

a) Matériel du laboratoire :

Le matériel utilisé est dans l'annexe N° 1

b) Matériels biologiques :

- **Description de l'abeille tellienne :**

L'abeille utilisée dans ce travail est : l'abeille *Apis mellifera intermissa* qui est une sous-espèce d'abeilles maghrébines de couleur noire. On la retrouve en Algérie, au Maroc et en Tunisie.

- **Les critères de choix de colonies d'échantillonnage :**

Le bon rendement en miel, la surproduction de propolis, la forte tendance à l'essaimage, une faible agressivité, pillarde et rustique ; ainsi que la résistance aux maladies.

B. METHODE

a) Protocol d'échantillonnage Pour les ouvrières :

- 25 à 30 abeilles ouvrières de préférence âgées de 8 jours (nourrices) .
- Prélévées des cadres de la ruche et non pas du trou de vol.
- Secouer dans un bidon rempli d'une quantité suffisante d'alcool 70 %, fermer et laisser un temps de 30 min .
- Préparer un cercle de 20 à 25 cm avec du carton .
- Subdiviser les secteurs en 2 sous-secteurs.
- Vider le seau sur le cercle et répartir les abeilles sur tous les secteurs.
- Prélever les abeilles et mettre dans les boites d'échantillonnage avec de l'alcool.
- Éviter les abeilles engluées ou écrasées.
- Etiqueter les boites d'échantillonnage.
(selon ITELV institut technique d'élevage)

Les échantillons sont au nombre de **125 ouvrières**, pour chaque populations (05 au total) : **25 ouvrières** ont été récoltées de la station de Souk Ahras .

b) Mensurations et Mesures :

Toutes les mensurations ont été faites à l'aide d'un **microscope à camera lié à l'ordinateur** et **logiciel MOTIC**. La mise en point a été faite par un objectif de **grossissement 40** pour toutes les mensurations. Les mesures ont été réalisées à l'aide d'un logiciel **MOTIC** après calibration avec le cercle de calibrage (lame spéciale). Pour le format utilisé : **Image bitmap**.

c) La morphométrie des ouvrières :

Nous avons utilisé la méthode « abeille par abeille » Les mesures obtenues sont traitées à l'aide d'un ordinateur. Cette méthode consiste à mesurer les quatre caractères morphologiques sur une même abeille. Les caractères mesurés sont réalisés d'après un ordre bien précis pour que les différentes parties de l'abeille ne soient pas endommagées par toute manipulation précédente.

- Il faut tout d'abord prendre l'abeille de l'alcool et la laisser quelques minutes pour le séchage. Cela permet à notre abeille de sécher et de revenir à l'état morphologique initial, surtout pour les poils.
- Après cela, une dissection externe des parties qu'on veut mesurer est réaliser.

a. l'index cubital :

L'appréciation de l'index cubital est représenté (**figure 29**) par les deux segments A et B qui forment un angle au niveau de la troisième cellule cubitale de l'aile antérieure droite. Pour mesurer ces deux angles nous avons séparé l'aile antérieure droite de chaque abeille, en début d'examen et placées dans de l'alcool éthylique à 60°ou 70° selon le protocole décrit par FREESNAYE (1981) et très légèrement sucré pour faciliter la fixation des ailes sur la lame au cours de l'observation. Puis avec une loupe binoculaire reliée à un ordinateur nous avons pris des photos.

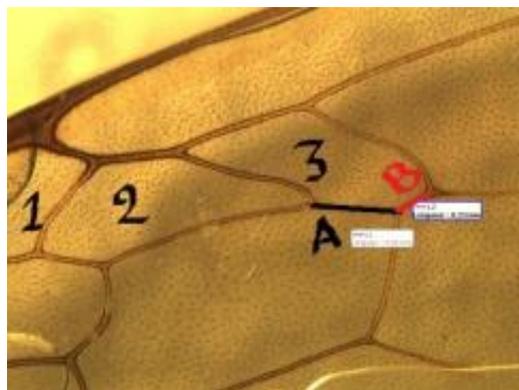


Figure 29 : Mesure de l'indice cubital par MOTIC , Grossissement 40

Le reste de l'abeille est mis sur la lame sous le microscope pour les caractères suivants.

b. La pilosité :

Pour examiner la pilosité nous avons fixé le coté latéral droit de l'abeille. Par la suite, sous la loupe binoculaire, la longueur du poil le plus long de la bande pileuse du 5ème tergite a été mesurée. (**figure30**)

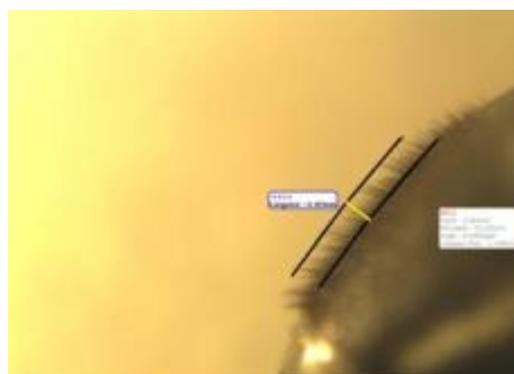


Figure 30 : Mesure de pilosité par MOTIC Grossissement 40

c. La coloration :

L'abeille est fixée sur la face ventrale après étirement du deuxième tergite qui se trouve toujours engagée sous le premier, cette mesure consiste à évaluer la largeur d'une bande jaune se trouvant à l'extrémité supérieure du deuxième tergite. **(Voir figure 31)**

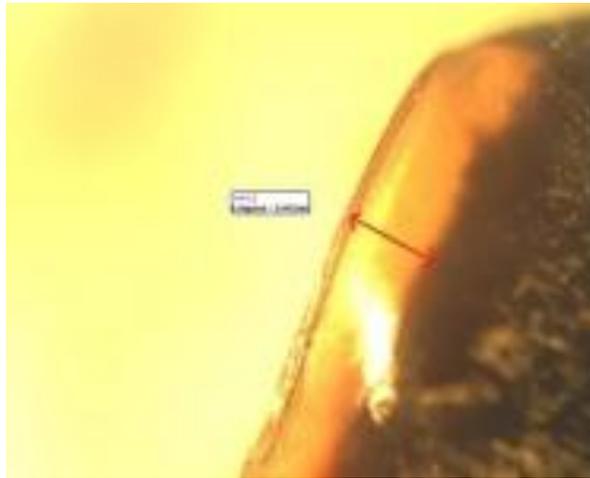


Figure 31 : Mesure de coloration par MOTIC, Grossissement 40

d. Le Tomentum :

Cette mesure s'effectue dans la même position de l'abeille que pour la coloration. La bande pileuse du quatrième tergite doit être en parallèle avec l'objectif du microscope pour réaliser une bonne capture de photo. La mesure correspond à la largeur d'une bande pileuse de couleur jaune ou grise au niveau du quatrième tergite. **(Figure 32).**



Figure 32 : Mesure de Tomentum par MOTIC Grossissement 40

5. Résultats et discussion:

A. Résultats:

➤ Paramètres biométrique des ouvrières d'*Apis mellifera intermissa* :

Indice cubitale A/B (IC) :

Tableau 4 : Moyennes des rapports d'indice cubitale A/B des souches d'ouvrières d'*Apis mellifera intermissa* échantillonnées dans la région de Souk-Ahras .

IC					
Souches	MBK 01	MBK 02	MBK 03	MBK 04	MBK 05
Moyenne	2.14	2.29	2.35	2.28	2.3

Les résultats du tableau (4) relatifs aux moyennes morpho-métriques de l'indice cubitale d'une ouvrière d'abeille *Apis mellifera intermissa* est de 2.14 dans la MBK 01, par contre chez la MBK 02 est de 2.29, et chez la MBK 03 est de 2.35, cependant le rapport A/B de la MBK 04 est de 2.28 , enfin pour la souche MBK 05 la mesure de l'IC est de 2.3 .

Coloration (COL) :

Tableau 5 : les moyennes de la coloration des souches d'ouvrières d'*Apis mellifera intermissa* échantillonnées dans la région de Souk-Ahras .

COL					
Souches	MBK 01	MBK 02	MBK 03	MBK 04	MBK 05
Moyenne	0.24	0.27	0.27	0.24	0.32

Le tableau (5) présente les résultats de mensurations morpho-métriques de la coloration du deuxième tergite abdominale d'une ouvrière d'abeille *Apis mellifera intermissa*. Cette mesure est de 0.24 mm pour la MBK 01 et la MBK 04. Toutefois pour les souches MBK 02 et la MBK 03 sont de 0.27 mm. Enfin nous pouvons remarquer que la moyenne pour la coloration est de 0.32 mm chez la MBK 05.

Pilosité (PIL) :

Tableau 6 : les moyennes de la pilosité des souches d'ouvrières d'*Apis mellifera intermissa* échantillonnées dans la région de Souk-Ahras.

PIL					
Souches	MBK 01	MBK 02	MBK 03	MBK 04	MBK 05
Moyenne	0.17	0.16	0.14	0.15	0.13

Le tableau 6 montre les données morpho-métriques de la pilosité du cinquième tergite abdominale d'une ouvrière d'abeille *Apis mellifera intermissa*. Ces mensurations vont en diminuant des souches MBK1 à MBK5 (0.17 à 0.13).

Tomentum (TMT) :

Tableau 7 : les moyennes de tomentum des souches d'ouvrières d'*Apis mellifera intermissa* échantillonnées dans la région de Souk-Ahras .

TMT					
Souches	MBK 01	MBK 02	MBK 03	MBK 04	MBK 05
Moyenne	0.6	0.65	0.59	0.51	0.66

Le tableau7 affiche les données morpho-métriques de la largeur de la bande pileuse de couleur jaune ou grise au niveau du quatrième tergite d'une ouvrière d'abeille *Apis mellifera intermissa*

Cette mesure varie de 0.15 mm entre la maximale et la minimale.

En effet, la souche MBK04 a une moyenne de Tomentum de 0.51 mm et la souche MBK05 une mesure de 0.66mm. Pour les autres souches une différence de 0.5mm les sépare

Station de Souk-Ahras :

Tableau 8 : les mensurations moyennes des échantillons d'abeille *Apis mellifera intermissa* récoltés de la station de la wilaya de Souk-Ahras.

	Indice cubitale	Coloration	Pilosité	Tomentum
Moyenne De souk ahras (n=125)	2.27	0.26	0.15	0.60

Le tableau (8) montre les données morphométriques de la moyenne des échantillons des ouvrière d'abeille *Apis mellifera intermissa* qui est de 2.27 pour l' Indice cubitale.

Toutefois, nous pouvons remarquer que la Coloration est de 0.26 mm et aussi la Pilosité est de 0.15 mm, enfin la mensuration de Tomentum est 0. 60 mm.

Le graphe suivant présente les différentes mensurations de 5 populations d'abeilles récoltées sur le même site et les références moyennes du travail de FREESNAYE (1981) sur la même race d'abeilles *Apis mellifera intermissa*. **(Figure 33)**

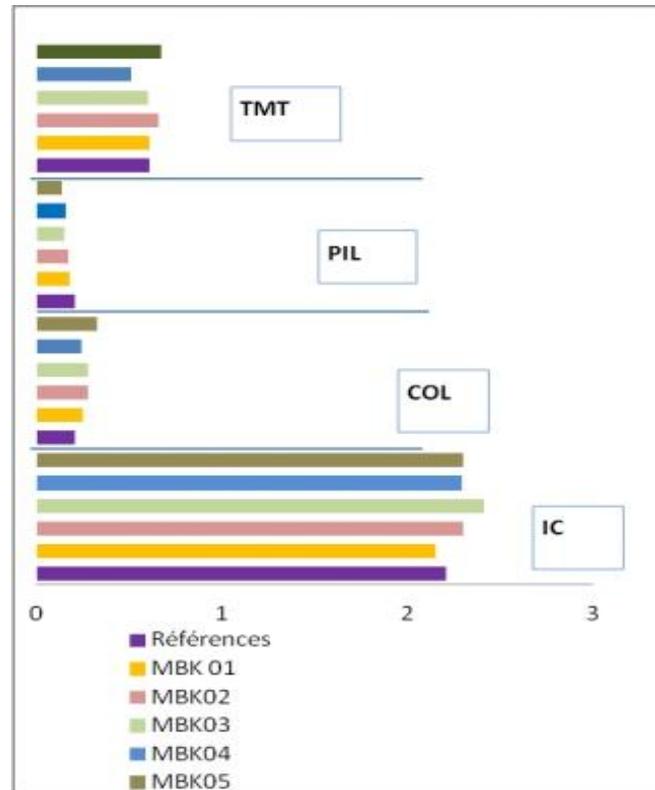


Figure 33 : Bilan d'analyse biométrique différentiel entre notre travail et les résultats de Freesnaye.

B. Discussion :

En apiculture, la morphométrie permettant de mesurer certains organes de l'abeille est utilisée afin d'identifier les différentes races d'abeilles, mais aussi à des fins de sélection.

Dans notre travail des caractères morphologiques principaux ont été utilisés dans l'identification de notre population locale d'abeille. Il s'agit de :

- La pilosité
- La largeur du tomentum sur le quatrième tergite abdominal
- La coloration du deuxième tergite abdominal
- La mesure de l'index cubitale de l'aile antérieure droite

Ce dernier permet de définir une race et son taux d'hybridation.

C'est une technique biométrique très fiable à la hauteur de l'apiculteur professionnel.

Cette mesure doit être la plus précise possible.

A cette fin les mensurations des échantillons d'abeille *Apis mellifera intermissa* récoltés de la station de la wilaya de Souk-Ahras, ont été comparées à ceux des résultats des travaux de FREESNAYE (1981) considérés comme références. La caractérisation de la population locale (tellienne) est recherchée afin d'évaluer la stabilité de ces caractères.

Cette comparaison avec les résultats de FREESNAYE (1981) réalisés sur la population local *apis mellifera intermissa*, nous a permis de constater que l'indice cubitale ainsi que la coloration de nos abeilles ouvrières, capturées dans la station de Souk-Ahras sont plus élevés que les résultats considérés comme références pour la population local *apis mellifera intermissa* (travaux de FREESNAYE 1981). Cependant pour ce qui est de la mesure de la pilosité, nos résultats ont été inférieure a ceux de FREESNAYE (1981). Enfin pour ce qui est du caractère : tomentum, nos résultats sont similaires à ceux de FREESNAYE (1981).

Toutes ces différences sur le plan morpho-métriques peuvent être responsable la dégradation préoccupante de la santé des abeilles domestiques, avec pour résultat un déclin des colonies et des populations. Plusieurs causes possibles ont été avancées.

Dans notre travail, la différence de certains caractères (du point de vue mensuration), nous pousse à se poser des questions sur la ou les causes de ces différences.

La différence morphologique constatée au sein d'une même population est due principalement à l'effet de l'environnement sur l'abeille. Le phénotype (P) est le résultat du génotype (G) associé à l'environnement ($P=G+E$).

Les résultats qui diffèrent d'une zone à une autre dépend de plusieurs facteurs ; entre autres : La génétique, la saison, les agents pathogènes (bactéries, virus et parasites), ainsi que les pesticides.

Des abeilles de petites tailles avec une morphométrie réduite voient leur immunité s'affaiblir. Cela ne peut que renforcer les idées déjà préconçues sur la sensibilité des abeilles face aux différents facteurs suscités.

La variabilité des tendances météorologiques saisonnières est considérée comme une clé de la mauvaise santé des abeilles, notamment pour la mortalité hivernale. Les abeilles sont extrêmement sensibles aux changements climatiques.

Pour ce qui est de la mauvaise utilisation des pesticides, en plus des risques de transmission à l'homme (via le miel et les produits de la ruche), les phytosanitaires sont une menace pour les abeilles, notamment quand les recommandations d'utilisation ne sont pas respectées.

Parmi, les maladies responsables de la dégradation de l'abeille, figure en bonne place le varroa (un acarien parasite des abeilles), les virus, certains étant justement transportés par le varroa, des maladies telles que *Nosema ceranae* ou les loques (américaines et européennes), la perte d'habitats appropriés et des sources d'alimentation.

Un autre facteur très important pour toute espèce, c'est l'alimentation et plus précisément sa qualité. La qualité de l'alimentation des abeilles se dégrade en raison de baisse de la quantité et de la qualité du nectar et du pollen dans les zones de biodiversité limitée. Les monocultures, l'absence de rotation annuelle entre légumineuses et céréales, le fauchage précoce, les techniques d'entretien des bordures de routes, tout cela entraîne d'après JEAN RIONDET (2010) un appauvrissement de l'environnement en pollen, source de protéine indispensable à la bonne santé des abeilles (se répercutant automatiquement sur leur morphologie), du couvain en cours d'élevage et des reines en pontes entre autres. Suite à cela, les abeilles naissent carencées, sensibles aux maladies et dont l'espérance de vie est automatiquement raccourcie.

Les apiculteurs au niveau de la station étudiée de Souk-Ahras, travaillent avec des bonnes pratiques d'élevage. Pour cela les éleveurs utilisent que des reines élevées localement. La mise en place de stations de sélection isolées, ne peut qu'être bénéfique, sachant que chaque station constitue un micro environnement séparé par des barrières naturelles du fait de leur positionnement géographique protégé par des reliefs montagneux infranchissable par le cheptel de la station même et par les abeilles étrangères venant des ruchers avoisinants (la station de Souk-Ahras est protégée par la loi de sa création qui interdit de poser des ruches dans une zone de cinq kilomètres autour de la station).

Les données de RUTTNER in GRISSA (1990) concernant la race *Apis mellifera intermissa* incitant à penser qu'une différenciation a pu s'établir entre les populations des trois pays Maghrébins. Cette idée est confirmée d'une part par les travaux de GRISSA (1990) qui démontre que la population d'abeilles tunisiennes est homogène et s'identifie à *Apis mellifera intermissa*, d'autre part, par la présente étude nous constatons que la population Nord– Algérienne est hétérogène en comparant cela à d'autres travaux réalisés en Algérie (FREESNAYE 1981, DOUMANDJI 2006) la présence de trois groupes distincts, le groupe à tendance Est étant le plus proche d'*Apis mellifera intermissa*. La présence de ces derniers peut-être un indice d'une différenciation régionale causée par des obstacles naturels. Bien que cela remonte aux années début 1970, ceci peut aussi être expliqué par l'implantation massive d'abeilles étrangères évoquée par SKENDER (1972). Ceci démontre encore une fois la facilité de pollution génétique qui peut persister très longtemps sans une démarche et approche réfléchies et contrôlées.

La dernière hypothèse citée par DOUMANDJI 2006, soulevée selon laquelle la race locale *Apis mellifera intermissa* aurait subi des croisements avec les races importées donnant naissance à une population produisant moins en raison de la langue courte qui est un handicap pour le prélèvement du nectar, cette hypothèse ne peut être confirmée dans cette étude, vu que ce caractère n'a pu être déterminé.

6. Conclusion :

L'abeille algérienne décrite depuis longtemps comme étant l'abeille d'Afrique du Nord, appelée également abeille tellienne a fait l'objet de notre étude en premier lieu dans le but de caractériser la structure biométrique et déterminer des paramètres importants de la reproduction des ouvrières de la population locale intermissa.

Les résultats de cette dernière ont fait surgir un rapprochement de notre groupe géographiques à *Apis mellifera intermissa*, laissant croire que la population d'abeilles locales n'a pas subi d'effet de croisement avec les races importées.

Par conséquent la population d'abeilles étudiées reflète l'existence d'écotype au sein de la race intermissa. Les marqueurs moléculaires récemment développés (GARNERY 1998) permettraient d'étendre la connaissance de la biodiversité chez l'abeille tellienne, ce sont l'ADN mitochondrial et les séquences microsatellites.

La race intermissa mérite d'être restaurée pour son adaptation aux conditions climatiques difficiles, elle doit être considérée comme un réservoir de gènes, dans cette optique il serait important de continuer les contrôles biométriques afin d'avoir une meilleure connaissance de la race locale pour l'amélioration par sélection du cheptel apicole algérien, dans le sens de l'augmentation de la production du miel en priorité, ensuite penser à réduire les inconvénients de cette race tels que l'agressivité et l'essaimage excessif.

7. Recommandation:

A travers l'étude que nous avons menée et aux informations recueilli nous pouvons proposer quelques perspectives en ce qui concerne le sujet traité parmi elles :

- Augmenter la taille de l'échantillon ainsi la période d'étude.
- La conduite d'étude sur les abeilles en général pour connaitre un peu mieux l'abeille locale *Apis mellifera intermissa* et poser les bases pour sa connaissance et sa caractérisation pour les générations futures.
- Mettre en place un bilan plus complet sur l'identité et les caractères spéciaux de l'abeille locale et créer une base de données solide pour les futurs chercheurs s'intéressant à *Apis mellifera intermissa* et *Apis mellifera sahariensis* en Algérie.
- Etudier d'autres caractères morpho-métriques différents de ceux abordés dans ce travail ainsi approfondir les connaissances en utilisant d'autres méthodes d'analyse.
- Lancer des plans d'amélioration génétique en utilisant de semences (contrôlés et testés).
- Enrichir la nutrition des abeilles, en plantant des fleurs sauvages et des plantes indigènes (sources d'alimentation d'origines florales diverses plantes mellifères et pollinifères) qui n'attirent pas seulement les abeilles, mais aussi les papillons, les autres pollinisateurs et la faune sauvage.
- Etudier plus particulièrement le male d'abeilles « faux bourdon » et s'intéresser plus en détail à son système reproducteur.
- Eclaircir et approfondir au sujet des différences existantes entre les males issus de reines et ceux issus d'ouvrières.
- Comparer la fécondabilité du sperme des faux bourdons issus de reine et issus d'ouvrières.
- Favoriser la mise en place de stations de contrôle (tant sur le plan génétique que zootechniques que santé).

Annexe 1

Materiel de laboratoire :

nous avons effectués notre partie pratique au niveau laboratoire de biotechnologie Lié à la Reproduction Animal (LBRA) à l'institut des sciences vétérinaires de Blida.



Figure 34 : microscope à camera lié à l'ordinateur + Logiciel MOTIC



Figure 35 : Loupe



Figure 36 : Trousse de dissection



Figure 37 : lames et lamelle



Figure 38 :lampe Led



Figure 39 : Boites stériles

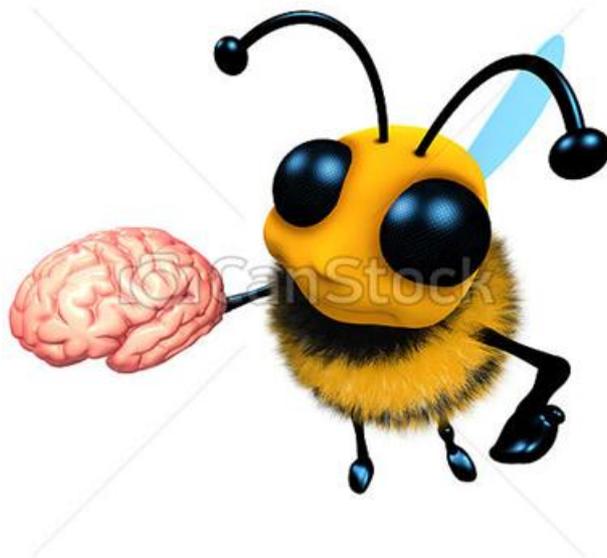
Annexe 2

Tableau 9 : Comparaison entre la moyenne de la station de Souk-Ahras et les références de Fresnaye.

		Indice cubitale	Coloration	Pilosité	Tomentum
Moyenne (n=125)		2.27	0.26	0.15	0.60
Références de FREESNAYE de l'abeille tellienne (1981)	Moyenne	2.20	0.20	0.20	0.60
	minimal	2.10	0.10	0.15	0.50
	maximal	2.30	0.40	0.35	0.70

Références

Biblio-graphiques



A

- **Adams J., Rothman E. D., Kerr W. E. et Paulino Z. L. (1977).** Estimation of the number of sex alleles and queen matings from diploid male frequencies in a population of *Apis mellifera*. *Genetics* 86(3): 583-596.
- **Anchling F. (2009).** La vision chez l'abeille - un sens très complexe. Abeille de France.

B

- **Bellerose. (1883)** . Petit manuel d'apiculture a l'usage des écoles.
- **Biri. (1989).** Le grand livre des abeilles cours d'apiculture moderne. Paris.: Vecchi.
- **Biri. (2010).** Tout savoir sur les abeilles et l'apiculture. (Vol. 302). paris, FRANCE: Vecchi.
- **Blackiston H. (2009).** Beekeeping for dummies. 2^{ème} édition. For dummies. Indianapolis. Cobey S. Processus d'insémination de la reine.
euphonynet.be/abeille/elv/processus_insemination.html >.
- **Boes, K. E. (2010).** Honeybee colony drone production and maintenance in accordance with environmental factors: an interplay of queen and worker decisions. *Insectes sociaux*, 57(1): 1-9.

C

- **Camargo., D. (1975.).** Sex détermination in bees. IV: Genetic control of juvenile hormone production in *Melipona quadrifasciata* (Apidae). *Genetics*.
- **Catays, G. (2016).** Contribution à la caractérisation de la diversité génétique de l'abeille domestique *Apis Mellifera*: cas du locus CSD de détermination du sexe. Toulouse, école national vétérinaire, FRANCE.
- **CORNUET J.M.; ALBISETTI J.; MALLET N. et FRESNAYE J. (1982).** Etude biométrique d'une population d'abeille Landaises. *Apidologies*, 13 (1), pp : 3 - 13.
- **CORNUET J.M. ; FRESNAYE J. et TASSENCOURT L. (1975).** Discrimination et classification de population d'abeilles à partir de caractères biométriques. *Apidologie*, 6 (2) , pp : 145 – 187.
- **Colin, M.E ., et Gauthier, L . (2006).** Abeilles et compagnie. N°111.

D

- **De Roth, L. (1980).** Reproduction de l'abeille. Revue l'abeille.
- **De Roth L et D'Allaire S. (1980).** La respiration et la circulation chez l'abeille. Revue l'abeille.

F

- **Frérés, & Guillaume. (2011).** L'apiculture écologique de A à Z. (Nouvelle édition. ed., Vol. 816). (m. pietteur, Ed.)
- **Fresnay J. (1966).** L'insémination artificielle des reines d'abeille. Revue Ann. Abeille. 3, 251- 263.
- **FRESNAYE J., (1974).** Biométrie de l'abeille B.T.A (3) O.P.I.D.A.42 p.
- **FRESNAYE J., (1981).** Biométrie de l'abeille 2^{ème} ed. Echauffour, orne, office inf. Doc. Apic., 56 p.

G

- **GRISSA K. ; CORNUET J.M. ; M'SADDA K. et FRESNAYE J (1990).** Etude biométrique de populations d'abeilles tunisienne. Apidologie, 21, pp : 303-310.

H

- **Haubrug.(1998).**Base Biotechnologie Agronomie Société et Environnement Les mécanismes responsables de la résistance aux insecticides chez les insectes et les acariens .pp161-174.
- **Henri,C.(2011).**le traité rustica de l'apiculture. France : rustica editions.
- **HAMMAN. (1958).** Which takes the initiative in the virgin queen's flight, the queen or the Workers?.

J

- **Jean, L. (2012).** L'ABC de l'apiculture. France.
- **Jean-Prost. (1977).** Apiculture. (4ème édition. ed., Vol. 459). (J. Baillière, Ed.) Paris.
- **Jean-prost. (1987).** Apiculture. Paris, france: Lavoisier.

- **Jean-Marie-Philippe.** (1993). Guide de l'apiculteur.
- **JOLICOEUR P. (1991).** Introduction à la biométrie.éd.Décarie.Masson, Paris, 297p.

K

- **Kurennoi, 1954.** Vol et maturité sexuelle chez le faux-bourdon. En russe. Pchelovodstvo, (12),24-48.

L

- **Le Conte, Y. (2002).** L'abeille dans la classification des insectes. Abeilles et Fleurs .15- 16.
- **Le conte Y. (2003).** Mieux connaître l'abeille. Le traité Rustica de l'apiculture. 2eme édition. Editions Rustica. Paris, 528
- **Le Conte Y .2011.**Mieux connaître l'abeille. In : Clément. Le Traité Rustica de l'Apiculture. Éd Rustica .Paris . p528.
- **Le conte, B. B. (2011).** Mieux connaître l'abeille. La vie sociale de la colonie.Le traité Rustica de l'apiculture. (Vol. 527). Paris, FRANCE: Rustica éditions.
- **Lafleche. (1990).** Les abeilles: guide pratique. (Solar, Ed.) Paris.
- **Libis. (1971).** L'apiculture pour tous. (Vol. 170). (Flammarion, Ed.) Paris.
- **LEPORATI M., VALLI. Et CAVICCHI S.(1984)** Etude biométrique de la variabilité géographique des populations d' Apis mellifera en Italie septentrionale. Apidologie, 15(3), pp:285-302.

M

- **Medori, P ., et Colin ,M.(1982).** Les abeilles comment les choisir et les protéger de leurs ennemis .Paris,FRA , Baillière.
- **Marchenay, & Berard. (2007).** L'homme, l'abeille et le miel. (Borée, Ed.) Paris.
- **Merzoug, K., & Feddal, M. I. (2016).** Mémoire: Docteur vétérinaire.élevage des reines d'abeilles.Blida,université de Saad Dahleb Blida1,s1.
- **Mackensen, 1954.** Some Improvements in method and syringe design in artificial insemination.J.econ.Entoniol.47 (5), 756-768.

- **Moore, Wilson, & Skinner. (2015).** Honey bee queens: Evaluating the Most Important Colonie Member. Extentin Bee-Health.

P

- **Prost PJ .1987.** APICULTURE. Connaître l'abeille. Conduire le rucher .Tec and Doc. Paris. p579.
- **Pain, J. (1968).** L'ovaire des ouvrières .In :Chauvin R(ed) Traité de biologie de l'abeille,Vol1.Masson,Paris,pp186-199.
- **Prost. (2005).** Apiculture : Connaître l'abeille. Conduire le rucher. revue et complétée par Le conte Y. (7ème édition. ed., Vol. 698). (J. Baillière., Ed.)

R

- **Ravazzi G.2007.** abeilles et apiculture. Éd de vecchi. Paris .p159.
- **R. Hummel & M. Feltin Mars 2018.** « Syndicat des apiculteurs de Thann et environs » (**Référence** : « Principles of Bee Genetics » de Tom Glenn EAS meeting, Cornell University - L'élevage de Faux-bourçons - **William SEYFARTH**).
- **Ruttner. (1956).** Systématique du genre Apis. Les races d'abeilles.In : Chauvin R. Traité de biologie de l'abeille, tome I. (m. e. cie, Ed.) Paris.
- **Rossant A. (2011).** Le miel, un composé complexe aux propriétés surprenantes. Thèse de doctorat. Université de Limoges. Limoges.
- **RUTTNER F., TASSENCOURT L. et LOUVEAUX J. (1978).** Biometrical statistical analysis on the geographic variability of Apis mellifera L. Apidologie,2(4),pp : 363-381.
- **Ruttner F . 1988** Biogeography and taxonomy of honeybees.Ed .Springer Verlag ,Berlin,284p

S

- **Seeley, T. D. (2010).** Honeybee democracy. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- **Seyfarth,W.(2010).**L'élvage de faux bourdon .24p

T

- **TOMASSONE R., FRESNAYE J., (1971)** Etude d'une méthode biométrique et statistique permettant la discrimination et la classification de population d'abeille (*Apis mellifica* L.). *Apidologie* 2(1), pp : 49-65.

V

- **Vandame. (1996).** Importance de l'hybridation de l'hôte dans la tolérance à un parasite. Cas de l'acarien parasite *Varroa jacobsoni* chez les races d'abeilles *Apis mellifera* européenne et africanisée, en climat tropical humide du Mexique. (Vol. 1). Université Claude Bernard, Lyon.
- **Villiers(B). (1987).** L'apiculture en AfriqueTropicale. (Vol. 220). (GRET, Ed.) Paris.

W

- **Wendling. (2012).** Revue bibliographique et contribution à l'étude de sa reproduction. (Créteil, Ed.) Faculté de Médecine.
- **Winston. (1991).** The biology of the honey Bee. (Vol. 281). Cambridge, Massachusetts, Harvard university press.
- **Winston. (1993).** La biologie de l'abeille. (Vol. 276.). (Frison-roche/Nauwelaerts, Ed.)
- **Winston, M. L.(1987).** The Biology of the Honey Bee. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- **Woyke. (1960).** Natural and artificial insemination of queen honeybees. *Bee world*.
- **woyke , 1955 .** Multiple mating of the honey bee-queen in one nuptial flight. *Bull. Qcqd. Polon. sci. m11*, 3(5), 175-180.
- **Woyke, J. (2008).** Why the eversion of the endophallus of honey bee drone stops at the partly everted stage and significance of this. *Apidologie* 39(6), 627-636.

Z

- **Zennouche, O.(2017).** Contribution à l'étude de quelques critères physiologiques de l'abeille locale *Apis mellifera intermissa*. Thèse de Doctorat; univ. Bejaia; 125p.

Sites internet :

- **Morphologie générale de l'abeille domestique.**

[\(<http://www.abeillesentinelles.net/les-abeilles>\)](http://www.abeillesentinelles.net/les-abeilles)

Consulté le : 09.09.2019.

- **La Catoire Fantastique.** (<https://catoire-fantastique.be>)

Consulté le : 10.01.2020.

- **Morphologie de l'abeille.** (<https://www.cari.be/medias/permanent/morphologie.pdf>)

Consulté le : 11.02.2020.

- **Abeille... qui es tu ?** (<https://ialo.fr /abeille-qui-es-tu/>)

Consulté le : 19.03.2020.

- **Morphologie de la reine.** (<http://apiculture.net>)

Consulté le : 16.04.2020.

- **un Cadre d'élevage de mâle.** (www.le_ruches_dargonne.com)

Consulté le : 13.05.2020.

- **L'apiculteur.** (www.jm-duc.ch/apiculteur/ponte.html)

Consulté le : 30.05.2020.

- **Lien Google Map :** la station de souk ahras

<https://www.google.dz/maps/place/Ouled+Moumen/@36.3750801,8.2520385,>

[12z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x12faf9d036bb15e5:0x348bbd57b4cbd1da!8m2!3d36.3834462!4d8.3307468?h](https://www.google.dz/maps/place/Ouled+Moumen/@36.3750801,8.2520385,12z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x12faf9d036bb15e5:0x348bbd57b4cbd1da!8m2!3d36.3834462!4d8.3307468?h)

Consulté le : 18.09.2020.

