

**République Algérienne Démocratique et Populaire**

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie des Populations et des Organismes

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention

Du diplôme de master en

**Spécialité : Reproduction Animal**

**Filière : Sciences Biologique**

**Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie**

**Étude d'une éventuelle corrélation entre les paramètres morphométriques, biométriques et la reproduction chez les mâles de l'abeille tellienne.**

Présenté par

**GUERMOUD Sara et SAHNOUNE Faiza**

Devant le jury :

<b>Président(e) :</b>	Mr ADEL Djalal	MAA	Blida-1/ISV
<b>Examineur :</b>	Mm Ben Azzouz F	MAA	Blida-1
<b>Promoteur :</b>	Mr BESSAAD M.A	MCB	Blida-1
<b>Co-promoteur :</b>	Mr Belala Ridha	MCB	Blida-1/ISV

**Année : 2017**



## ***Dédicace***

*A mon très cher père*

*A ma Chère Mère*

*je dédie aussi ce travail A mes Frères et mes sœurs Yakout, Abd rahim, Rabah, Mohamed A tous les gens m'aiment Fatiha, Sara, Amira , Amel, Lilia, Nessrin , Ouanassa...*

*A tous mes professeurs qui m'ont enseigné et tous ce qui me sont chers.*

# Dédicace

*Je dédie ce modeste travail à mes chers parents ; ma mère pour m'avoir mis au monde et*

*Pour m'avoir accompagné tout le long de mes études.*

*A mon père qui sans lui je ne serais pas arrivé jusqu'ici.*

*A mon marie soufiane, ma belle -mère et mon beaux -père.*

*A tous mes sœurs Et mes frères*

*A mes chères amies.*

*A Tous mes Enseignants dans tous mon cursus d'étude ; qui je les respecte et encense de leurs sincère travail.*

*À Mes collègues de promotion*

*2016 à 2017.*

## **Remercîment :**

Au terme de ce modeste travail, je tiens tout d'abord à remercier profondément mon promoteur Mr BESSAD M.A, maître de conférences au département de biologie des population et des organismes, faculté des sciences de la nature et de la vie à l'université de Saad dahleb Blida 1, pour m'avoir permis de réaliser ce mémoire et le mener à bien grâce à ses conseils, ses recommandations et surtout sa disponibilité.

J'adresse également mes sincères remerciements à, Melle KESSI ouardia, Mm BRIGHET saliha sans qui ce travail n'aurait pas été réalisé. Merci pour son soutien scientifique et moral sans faille.

Nos remerciements sont adressés : A Mr Adel Djalel, maître de conférences à l'institut des sciences vétérinaire de Blida, qui nous a fait l'honneur de présider notre jury. Hommages respectueux. A Mme BEN AZOUZ.F, maître de conférences au département de biologie des populations et des organismes, faculté des sciences de la nature et de la vie à l'université de Saad dahleb Blida 1 d'avoir accepté de faire partie de notre jury et d'examiner notre travail.

Je remercie Mr Belala R maître assistant chargé de cours à l'institut des sciences vétérinaire de Blida1, Je remercie aussi Mr KAYDI R, professeur à l'institut des sciences vétérinaire de Blida1, de nous avoir accueillies dans son laboratoire,

Mes vifs remerciements vont également à Mr HAMZAOUI M (Directeur de la coopérative apicole de CHIFFA), les frères DIF ALLAH, Mr MOUSSAOUI R, BELHACHMI I, Mr LATRECH H.

## **LISTE DES TABLEAU :**

Tableau N°01	Volume de la semence prélevé par différentes études
Tableau N°02	nombre de spermatozoïdes récolté par différentes méthodes.
Tableau N°03	statistique descriptives des poids des faux bourdons
Tableau N°04	statistique descriptives des nombre de spermatozoïdes par faux bourdons
Tableau N°05	statistique descriptives des mesures de l'index cubitale
Tableau N°06	statistique descriptives des mesures de segment R
Tableau N°07	statistique descriptives des mesures de tomentum :
Tableau N°08	statistique descriptives des mesures de la longueur de la langue
Tableau N°09	Teste F pour poids des faux bourdons des trois stations (annexe 2)
Tableau N°10	Teste F pour le nombre des spermatozoïdes faux bourdons des trois stations (annexe 2)
Tableau N°11	Teste F pour les mesures du l'index cubitale des faux bourdons des trois stations (annexe 2)
Tableau N°12	Teste F pour les mesures du segment R des faux bourdons des trois stations
Tableau N°13	Teste F pour les mesures du tomentum des faux bourdons des trois stations
Tableau N°14	Teste F pour les mesures de la longueur de la langue des faux bourdons des trois stations
Tableau N°15	Corrélation sidi moussa
Tableau N°16	Corrélation Boufarik
Tableau N°17	Corrélation Chiffa

## Liste des figures :

Figure 01	Morphologie de faux bourdon (William Seyfarth)	02
Figure 02	temps et stade moyen de développement (Winston « La biologie de l'abeille » ed. Nauwelaerts ou Frison-Roche 1993).	04
Figure 03	Anatomie de l'appareil reproducteur de faux bourdon	06
Figure 04	Cadre à mâles gaufré.- <i>cliché W. Seyfarth</i>	07
Figure 05	Fluorescence des têtes de spermatozoïdes traités aux colorants SYBR-14 (qui colore en vert les gamètes vivants) et iodure de propidium (qui colore en rouge les gamètes morts). Observation faite à 400x (crédit photo : Andrée Rousseau).	11
Figure 06	Mouvement circulatoire des spermatozoïdes (×300). Mémoire Latreh hamidou 2016.	13
Figure 07	composantes de l'index cubital de l'aile antérieure (RUTTNER et al.1978 ; RUTTNER 1988).	14
Figure 08	coloration : (RUTTNER et al1978 ; RUTTNER 1988).	15
Figure 09	Pilosité :(RUTTNER et al1978 ; RUTTNER 1988).	15
Figure 10	Tomentum : (RUTTNER et al1978).	16
Figure 11	langue d'une abeille ouvrière (RUTTNER 1988).	16
Figure 12	station de Sidi Moussa	18
Figure 13	station de BOUFARIK. Sidi Ayed	18
Figure 14	station de Sidi El Madani. Chiffa	18
Figure 15	laboratoire de LBRA.	19
Figure 16	laboratoire d'ITELEV	19
Figure 17	organigramme représentatif de la partie expérimentale	20
Figure 18	Ruches et Enfumoir	21
Figure 19	capture et encagement des mâles	22

Figure 20	chambre de vol	22
Figure 21	éversion (étape 1).	23
Figure 22	Figure 21 : éversion partiel (étape 2)	23
Figure 23	éversion complète (étape finale)	23
Figure 24	Mouvement des spermatozoïdes ( $\times 300$ ).	24
Figure 25	l'aile antérieure	26
Figure 26	langur de la langue	27
Figure 27	pilosité	27
Figure 28	coloration	28
Figure 29	Tomentum	28
Figure 30	histogramme de comparaison des différents paramètres étudiés (station Sidi moussa)	34
Figure 31	histogramme de comparaison des moyennes de nombre de spermatozoïdes entre les stations (station Sidi moussa)	34
Figure 32	corrélations entre le nombre de spermatozoïdes et le poids (station Sidi moussa)	34
Figure 33	corrélations entre le nombre de spermatozoïdes et le segment R (station Sidi moussa)	34
Figure 34	corrélations entre la longueur de la langue et le segment R (station Sidi moussa)	35
Figure 35	corrélations entre le nombre de spermatozoïdes et le tomentum (station Sidi moussa)	35
Figure 36	corrélations entre le poids et le segment R (station Sidi moussa)	35
Figure 37	corrélations entre le tomentum et le segment R (station Sidi moussa)	35

Figure 38	corrélation entre le nombre des spermatozoïdes et l'index cubitale. (station de Boufarik)	36
Figure 39	corrélation entre le segment R et l'index cubitale. (station de Boufarik)	36
Figure 40	corrélation entre le pois et le tomentum (station de Boufarik)	36
Figure 41	corrélation entre le pois et la longueur de la langue (station de Boufarik)	36
Figure 42	corrélation entre le pois et le nombre spermatozoïdes (station de Boufarik)	36
Figure 43	corrélation entre le segment R et le tomentum (station de Boufarik)	36
Figure 44	corrélation entre le poids et le nombre des spermatozoïdes (station de chiffa)	37
Figure 45	Corrélation entre le nombre des spermatozoïdes et l'index cubitale (station de chiffa)	37
Figure 46	Corrélation entre le nombre entre tomentum et le segment R (station de chiffa)	38
Figure 47	corrélation entre le poids et l'index cubitale	38
Figure 48	corrélation entre le nombre des spermatozoïdes et l'index cubital.	39
Figure 49	corrélation le segment R et la longueur de la langue	39
Figure 50	Balance (annexe1)	
Figure 51	CASA (annexe1)	
Figure 52	Vortex (annexe1)	
Figure 53	Micropipette gradué (annexe1)	
Figure 54	lame et lamelle (annexe1)	
Figure 55	préparation de solution de Kiev (annexe1)	
Figure 56	Malassez (annexe1)	
Figure 57	Tube Ependorff gradues (annexe1)	
Figure 58	Agitateur (annexe1)	
Figure 59	Matériel de dissection (annexe1)	
Figure 60	Motic image plus 2.0 (annexe1)	



## Liste des tableaux :

Tableau N°01	Volume de la semence prélevé par différentes études	09
Tableau N°02	nombre de spermatozoïdes récolté par différentes méthodes.	10
Tableau N°03	statistique descriptives des poids des faux bourdons	31
Tableau N°04	statistique descriptives des nombre de spermatozoïdes par faux bourdons	31
Tableau N°05	statistique descriptives des mesures de l'index cubitale	32
Tableau N°06	statistique descriptives des mesures de segment R	32
Tableau N°07	statistique descriptives des mesures de tomentum :	33
Tableau N°08	statistique descriptives des mesures de la longueur de la langue	33
Tableau N°09	Teste F pour poids des faux bourdons des trois stations (annexe 2)	
Tableau N°10	Teste F pour le nombre des spermatozoïdes faux bourdons des trois stations (annexe 2)	
Tableau N°11	Teste F pour les mesures du l'index cubitale des faux bourdons des trois stations (annexe 2)	
Tableau N°12	Teste F pour les mesures du segment R des faux bourdons des trois stations (annexe 2)	
Tableau N°13	Teste F pour les mesures du tomentum des faux bourdons des trois stations (annexe 2)	
Tableau N°14	Teste F pour les mesures de la longueur de la langue des faux bourdons des trois stations (annexe 2)	
Tableau N°15	Corrélation sidi moussa (annexe 2)	
Tableau N°16	Corrélation Boufarik (annexe 2)	
Tableau N°17	Corrélation Chiffa (annexe 2)	

# Sommaire

Résumé

Introduction ..... 01

## **Chapitre I : Données Bibliographique**

I.1.1. Description ..... 02

I.1.2. Cycle Biologique ..... 03

I .1.2.1. Stade Œuf ..... 03

I .1.2.2. Stade Larvaire..... 03

I .1.2.3. Stade Nymphale..... 04

I .1.2.4. Stade D'insecte Parfait..... 04

I .1.3. Développement De L'adulte Et Longévité..... 05

I .1.4. Organes Reproducteurs..... 05

I.2.1. Importance De L' levage Des Male..... 07

I.2.2. Quantité Des Male Nécessaires..... 07

I.2.3. Conditions D' levage..... 07

I.2.4. Le Cadre A Males..... 07

I.2.5. L' levage Naturel Du Males..... 08

I.2.6. L'Eleavage Artificiel Du Male..... 08

I.3.1. Evaluation De La Production Et De La Qualité De Sperme..... 09

I.3.2.Volume Du Sperme..... 09

I.3.3. Nombre Des Spermatozo ides..... 09

I.3.4. Viabilité Des Spermatozo ides..... 10

I.3.5. Motilité Des Spermatozo ides..... 12

I.3.6 .Conservation Du Sperme.....	13
I.4.1. Importance De La Biométrie Des Abeilles.....	14
I.4.2.Définition De La Biométrie.....	14
I.4.3. Les Différentes Méthodes D'analyses Biométriques.....	14
I.4.3.1. La Méthode De L'index Cubital.....	1
I.4.3.2. La Méthode De Cinq Caractères.....	17
I.4.3.3. La Méthode De Cinq Caractères D'analysé Par Ordinateur.....	17
I.4.3.4. Méthode Abeille Par Abeille Analysé Par Ordinateur.....	17
I.4.3.5. Analyse Des Quarante Et Un Caractère Morphologique.....	17

## **Chapitre II : Matériel Et Méthode**

II.1. Présentation De La Zone D'étude.....	18
II.1.1. Sur Terrain.....	18
II.1.2. Dans Le Laboratoire.....	19
II.2.1. Matériel Biologique.....	20
II.2.2. Matériel Apicole.....	20
II.2.3. Méthode De Travail.....	21
II.2.3.1. Récolte Des Males.....	21
II.2.3.2. Choix De La Capture Des Males.....	21
II.2.3.3. Eversion .....	22
II.2.3.4. Comptage.....	23
II.2.4. Moyen De Préparation Et De La Mesure Des Abeilles Destinées Aux Mesures Biométriques.....	24
II.2.5. Les Technique Utilisé Au Laboratoire Pour Les Mesures Biométriques.....	25

II.2.6. Analyse Biométrique .....	25
II.2.7. Analyse Statistique.....	29

## **Chapitre III : Résultats Et Discussion**

III.1. Résultats De Poids Des Faux Bourdons.....	31
III.2. Nombre Des Spermatozoïdes Chez Les Faux Bourdons .....	32
III.3. Caractérisation Biométrique Des Faux Bourdons.....	32
III.3.1 Index Cubital.....	32
III.3.2. Segment R.....	33
III.3.3. Tomentum.....	33
III.3.4. La Longueur De La Langue.....	33
III.4. Comparaisent Entre Les Stations.....	34
III.5. Etude Des Corrélations Des Déférents Caractères.....	34
III.5.1. Station De Sidi Moussa.....	35
III.5.2. Station De Boufarik.....	37
III.5.3. Station De Chiffa.....	38
Conclusion.....	41
Références Bibliographiques.....	42

Annexes

## Résumé :

L'influence des paramètres biométriques des faux bourdons sur la reproduction est relativement peu étudiée, Notre étude a été menée dans la MITIDJA vu le besoin de Caractériser l'abeille tellienne. Nous avons voulu baser cette caractérisation sur des paramètres biométriques et, pour une première fois, l'étude d'une éventuelle performance reproductive chez le faux bourdon local *Apis mellifera intermissa* et de chercher si une corrélation entre les paramètres de la biométrie des faux bourdons et la reproduction existe.

Les résultats obtenus des trois stations visitées montre que la station de Boufarik à la moyenne de poids le plus important par rapport aux deux autre stations (0,208gr) et la station de chiffa à la moyenne des spermatozoïdes la plus importante par rapport aux deux autres stations (8,1125  $10^6$  spermatozoïde). Notre étude biométrique montre que la station de Boufarik présente la moyenne de l'index cubital et la moyenne de la tomentum les plus élevées, celle de chiffa à la moyenne la plus élevée de la longueur du segment R (5.895mm).

L'analyse statistique pour exploiter les résultats montre qu'ils sont à des différences allant de non significatif à hautement significatifs pour les mensurations de poids, le segment R, l'indice cubitale, le tomentum, la longueur de la langue et le nombre de spermatozoïdes. Il est de même pour les corrélations obtenues pour les variables prises deux à deux pour l'étude comparative entre les trois stations, notant particulièrement, la corrélation significative entre le poids et le nombre de spermatozoïdes chez les faux bourdons de la station de Chiffa.

Le faux bourdon, à priori peut être considéré comme un élément de la ruche sur lequel peut se baser pour la caractérisation de l'abeille sous réserve que d'autres études ciblant des souches différentes que *Milléféra*, dans un sens comparatif à notre étude et sur des échantillons de nombre plus important.

Les mots clé : *Apis mellifera intermissa*, faux bourdons, spermatozoïdes, l'index cubital, segment R, tomentum, poids, paramètre biométrique.



# INTRODUCTION

## Introduction :

L'importance de l'abeille domestique pour l'environnement et l'humanité est indéniable ; L'état doit disposer d'un cheptel d'abeilles permanent, la maîtrise de l'élevage des reines et des faux bourdons, est la clé en Apiculture.

Très longtemps le rôle des mâles a été sous-estimé par les apiculteurs, Des connaissances plus approfondies sur la fertilité et la qualité reproductive des faux-bourdons et leur paramètres biométriques sont nécessaires afin d'approfondir les connaissances sur la biologie et leur contribution à la performance des colonies d'abeilles domestiques.

Aucune étude n'a été menée, en Algérie, sur les paramètres biométriques chez les faux bourdons et la corrélation entre les paramètres biométriques et le nombre des spermatozoïdes ; et c'est pour combler cette lacune que nous avons réalisé ce travail ; et aussi pour répondre aux questions suivants :

Peut-on caractériser l'abeille tellienne *apis mellifera intermissa* à travers le faux bourdon ?

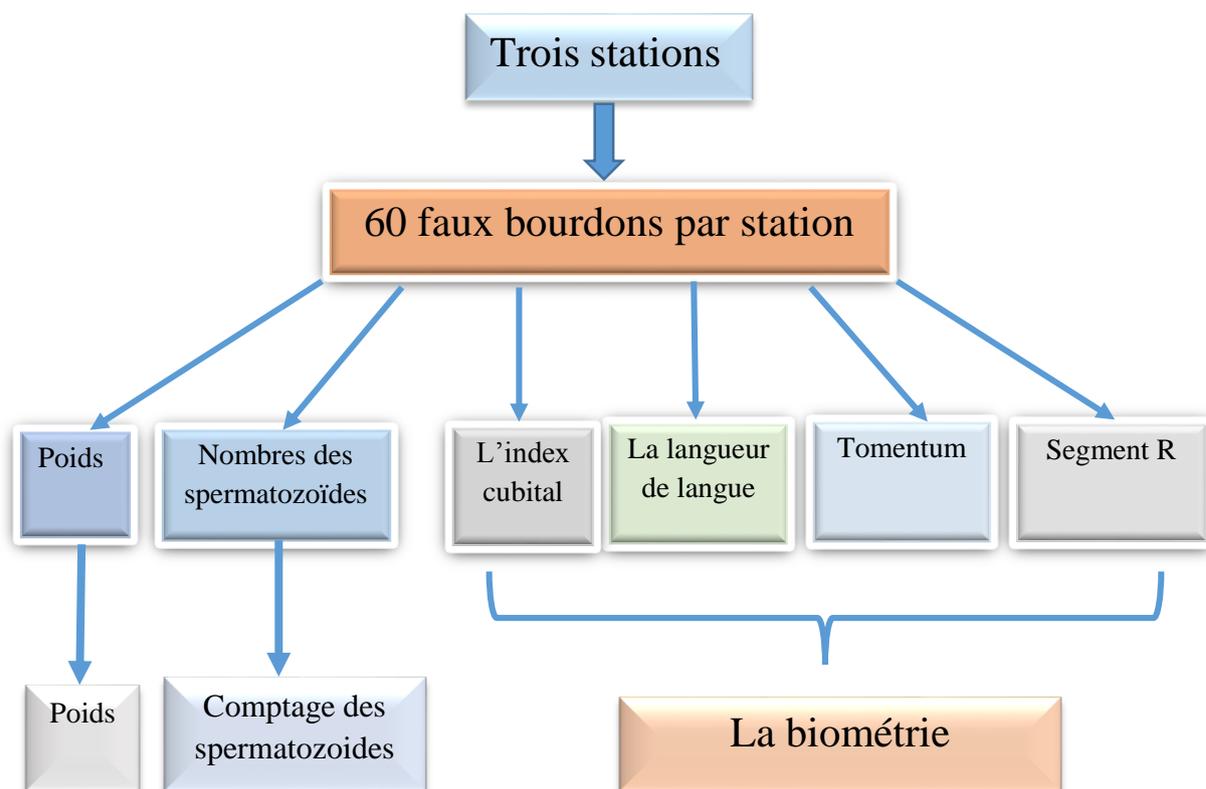
Peut-on trouver une corrélation entre les caractéristiques morphométriques et la reproduction ?

La fertilité et la qualité reproductive des faux bourdons est-elle caractéristique de sa colonie et même de sa souche ?

Dans ce contexte, nous étudierons plus particulièrement les populations d'abeille domestique *apis mellifera intermissa* de quelques stations de Mitidja, sur le plan reproductive ; on réalise un comptage des spermatozoïdes (spermogramme CASA) et sur le plan morphométrique avec la réalisation d'une étude biométrique classique basé sur les mesures de l'index cubital ; segment R ; tomentum et la longueur de la langue des faux bourdons.

D'autre part on essaye ainsi de savoir les caractéristiques biométriques des faux bourdons de la population de l'abeille de Mitidja et dans l'objectif de savoir s'il y a une corrélation entre les paramètres biométriques des faux bourdons et la reproduction ; et caractériser l'abeille tellienne sur une base de données biométriques et de performances reproductive chez les faux bourdons.

# INTRODUCTION



**Figure 17** : organigramme représentatif de la partie expérimentale.

### II.2.1. Matériel biologique :

La race d'abeille utilisée dans l'expérimentation est *Apis mellifica intermissa* ou la tellienne. Elle est indigène dans toute l'Afrique du Nord-Ouest, se répartissant de la Tunisie jusqu'à la côte atlantique du Maroc (AISSIOU, 1983). Les caractéristiques de cette race sont les suivantes :

La couleur est noire avec des tâches grises

Elle est essaimeuse, agressive, pillarde et rustique.

### II.2.2. Matériel apicole :

- Matériel d'exploitation :

#### A) Ruches et Enfumoir :



**Figure 18 :** Ruches et Enfumoir

### -Matériel du laboratoire :

La deuxième partie de notre étude a été effectuée dans le Laboratoire des biotechnologies liées à la reproduction animale (LBRA) à l'Institut des Sciences Vétérinaire de l'Université de Blida et le laboratoire d'ITELV de Baba Ali (matériel utilisé est dans l'annexe).

### II.2.3. Méthode De Travail :

#### II.2.3.1. Récolte des mâles :

##### II.2.3.1.1. Choix et capture des mâles :

15 jours après leur naissance, les faux bourdons sont sexuellement matures et peuvent être prélevés un à un de la ruche à mâle. Les mâles mûrs se situent sur les cadres de rive, Ils sont placés dans le cardon pour le transport des mâles jusqu'à laboratoire.



**Figure 19 :** capture et encagement des mâles

On prends à chaque fois qu'une cinquantaine de mâles car il se passe du temps entre le prélèvement du 1er et le 50 eme. Les mâles s'épuisent très vite et tombent sur le fond de la cage d'envol s'ils ne sont pas en contact et nourris par des abeilles.



**Figure 20 :** chambre de vol.

### **Chambre de vol :**

Enceinte fermée et aérée pour déposer les mâles et leur permettre de voler avant leur utilisation, composé de file vert pour facilite la pénétration de la lumière et provoquer la déification des faux bourdons.

### II.2.3.1.2. Eversion :

Pour prélever le sperme de chaque faux bourdon, il faut peser les faux bourdons et procéder de la façon suivante :

-Tenir le mâle par la tête.



**Figure 21** : éversion (étape 1).

-Lui arracher, ce qui provoque chez le mâle mature l'éversion partielle (2 cornes orangées sortent par l'arrière de son abdomen). L'abdomen du mâle se contracte et devient très dur.



**Figure 22** : éversion partiel (étape 2).

Par de légères pressions de l'abdomen entre le pouce et l'index, on provoque l'éversion complète. Sur la photo on voit très bien une boule de couleur crème



**Figure 23** : éversion complète (étape finale)

### II.2.3.1.3. Comptage des spermatozoïdes :

On met les spermatozoïdes dans un (01,5) ML de solution Kiev, puis le contenu a été transféré dans des micros tubes par des micropipettes. Une dilution de 1/10 est pratiquée sur ce contenu ayant subi au préalable une agitation à l'aide d'un vortex. Après une seconde agitation, une goutte de ce contenu est déposée sur une lame de malassez. Quinze (15) mn après, nous avons procédé au comptage manuel à l'aide du microscope. (Figure 23).



**Figure 24** : Mouvement des spermatozoïdes (×300).

Sachant que le nombre de spermatozoïdes total (N) est déterminé par la formule suivante :

$$N = \frac{n}{a \times v} \times Fd$$

N : Nombre de spermatozoïdes par faux bourdon.

n : nombre de spermatozoïdes comptés dans 10 grandes rectangles de la cellule de Malassez.

a : nombre d'unités de comptage dénombrées.

v : volume de l'unité de comptage.

Fd : facteur de dilution.

### **II.2.4. Moyens de préparation et de mesure des abeilles destinées aux mesures biométriques :**

La loupe binoculaire menée d'un appareil numérique intégré :

Motic image plus 2.0 : ce dispositif a été retenu pour la mesure des caractères tels que l'index cubitale, la longueur de la langue, la coloration, et la largeur de tomentum.

Les pinces :

Pour l'ablation de l'aile droite antérieure, l'étirement de la langue et des segments de l'abdomen (observation de la coloration, tomentum, de la pilosité), l'utilisation de deux pinces fines s'est avérée nécessaire.

Les épingles :

Des épingles fines et pointures sont indispensables pour fixer les faux bourdons sans altérer durant la série mensuration.

Plaque de polyester :

L'observation précise des caractères morphologique de l'insecte a nécessité son maintien avec l'épingle sur une plaque de polyester.

Les techniques utilisées au laboratoire :

De l'échantillon prélevé au rucher nous avons extrait 60 faux bourdons placés dans des tubes ependorff rempli de l'alcool.

Pour la préparation en mensurations le déroulement des opérations se passe comme suit :

### **II.2.5. Analyse biométrique :**

Cette méthode consiste à mesurer les cinq caractères morphologiques sur une même abeille et d'inscrire sur la même ligne d'une fiche de notation préétablie afin d'éviter tout risque d'intervention entre les abeilles.

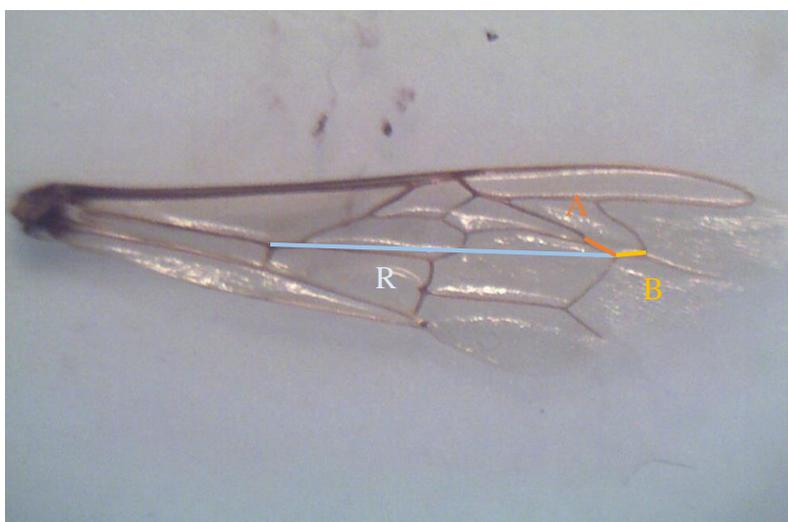
Les mesures sont faites d'après un ordre bien précis pour que la partie à mesurer ne soit pas endommagée par la manipulation qui précède :

### **-L'index cubital :**

Est représenté par les segments A, B et R qui forment un angle au niveau de la troisième cellule cubitale de l'aile antérieure droite.

Pour mesurer ces trois angles, on sépare l'aile antérieure droite de chaque faux bourdon et on les met dans l'alcool éthylique.

Après cela, les ailes seront disposées sur une lame, ces dernières ainsi préparées seront projetées sur écran et avec une règle graduée on mesure le segment A, B et R.



**Figure 25** : l'aile antérieure

### **-La longueur de la langue :**

Nécessite la décapitation préalable de faux bourdon, il est ensuite épinglée sur une plaque de polyester à ce que face interne soit visible et en position horizontale. Puis on saisit délicatement la langue entre la pousse et l'index légèrement humecté. A l'aide d'une fine pince, on saisit l'extrémité et on fait coïncider l'extrémité de la langue avec le début de l'échelle de micromètre



**Figure 26** : langur de la langue

### **-La pilosité :**

Le reste du corps de l'abeille (abdomen et thorax), démunie des pattes et des ailes, est épinglé de profil de telle sorte que les poils du cinquième tergite à mesurer soient parallèles aux graduations du micromètre. Les poils sont absents, donc aucune mesure ne pourra être faite.



**Figure 27** : pilosité

### **-La coloration :**

les faux bourdon sont fixées sur leur face ventrale. On étire le deuxième tergite qui se trouve toujours engagé sous le premier tergite.

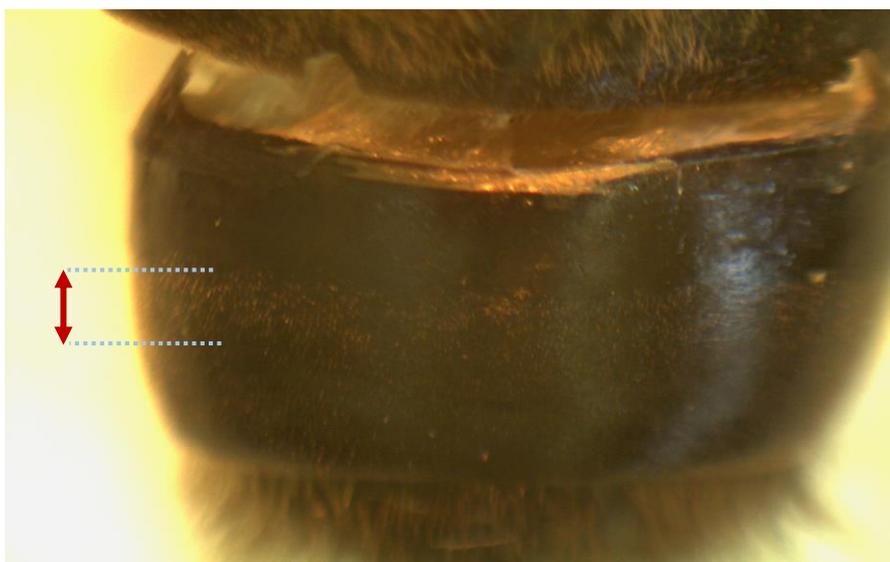
Cette mesure consiste à évaluer la largeur d'une bande jaune se trouvant à l'extrémité supérieure du deuxième tergite : cette bande jaune elle est absente, donc aucune mesure ne pourra être faite.



**Figure 28** : coloration

### **-le tomentom :**

se mesure en maintenant la même position de faux bourdon que dans le cas de la coloration. On étire le corps pour rendre visible le quatrième tergite sur lequel on mesure la largeur du tomentum.



**Figure 29** : tomentum

### II.7. Analyse statistiques :

Les résultats ont été apportés sur fichiers Excel. Pour l'analyse statistique nous avons utilisé le Logiciel (statviov), on a utilisé le teste Z pour calcul la corrélation entre les stations et l'analyse ANOVA pour la comparaison entre les stations.

#### **-Principe du test de corrélation :**

Les tests de corrélation sont utilisés pour mesurer et tester la corrélation linéaire entre deux variables quantitatives, qualitatives ordinales, voire même binaires. Le Logiciel (statviov) propose un coefficient de corrélation le plus classique pour mesurer et tester l'intensité de la relation linéaire entre deux variables par l'utilisation de la loi du Pearson ; La Corrélation de Pearson est la covariance des variables comparées, standardisées par les variances, ou ce qui revient au même, covariance calculée sur les données centrées-réduites.

Les coefficients de corrélation varient entre -1 et 1. Une valeur positive indique une corrélation positive, c'est-à-dire à toute augmentation au niveau de X correspond une augmentation au niveau de Y. Les deux variables varient dans le même sens et avec une intensité similaire. Exemple : le poids des faux bourdons et le nombre des spermatozoïdes dans la station de Chiffa (figure44).

Une valeur négative reflète une corrélation négative, c'est-à-dire à toute augmentation au niveau de X correspond une diminution au niveau de Y. Les deux variables varient dans deux sens opposés et avec une intensité similaire.

Une valeur proche de zéro reflète l'absence d'une corrélation linéaire (absence de relation linéaire entre les variables X et Y).

Le calcul : Le coefficient r de Bravais-Pearson entre deux variables X et Y se calcule à partir de la covariance et des écart-types en appliquant la formule suivante :

$$r_{x,y} = \frac{COV_{x,y}}{s_x \times s_y}$$

Avec :

$$COV_{X,Y} = \frac{\sum_i (x_i - m_x)(y_i - m_y)}{n}$$

La significativité de coefficient de corrélation dépend de la valeur de p (seuil de significativité) :

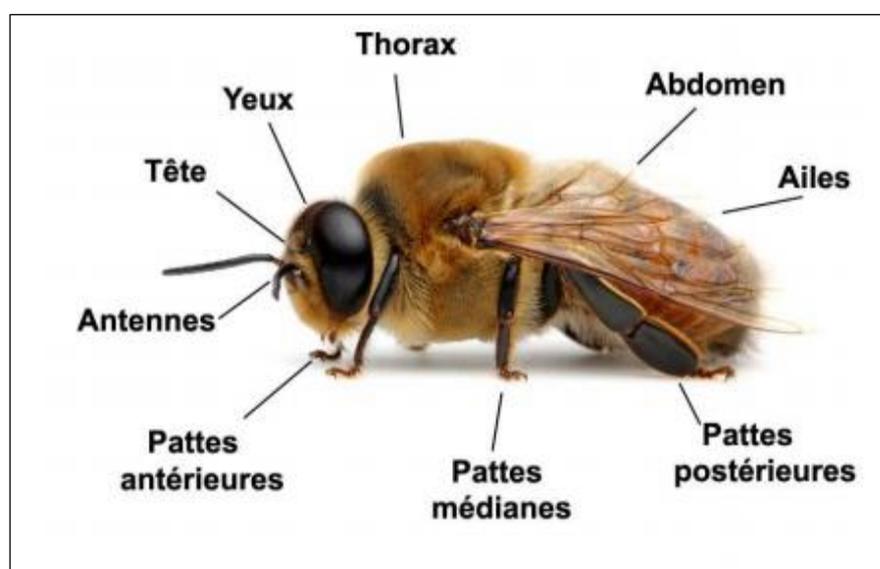
p<0.05 corrélation significative.

p<0.01 corrélation très significative.

p<0.001 corrélation hautement significative.

## I.1.1. Description :

Le faux-bourdon est le mâle des abeilles domestiques, c'est le plus gros insecte de la colonie. Il est trapu et son thorax est couvert de poils. Il est reconnaissable par sa tête surmontée de deux gros yeux globuleux et équipée d'une paire d'antennes, son abdomen est arrondi, son vol est assez bruyant et disgracieux. Son rôle principal est de transmettre le patrimoine génétique de sa mère lors de la fécondation. (Seyfarth.W 2010).



**Figure 01** : morphologie de faux bourdon (Seyfarth W, 2010)

Les faux-bourdons sont produits à partir d'œufs non fertilisés (haploïdes), qui ne possèdent qu'une moitié du génome de la reine (Winston, 1987). Leur développement est d'une durée totale de 24 jours ; soit 3 jours au stade d'œuf, 6 jours de stades larvaires alimentés par les abeilles nourrices et environ 15 jours pour les stades pré-pupal et pupal (Page et Peng, 2001). Les faux-bourdons ne participent pas à la collecte de nectar et de pollen. Leurs deux seuls rôles connus sont la fécondation des reines vierges ainsi que la participation à la thermorégulation à l'intérieur de la colonie (Harrison, 1987). Les faux-bourdons se nourrissent de pollen et de miel dans les alvéoles en périphérie de la ruche (Moritz et Neumann, 1996).

La production des faux-bourçons au sein de la colonie varie selon la saison (Rowland et McLellan, 1987) ; selon la saison et le climat, la colonie comporte 0 à 6000 mâles également appelés faux bourçons (BUCHLER et al, 1992).

### **I.1.2. Cycle biologique :**

La détermination de la caste dépend de trois choses : du type d'œuf (fécondé ou non fécondé), de la nourriture donnée aux larves et du type de cellule dans laquelle l'œuf a été pondu. Le faux-bourçon, lui, est issu d'un œuf non fécondé pondu dans une cellule de mâle. Une fois pondu, un mâle met vingt-quatre jours à se développer en passant par quatre stades (Seyfarth W, 2010).

#### **I .1.2.1. Stade œuf :**

Du premier au troisième jour, l'œuf se développe dans la cellule, il pèse à sa ponte 0,16 mg (Seyfarth W, 2010) Les œufs sont blanchâtres, cylindriques, de forme ovale allongée et mesurent 1-1,5 x 0,5 mm, Ils ont d'abord une disposition verticale au fond des alvéoles, puis oblique et finalement horizontale vers le 3ème jour. L'œuf éclot 3 jours environ après la ponte pour les 3 castes d'abeilles, et donne lieu à une larve de premier stade pesant 0,1 mg (Alberti et Hänel, 1986 ; Winston, 1993).

#### **I .1.2.2. Stade larvaire :**

Le quatrième jour, l'œuf éclot pour prendre la forme d'une larve qui sera nourrie les trois premiers jours à la gelée royale, ensuite à la bouillie larvaire jusqu'à l'operculation qui sera bombée, et qui aura lieu le dixième jour. La larve se développera jusqu'au treizième jour au cours duquel, elle va sécréter son cocon à l'aide de ses glandes séricigènes et l'appliquer contre les parois de l'alvéole en réalisant de nombreuses rotations sur elle-même pour terminer sur le dos, la tête dirigée vers l'opercule (Seyfarth W, 2010). Le tissage du cocon prend fin 33 à 36 heures de post-operculation chez l'ouvrière, 48 à 52 heures de post-operculation chez le faux-bourçon (Donzé, 1995 ; Donzé et Guérin, 1994 ; Donzé et al. 1998a ; Jay, 1964 ; Snodgrass, 1956).

Après la fin du tissage du cocon, mais avant la mue nymphale (ou nymphose), la larve entre dans le stade prénympal. Ce stade a une durée de 50 heures. La prénymphe s'immobilise sur le dos, la zone anale orientée vers la base de l'alvéole, la tête vers l'opercule. Au début du stade prénympal et pour une période d'environ 6 à 10 heures, la prénymphe étend et raccourcit ses segments, et ainsi se meut d'avant en arrière (Alberti et Hänel, 1986 ; Donzé, 1995 ; Jay, 1963 ; Rembold et al. 1980).

## CHAPITRE I : Donnée bibliographique

Un œuf de mâle voit son poids multiplié par 2300 pendant le stade larvaire, beaucoup plus que l'ouvrière (900 fois) ou la reine (1700 fois). D'où la nécessité d'une nourriture riche et abondante et d'un soin constant de la part des ouvrières (Fukuda et Sakagami 1968).

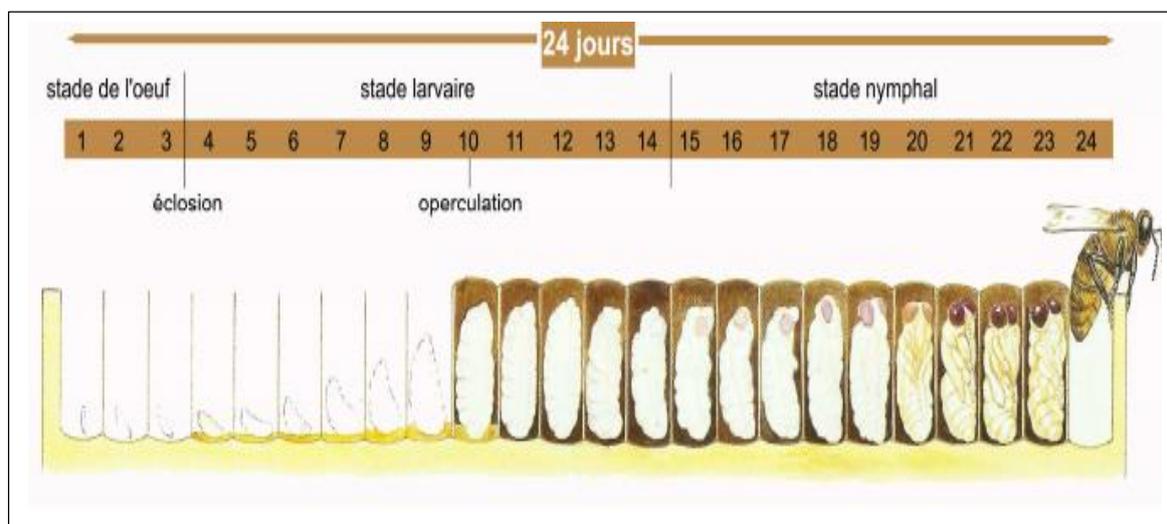
### I .1.2.3. Stade nymphale :

Le quatorzième jour celle-ci se transformera en nymphe et continuera son développement Jusqu'au vingt-quatrième jour. Les yeux commenceront à changer, de couleur dès le seizième jour (allant du, rose très clair au violet foncé le vingt quatrième, jour). Les ailes apparaitront à partir du seizième jour et prendront leur aspect définitif le vingt-troisième jour. La pilosité sera présente dès les vingt troisième jours (Seyfarth W, 2010).

### I .1.2.4. Stade insecte parfait :

Le vingt-quatrième jour l'opercule de la cellule sera ouvert par son occupant et donnera naissance à l'insecte parfait. Le jour de sa naissance, le faux-bourdon pèsera entre 200 et 230mg. La diminution du poids entre le stade larvaire et sa naissance est due aux déjections et à la construction du cocon. (Seyfarth W, 2010).

Il faut noter que la durée du développement peut augmenter de 1 à 4 jours en fonction de la qualité de la nourriture ou en fonction de mauvaises conditions météorologiques (température trop basse). (Seyfarth W, 2010).



**Figure 02 :** temps et stade moyen de développement (Winston « La biologie de l'abeille » ed. Nauwelaerts ou Frison-Roche 1993).

### **I .1.3. Développement de l'adulte et longévité :**

Les faux-bourçons sont prospermatogéniques ; c'est-à-dire que le développement des testicules ainsi que le processus de spermatogénèse a lieu avant l'émergence au stade de puppe (Bishop, 1920a ; Page et Peng, 2001).

Les spermatozoïdes sont produits dans les tubules des testicules durant le stade de nymphe et commencent à migrer vers les vésicules séminales lorsque les faux-bourçons ont 3 jours d'âge adulte (Woyke et Jasinski, 1978) ; les testicules dégénèrent rapidement après l'émergence du faux-bourçon puisque leur contenu est passé aux vésicules séminales. Les spermatozoïdes sont entreposés dans les vésicules séminales jusqu'à l'éjaculation. Les glandes accessoires ou glandes à mucus, produisent une partie du fluide séminal qui sera mélangé et éjaculé en même temps que les spermatozoïdes via le conduit éjaculateur (Bishop, 1920b ; Mackensen et Tucker, 1970). Le fluide séminal est hautement protéiné et représente une source d'énergie pour les spermatozoïdes et contribuerait également à la capacitation et à la conservation de ceux-ci (Chen, 1984).

À maturité, chaque faux-bourçon produit entre 1.50 et 1.75  $\mu\text{L}$  de sperme contenant environ 11 millions de spermatozoïdes (Woyke, 1960). Les vésicules séminales sont remplies de sperme et le développement de la glande à mucus est complété (Rhodes, 2008). Un grand nombre de faux bourçons âgés de 10 jours sont capables d'érection, mais la faculté d'érection sera à son maximum vers le douzième jour et la semence mûre du mâle n'est généralement pas disponible avant au moins le douzième jour (Ruttner 1976).

Les mâles vivent en moyenne 21 à 32 jours au printemps et jusqu'à la moitié de l'été. Cependant des moyennes de longévité de 14 jours et des maxima moyen de 43 jours ont été notées ; Leur longévité dépendra essentiellement des conditions d'élevage et des conditions atmosphériques saisonnières. Pendant la seconde moitié de l'été et l'automne, les mâles peuvent vivre jusqu'à 90 jours, mais en fin de saison apicole, ils sont généralement expulsés de la colonie, et peu ou pas de mâles survivent à l'hiver (Fukuda et Ohtani 1977). La longévité des faux bourçons en totale liberté est de 54 jours en moyenne (Howell et Usinger, 1933).

### **I .1.4. Organes reproducteurs :**

L'organe reproducteur du faux-bourçon est l'endophallus et consiste en un long tube à l'intérieur de l'abdomen composé principalement du bulbe, des cornules, du canal éjaculateur et

## CHAPITRE I : Donnée bibliographique

des plaques chitineuses (figure). Les glandes à mucus, les vésicules séminales et les testicules sont rattachés à l'endophallus par le canal éjaculateur.

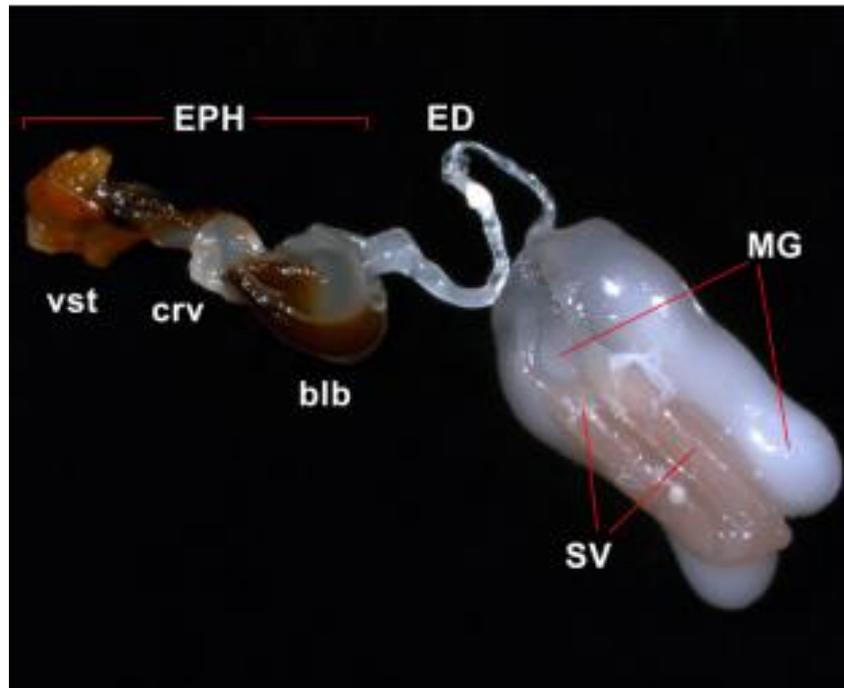


Figure 03: Anatomie de l'appareil reproducteur du faux-bourdon. EPH : endophalus ,blb :bulbe,crv : cervix , vst : vésicule séminale ,ED : canal éjaculateur, MG :glandes à mucus ,SV :vésicules séminales (H.V. Gençer et al.2014).

## **I.2.1. L'impotence d'Elevage des mâles :**

L'élevage des faux bourdons est un facteur souvent sous-estimé, les mâles doivent bénéficier des mêmes soins que les reines à élever. Si pendant leur production les colonies s'affaiblissent, les larves seront mal nourries et resteront bien chétives et même stériles, ceci se remarque particulièrement bien lors de récolte du sperme pour l'insémination artificielle. Guth (1987).

## **I.2.2. Quantité des mâles nécessaires :**

Il faut toujours prévoir beaucoup plus de faux bourdons que nécessaires. Sachant qu'une reine a besoin d'une vingtaine de mâles pour son vol nuptial, avec un cadre à mâles Dadant, vous disposerez de plus ou moins 2000 mâles c'est-à-dire de quoi féconder une centaine de reines. Cette quantité est purement théorique car beaucoup de mâles n'attendront pas leur maturité sexuelle, d'autres fréquenteront des aires de congrégation trop éloignées et pour les moins chanceux, ils serviront de repas à certains oiseaux qui en font une consommation abondante. (Seyfarth W, 2010).

## **I.2.3. 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).

## **I.2.4. Le cadre à mâle :**

Pour faire un cadre à mâles, il vous suffit de couper une cire gaufrée au 2/3 et de la fixer sur un cadre. Vous placerez celui-ci en bordure de couvain et les abeilles le bâtiront aux 2/3 supérieurs en cellules d'ouvrières et au 1/3 inférieur en cellules de mâles. Vous pourrez aussi utiliser des cires à mâles vendues dans le commerce. Une cire à mâles représente 650 cellules/dm<sup>2</sup> contre 800 cellules/dm<sup>2</sup> pour une cire d'ouvrières (Seyfarth W, 2010).



**Figure 04 :** Cadre à mâles gaufré.  
(Seyfarth W, 2010).

### **I.2.5. L'élevage naturel des mâles :**

Au printemps environ trois semaines avant la période d'essaimage la reine âgée de onze mois au moins, commence à pondre les œufs non fécondés qui donneront naissance à des mâles, ceux-ci arrivent ainsi à pleine maturité sexuelle à la naissance des jeunes reines (Huber 1972).

### **I.2.6. Elevage artificiel du mâles :** (guide d'élevage ITELVE 2003).

Trois méthodes sont retenues pour l'élevage des mâles :

**-Méthodes avec grille à reine :** L'élevage se fait dans la hausse.

La méthode consiste à chasser toutes les abeilles on introduit, la pochette munie de cadre d'élevage de mâle avec la reine, plus des cadre de couvain : fermé ou ouvert et provision ; la reine confinées dans la pochette pondra dans l'alvéole mâle. Après leur naissance, les mâles ne pourront pas quitter la hausse ce qui facilitera d'indiquer leur âge.

**-Méthodes avec pochette isolatrice :**

Elle consiste à introduire la pochette isolatrice munie de cadre d'élevage et la reine dans la colonie, la colonie doit être forte, la production et l'entretien ultérieur du couvain des mâles peuvent se dérouler dans des colonies différentes :

-Confiner la reine avec le rayon à cellules de mâles dans une enceinte confectionnées avec une grille à reine.

-La reine doit s'séjourner deux à trois jours sur le rayon, la ponte ne déboutera que lentement.

-la colonie éleveuse doit être forte.

Méthode son pochette isolatrice :

Même méthode que la précédente, sauf que dans la colonie elle est préconisées au printemps ou l'élevage de mâle est facilement accepté.



## I.3.1 Évaluation de la production et de la qualité du sperme :

Les problèmes de fécondité rencontrés chez les reines de l'abeille domestique ont incité des chercheurs à vérifier s'il existe des problèmes au niveau de la quantité et de la qualité des spermatozoïdes (Woyke et Jasinsky, 1978; Rhodes et al. 2010; Schluns et al. 2003; Collins, 2000). Plusieurs tests ont été développés afin d'évaluer l'intégrité fonctionnelle et structurelle des spermatozoïdes de l'abeille domestique (Nur et al. 2012).

Il est commun d'utiliser le nombre de spermatozoïdes ayant migré jusqu'à la spermathèque de reines inséminées artificiellement comme indice de la qualité du sperme (Collins, 2000; Harbo et Williams, 1987; Woyke et Jasinsky, 1978). D'autres études, moins nombreuses, se sont penchées sur l'évaluation des qualités intrinsèques du sperme sans l'utilisation de l'insémination artificielle (Collins et Donoghue, 1999; Rhodes, 2008; Schluns et al, 2003). Pour se faire, le sperme est prélevé directement chez le faux-bourdon. Les principaux tests utilisés visent à évaluer le volume de sperme, le nombre de spermatozoïdes produits par mâle, la viabilité ainsi que la motilité des spermatozoïdes.

## I.3.2 Volume de sperme :

Le volume de sperme du faux-bourdon peut être obtenu de plusieurs façons, les deux techniques les plus utilisées étant la dissection des vésicules séminales et l'éversion manuelle de l'endophallus (Collins, 2004; Locke et Peng 1993; Rhodes, 2008). Lorsque le faux-bourdon subit une pression sur le thorax ou est exposé aux vapeurs d'éther ou de chloroforme ou est décapité, le sperme passe des vésicules séminales au bulbe de l'endophallus (Laidlaw 2008; Woyke et Jasinsky, 1978). Le sperme peut ensuite être prélevé directement de l'endophallus du faux bourdon à l'aide d'une seringue d'insémination (Mackensen et Tucker, 1970; Laidlaw 2008). Le lavage de l'endophallus éversé, méthode développée par Kaftanoglu et Peng (1984), permet la récolte du sperme sans l'utilisation d'une seringue d'insémination (Collins, 2004), mais ne permet pas d'obtenir le volume de sperme produit par le mâle. Le tableau présente le volume moyen de sperme prélevé par faux-bourdon selon différentes études.

**Tableau N 01:** Volume de la semence prélevé par différentes études.

Volume moyen de sperme ( $\mu$ l) $\pm$ erreur type	Étendue	Nombre de faux-bourdons	Références
1.01 $\pm$ 0.02	nd	30	Gençer et Kahya (2011)
1.09 $\pm$ 0.04	0.72 – 1.12	504	Rhodes et al. (2010)

## CHAPITRE I : Données Bibliographique

0.95	0.48 – 1.67	nd	Collins et Pettis (2001)
1.70	1.50 – 1.75	78	Woyke (1960)

Les techniques d'éversion manuelle et de dissection des vésicules séminales sont les techniques les plus fréquemment employées afin d'obtenir des indices de qualité et de quantité du sperme du faux-bourdon. L'évaluation du volume de sperme produit par le mâle est importante puisque l'on sait que l'efficacité de la migration des spermatozoïdes est dépendante de la quantité de sperme (Cobey, 2007). De plus, les travaux de Schluns et al. (2004) montrent que le nombre de descendants d'un faux-bourdon augmente avec un plus grand volume de sperme.

Nombre des spermatozoïdes :

La durée de la vie reproductive de la reine est fortement dépendante du nombre de spermatozoïdes qu'elle aura acquis durant l'unique période de copulation avant le début de la période active de ponte (Harbo, 1979). Tout comme pour l'évaluation du volume de sperme, le nombre de spermatozoïdes peut être obtenu directement des vésicules séminales ou après éversion manuelle de l'endophallus.

Des études précédentes ont montré que le nombre de spermatozoïdes produits chez les faux-bourdons matures est hautement variable (Gençer et Kahya, 2011; Koeniger et al. 2005). Les estimations du nombre de spermatozoïdes par faux-bourdon varient de 1 à 30 millions de spermatozoïdes (tableau 4). Selon Koeniger et al. (2005), la grande variabilité retrouvée pourrait être expliquée en partie par les méthodes de compte des spermatozoïdes qui diffèrent selon les études.

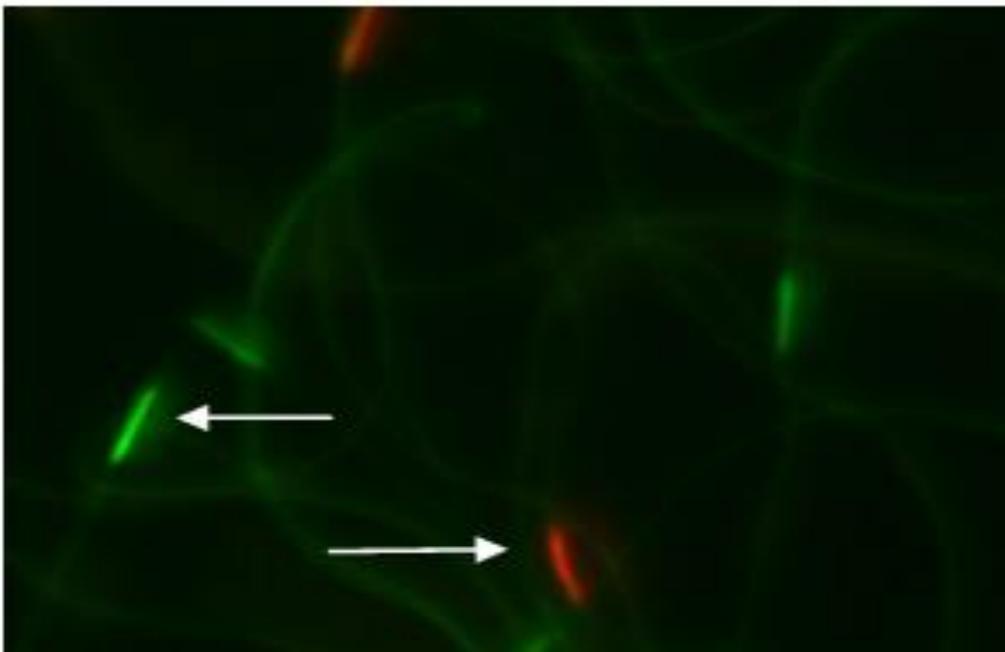
**Tableau N 02:** nombre de spermatozoïdes récolté par différentes méthodes.

Nombre de spermatozoïdes moyen/faux-bourdon ± erreur type	Étendue	Nombre de faux-bourdons	Technique utilisée	Référence
1.47 x10 <sup>6</sup>	Nd	110	Éversion manuelle	Nur et al. (2012)
7.32 ± 0.11 x10 <sup>6</sup>	nd	30	Éversion manuelle	Gençer et Kahya (2011)
9.19 ± 0.46 x10 <sup>6</sup>	1.09 – 30.31 x10 <sup>6</sup>	83	Dissection des vésicules séminales	Schluns et al. (2003)

## I.3.3 Viabilité des spermatozoïdes :

Les travaux de Collins et Donoghue (1999) ont permis de valider l'utilisation des colorants à fluorescence (SYBR-14, Calcéine-AM et l'iodure de propidium) déjà utilisés pour obtenir la viabilité des spermatozoïdes chez les mammifères (Garner et Johnson, 1995) et les oiseaux (Chalah et Brillard, 1998) afin d'obtenir la viabilité des spermatozoïdes de faux-bourçons. Le SYBR-14 et la Calcéine-AM sont des colorants qui ont la capacité d'infiltrer les membranes plasmiques des spermatozoïdes et de colorer l'ADN ; les cellules vivantes apparaissent vertes en microscopie à fluorescence (figure) (Collins et Donoghue, 1999).

L'iodure de propidium pénètre les membranes plasmiques détériorées des spermatozoïdes morts, et en microscopie à fluorescence ils seront colorés rouge.



**Figure 05 :** Fluorescence des têtes de spermatozoïdes traités aux colorants SYBR-14 (qui colore en vert les gamètes vivants) et iodure de propidium (qui colore en rouge les gamètes morts). Observation faite à 400x (crédit photo : Andrée Rousseau).

Collins (2004) a identifié la méthode de prélèvement du sperme comme étant le facteur affectant le plus la viabilité des spermatozoïdes d'abeilles collectés pour l'insémination artificielle des reines. Les spermatozoïdes sont sensibles à la contamination bactérienne (Andere et al. 2011) et cette contamination peut réduire significativement la viabilité (Locke et Peng, 1993). Locke et

Peng (1993) ont mesuré une diminution significative de la viabilité des spermatozoïdes avec l'augmentation de l'âge : la viabilité maximale mesurée de 86.2% est atteinte à l'âge de 2 semaines alors que pour les faux-bourçons de 4 à 6 semaines, la viabilité des spermatozoïdes diminue progressivement jusqu'à 81.4-80.1%.

Les résultats de Rhodes (2008) sont différents de ceux de Locke et Peng puisqu'il a observé une plus grande viabilité des spermatozoïdes des faux bourçons de 21 et 35 jours, respectivement 81.92% et 80.16% comparativement à la viabilité chez les faux bourçons de 14 jour de 77.85%.

### **I.3.4.Motilité des spermatozoïdes :**

Les spermatozoïdes sont entreposés dans la spermathèque sous forme immobile (Verma 1978). La motilité serait activée par la sécrétion des glandes spermathécales (Lensky et Schindler, 1967). Elle peut aussi être activée artificiellement par l'addition des sécrétions de la glande à mucus (aussi appelée glande accessoire), d'une solution tampon d'un pH compris entre 3.0 et 9.0 ou d'eau distillée (Lensky et Schindler, 1967).

La motilité des spermatozoïdes est essentielle au moment de l'accouplement et l'analyse du pourcentage de spermatozoïdes mobiles permet l'évaluation du potentiel de fertilisation du mâle chez plusieurs espèces (Liu et al. 1991). Chez l'abeille, la motilité spermatique est également cruciale pour la migration des spermatozoïdes jusqu'à la spermathèque de la reine (Lodesani et al. 2004; Verma 1978).

Les spermatozoïdes d'abeilles mesurent environ 230  $\mu\text{m}$  et possède une tête de 8  $\mu\text{m}$  très peu différenciables de la queue de la cellule (Rhodes, 2008). Dans le sperme non dilué ou dans un diluant propice, il est possible d'observer le mouvement ondulatoire de la masse de spermatozoïdes, caractéristique de la motilité de cellules (Lensky et Schindler, 1967). Quand les spermatozoïdes sont placés dans une solution isotonique, la tête ne peut être distinguée de la queue alors qu'en milieu hypotonique, comme dans l'eau distillée, il est possible d'observer les queues de spermatozoïdes vivants enfler par osmose (Nur et al. 2012). Lensky et Schindler (1967) ont décrit les 3 types de mouvements observés à forte densité chez les spermatozoïdes de faux-bourçons prélevés des vésicules séminales, de l'éjaculat ou de la spermathèque : le mouvement ondulatoire de masse et les mouvements individuels circulaires et de serpent. Afin d'obtenir la proportion des cellules mobiles, la méthode d'analyse standard consiste à classer les spermatozoïdes, ou un ensemble de spermatozoïdes, en classes de mouvement (Locke et Peng, 1993; Verma, 1978) allant de l'immobilité aux mouvements circulaires.



**Figure 06 :** Mouvement circulatoire des spermatozoïdes ( $\times 300$ ).

### **I.3.5. Conservation de sperme :**

Au cours de recherches sur divers méthodes de conservation du sperme on a trouvé que le sperme se conserve mieux à l'état non dilué dans des capillaires de verre soudés et conservés à la température ambiante (jusqu'à six semaines), on peut améliorer ce résultat en ajoutant un antibiotique (chlorotétracycline) pour empêcher le développement des bactéries (MAZAN 1994). Une des méthodes consiste au stockage de portions de spermes renfermées plongées dans de l'azote liquide dans ce cas, on utilise des récipients spacieux semblables à des grands thermos et dans lesquels sera rajouté de l'azote liquide à intervalles réguliers, des récipients modernes permettent une congélation de 3 mois sans recharge ; beaucoup de cabinets vétérinaires utilisent ce procédé pour l'insémination des bovins (KUHNER 1984).

Trois facteurs devront spécialement observés pour une bonne conservation :

- La vitesse de congélation.
- la composition des diluants.
- la proportion du mélange sperme diluant.

Beaucoup d'essais ont permis d'aboutir à la certitude que les spermatozoïdes survivent à ces basses température, cependant qu'une diminution de la mobilité résulte des traitements et freine le passage dans le spermathèque, malgré tous les essais, un système parfait n'a pas encore été trouvé ,(RUHNER 1984).

## CHAPITRE I : Données Bibliographique

Une étude sur le service du sperme après un entreposage de 2 ans dans l'azote liquide, Cependant la qualité diminuerait suivant la durée de conservation (KOCH et all 1989).

### I.4.1. L'importance des mesures de la biométrie des abeilles :

La biométrie revêt une importance considérable, car elle est à la base de tout programme de développement apicole. Elle vise la mesure de critères morphologiques permettant de distinguer, de classer les races entre elles et de diagnostiquer leur évolution (hybridation) CANAS S et BOSACOMA(1989).

### I.4.2. Définition de la biométrie :

On désigne par le terme biométrie, l'application de méthodes mathématiques, en particulier statistique à la description et l'analyse des données recueillies sur des caractères biologiques (ANONYME 1970).

### I.4.3. Les différentes méthodes d'analyse biométrique :

Plusieurs méthodes d'analyse biométrique ont été décrites par FRESNAYE(1981), leurs utilisations. Ainsi, le choix de la méthode d'analyse, doit être en rapport avec la finalité du projet, la précision des analyses et le temps de réalisation.

Les méthodes les plus simples coûtent moins de temps fournissent des résultats limités complexes qui exigent un temps plus grand, mais confèrent des renseignements précis.

Les moyens de la réalisation des analyses dirigent aussi le choix des méthodes. C'est ainsi que certains programmes comportant des analyses fonctionnelles exigent l'emploi de l'ordinateur. Parmi ces méthodes on distingue :

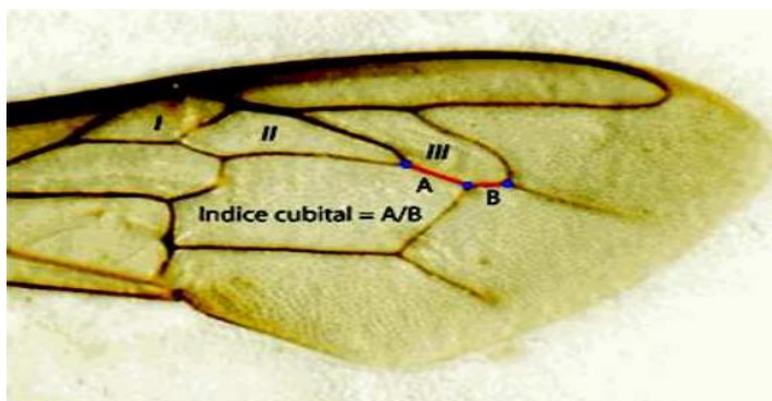
-Méthode de l'index cubital :

Cette méthode consiste en un calcul de la moyenne de l'index cubital sur une trentaine d'abeilles. C'est une méthode très simple mais sujette à l'importante erreur.

#### I.4.3.1. La méthode de cinq caractères :

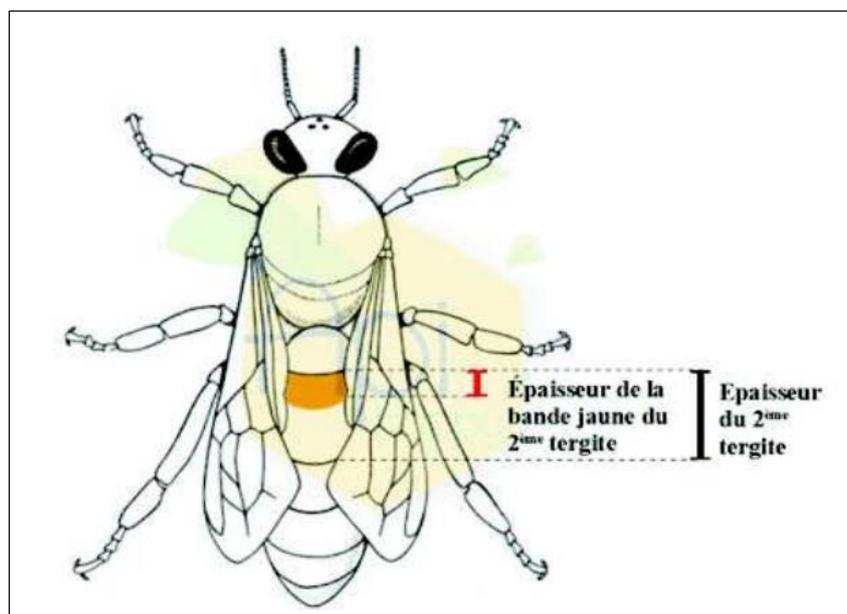
Les différents caractères à mesurer sont les suivants :

-Index cubital.



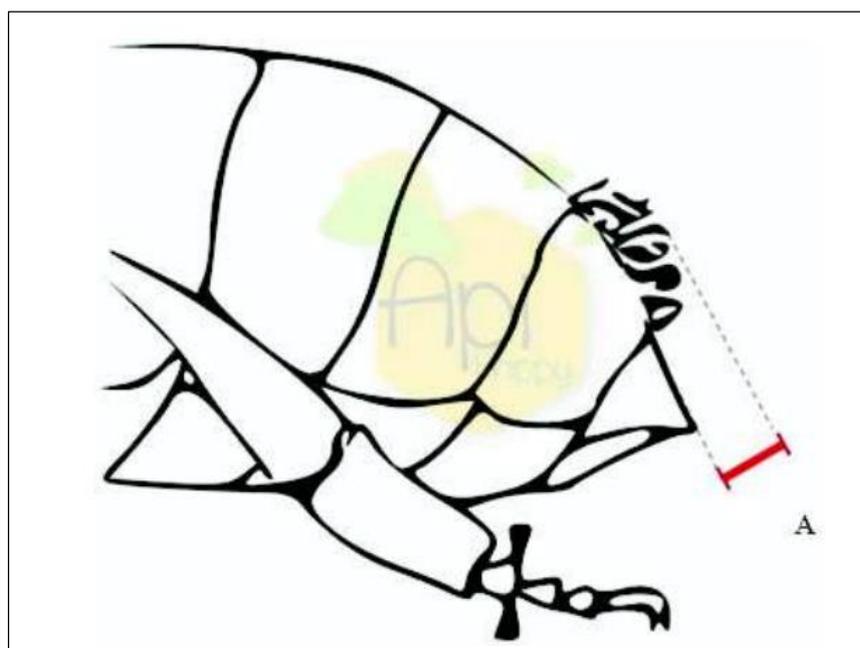
**Figure 07 :** composantes de l'index cubital de l'aile antérieure (RUTTNER et al.1978 ; RUTTNER 1988).

### Coloration du deuxième tergite :



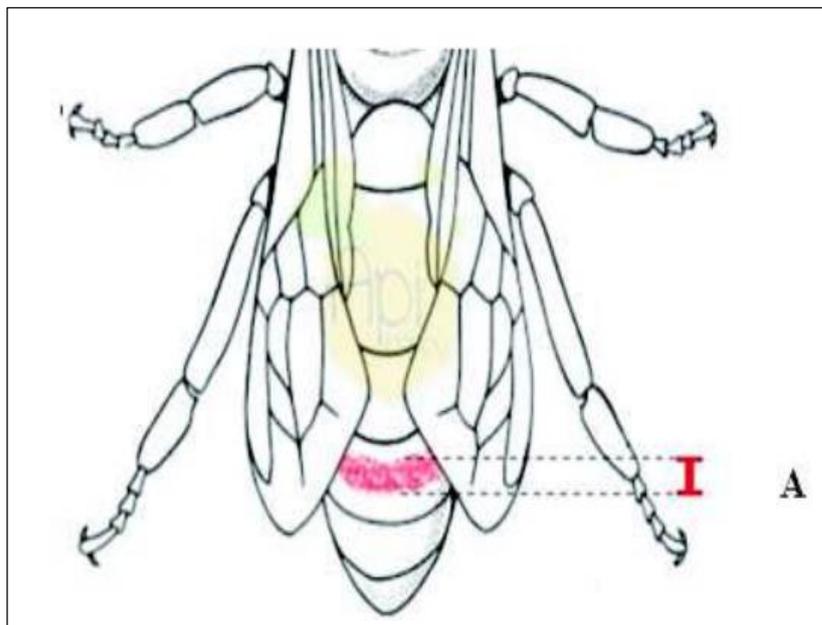
**Figure 08** : coloration : (RUTTNER et al1978 ; RUTTNER 1988).

### Pilosité du cinquième tergite.



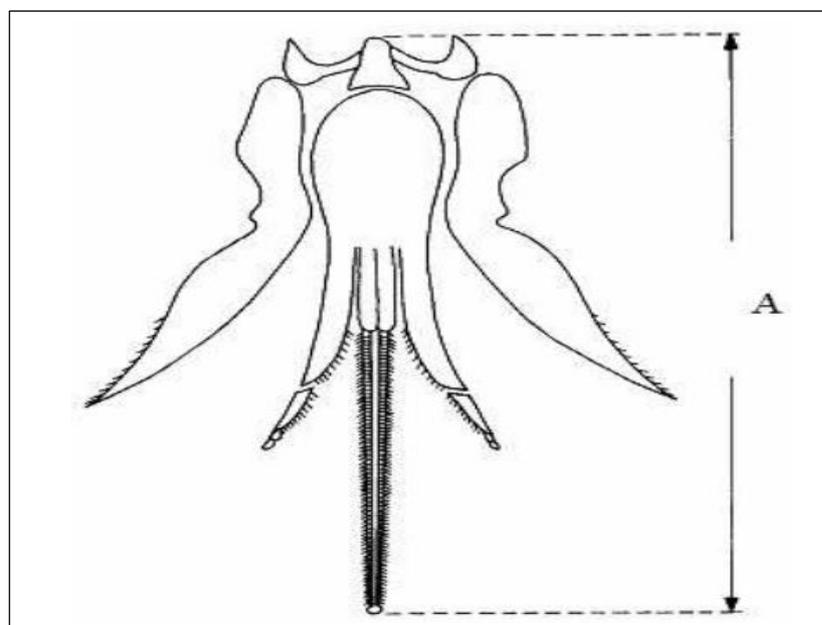
**Figure 09** : Pilosité (RUTTNER et al1978 ; RUTTNER 1988).

**Tomentum.**



**Figure 10 :** Tomentum (RUTTNER et al1978).

**Longueur de la langue.**



**Figure 11 :** langue d'une abeille ouvrière (RUTTNER 1988)

Les caractères suxités sont les plus utilisés en Europe .l'emploi de cette méthode demande un matériel optique à savoir une loupe binoculaire ou monoculaire avec un micromètre oculaire. Cette méthode nous renseigne sur la race et l'hybridation .peut aussi être utilisée dans un programme de sélection.

### **I.4.3.2. La méthode de cinq caractères analysés par ordinateur :**

Cette méthode est l'œuvre de FRESNAYE et TOMASSONE (1971). Ils ont montré l'existence de plusieurs écotypes au sein d'une population.

LOUIS et LEFEVRE(1971), ont abouti à une discrimination des colonies d'abeille appartenant à la diverses races et écotpe. CORNUET et al(1975), grâce à cette méthode, ont classé et discrimine huit race d'abeille et trois hybrides interracialiaux.

### **I.4.3.3. Méthode abeille par abeille analyse par ordinateur :**

Les caractères utilisés sont ceux de la méthode des cinq caractères. Les mesures obtenues sont traitées par ordinateur. CORNUET, FRESNAYE et LAVIE ont étudié la possibilité de discrimination parfaite des populations d'écotypes différents et partiellement des populations de même écotpe.

### **I.4.3.4. L'analyse des quarante et un caractères morphologiques :**

Cette méthode est utilisée par (RUTTNER, TASSENCOURT et LOUVEAUX ,1978).Les mesures ont été effectués abeille par abeille, les analyses sont traitées par ordinateur. L'interprétation de ces résultats durant l'examen biométrique suppose l'utilisation d'une source de comparaison.

### II.1. Présentation de la zone d'étude :

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

#### II.1.1. Sur terrain :

La première partie a été réalisée dans 03 ruchers expérimentaux privés : le premier est situé à SIDI MOUSSA. Alger (Figure 12), le deuxième rucher est situé à la pépinière des frères Dif Allah BOUFARIK sidi ayed. Blida) (Figure 13), et le troisième rucher est situé à sidi el Madani chiffa (figure 14).



**Figure 12** : station de Sidi Moussa



**Figure 13** : station de BOUFARIK. Sidi Ayed



**Figure 14** : station de Sidi El Madani. Chiffa

## CHAPITRE II : Matériel Et Méthode

Les précipitations sont abondantes mais irrégulières, notamment en automne et en hiver. Les températures sont généralement clémentes avec des pics moyens de 11.8°C et de 25.9°C respectivement. Ces données climatiques ont favorisé l'apparition d'une couverture végétale abondante et riche en variété, aussi au niveau de notre verger on trouve des : orangers, néfliers, pommiers, abricotiers, et d'autres espèces cultivées à côté de ces arbres.

Nous retrouvons également une végétation spontanée, constituée de nombreuses plantes mellifères et poulinières (oxalis, la moutarde des champs, les bouraches...).

Critères de choix de la zone d'étude :

Les deux ruchers, répondent à certains critères de choix à savoir :

- Climat et végétation favorable à une conduite apicole.
- Colonies situées dans un endroit facilement accessible.
- Loin des habitats
- Sécurité.

### II.1.2. 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 (Figure 15), et laboratoire d'ITELV de Baba Ali (figure16).



**Figure 15** : laboratoire de LBRA.



**Figure16** : laboratoire d'ITELEV.



### III.1. Résultats de poids des faux bourdons :

Les résultats des différents paramètres sont représentés sur les tableaux et les figures ci-dessous.

D'après les résultats obtenus dans le tableau N° 03, lors de pesage de 180 faux bourdons pour les trois stations (60 faux bourdons par station) durant le mois juin et Juillet. Nous avons constaté que le poids moyen des faux bourdons est de  $0,199 \pm 0,022$  gr dans la station de sidi moussa,  $0,208 \pm 0,006$  gr pour la station de Boufarik et de  $0,199 \pm 0,016$  gr dans la station de chiffa. la moyenne du poids des trois stations visité est de  $0,202 \pm 0,017$  gr.

**Tableau N 03** : statistique descriptives des poids des faux bourdons

Info. du groupe pour poids

Variable "groupe" : Colonne 1

	nombre	Moy.	Variance	Dév Std	Erreur Std
SIDI MOUSSA	60	,199	4,993E-4	,022	,003
BOUFARIK	60	,208	4,099E-5	,006	,001
CHIFFA	60	,199	2,647E-4	,016	,002

### III.2. Nombre des spermatozoïdes par faux bourdon :

Nous avons analysé la semence de 180 faux bourdons (60 faux bourdons par station), Les résultats obtenus montrent que la moyenne des spermatozoïdes des faux bourdons est de  $7,1975 \cdot 10^6 \pm 2359374,109$  spermatozoïde dans la station de Sidi Moussa,  $7,6175106 \pm 2881616,557$  spermatozoïde dans la station de Boufarik et de  $8,1125 \cdot 10^6 \pm 2795253,619$  spermatozoïde dans la station de chiffa. La moyenne de nombre des spermatozoïdes des trois stations est de  $7,6425 \cdot 10^6 \pm 2699593,778$  spermatozoïde.

Ces valeurs est proche de celle rapportée par Gençer et Kalya(2011), qui est de 7320000 spermatozoïdes, (même technique de récolte).

**Tableau N 04** : statistique descriptives des nombre de spermatozoïdes par faux bourdons.

Info. du groupe pour Nbre sperm

Variable "groupe" : Colonne 1

	nombre	Moy.	Variance	Dév Std	Erreur Std
SIDI MOUSSA	60	7197500,000	5,567E12	2359374,109	304593,888
BOUFARIK	60	7617500,000	8,304E12	2881616,557	372015,098
CHIFFA	60	8112500,000	7,813E12	2795253,619	360865,691

## III.3. Caractérisation biométriques des faux bourdons :

### III.3.1. L'index cubital :

Nous avons indiqué que la moyenne de l'index cubitale chez les faux bourdons de la station de sidi moussa est de  $1.329 \pm 0.305$  mm, celle de Boufarik elle est de  $1.779 \pm 0.449$  mm, Et la station de chiffa a une moyenne de  $1.408 \pm 0.356$  mm.

Le caractère de l'index cubital présente une moyenne de  $1,5056 \pm 0,4215$  mm.

**Tableau N 05 :** statistique descriptives des mesures de l'index cubitale.

Info. du groupe pour a/b

Variable "groupe" : Colonne 1

	nombre	Moy.	Variance	Dév Std	Erreur Std
SIDI MOUSSA	60	1,329	,093	,305	,039
BOUFARIK	60	1,779	,202	,449	,058
CHIFFA	60	1,408	,126	,356	,046

### III.3.2. Le segment R :

La moyenne de segment R des faux bourdons pour la station de sidi moussa est de  $5,763 \pm 0.184$  mm. Nous avons indiqué que la moyenne de La station de Boufarik est de  $5.600 \pm 0.761$  mm et pour la station de chiffa à une moyenne de segment R de  $5,895 \pm 0.223$  mm, La moyenne de segment R chez les faux bourdons des trois stations est de  $5, 7526 \pm 0,4828$  mm.

**Tableau N 06 :** statistique descriptives des mesures de segment R.

Info. du groupe pour R

Variable "groupe" : Colonne 1

	nombre	Moy.	Variance	Dév Std	Erreur Std
SIDI MOUSSA	60	5,763	,034	,184	,024
BOUFARIK	60	5,600	,579	,761	,098
CHIFFA	60	5,895	,050	,223	,029

### III.3.4. Tomentum :

L'examen du tableau ci-dessus montre que la moyenne du tomentum des faux bourdons de la station sidi moussa est de  $0.956 \pm 0.184$  mm, pour la station de Boufarik est de  $1.043 \pm 0.111$  mm, et la station de chiffa a une moyenne du tomentum  $1.033 \pm 0.161$  mm. Parmi les 180 tomentum mesuré leur moyenne de  $1,0105 \pm 0,1590$  mm.

## CHAPITRE III : Résultats Et Discussion

**Tableau N 07** : statistique descriptives des mesures de tomentum.

Info. du groupe pour tom

Variable "groupe" : Colonne 1

	nombre	Moy.	Variance	Dév Std	Erreur Std
SIDI MOUSSA	60	,956	,034	,184	,024
BOUFARIK	60	1,043	,012	,111	,014
CHIFFA	60	1,033	,026	,161	,021

### III.3.5. La longueur de la langue :

La moyenne de la longueur de la langue chez les faux bourdons pour la station de sidi moussa est de  $3,226 \pm 0,461$  mm. Celle de la station de chiffa est de  $3,083 \pm 0,422$  mm et la station Boufarik à une moyenne de  $2,903 \pm 0,421$  mm. La moyenne de la longueur de la langue chez les faux bourdons des trois stations est de  $3,0709 \pm 0,4522$  mm.

**Tableau N 08** : statistique descriptives des mesures de la longueur de la langue.

Info. du groupe pour lang

Variable "groupe" : Colonne 1

	nombre	Moy.	Variance	Dév Std	Erreur Std
SIDI MOUSSA	60	3,226	,212	,461	,059
BOUFARIK	60	2,903	,177	,421	,054
CHIFFA	60	3,083	,178	,422	,054

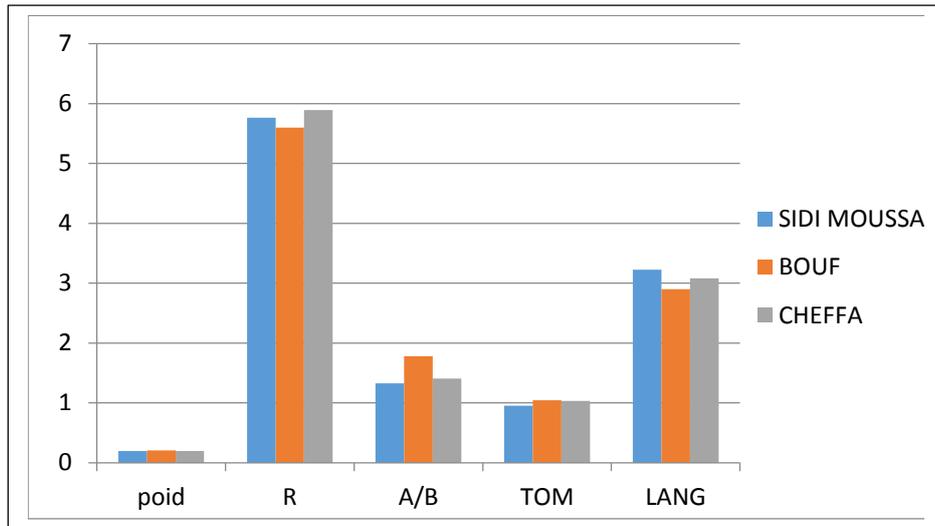
### III.4. Comparaison entre les stations :

L'utilisation de l'analyse statistique pour exploiter les résultats montre qu'il existe des différences hautement significatives pour les mensurations de poids et le segment R des faux bourdons, entre Boufarik et les deux autres stations ( $p < 0.001$ ), (tableau N°09 et N°06) et une différence très significative concernant les caractères de l'indice cubitale entre Boufarik et Sidi moussa. Les résultats du tomentum entre Boufarik et les deux autres stations sont de différence significative ( $p < 0.01$ ), (tableau N°11), par contre les valeurs de la longueur de la langue et le nombre de spermatozoïdes ne présentent aucune différence significative entre toutes les stations. (Tableau N°08 et N°10).

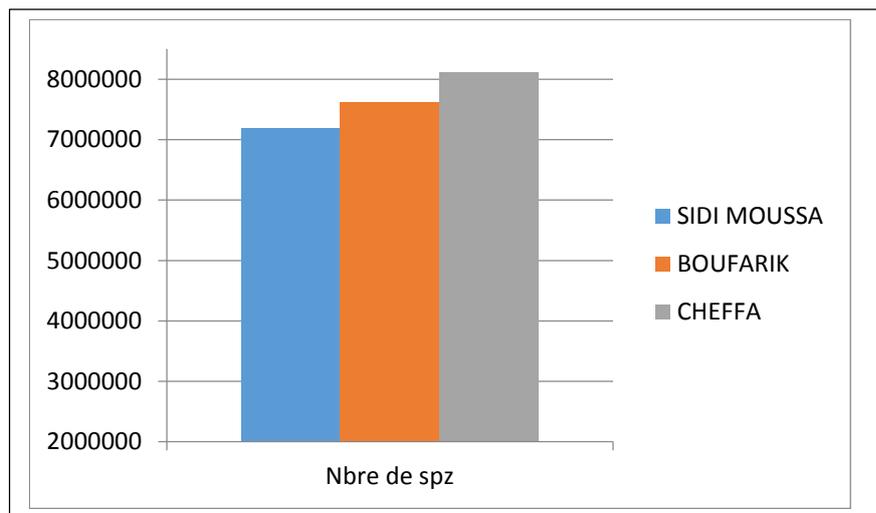
Cependant nous avons noté que les faux bourdons de la station de chiffa ont le nombre des spermatozoïdes le plus important par rapport aux deux autres stations qui est due à plusieurs paramètres comme l'alimentation et la saison ; de précédentes études on montre que élevages des faux bourdons dépend fortement des ressources alimentaires disponibles (Boes et al.2010) et que la qualité des faux bourdons varie durant la saison apicole (Rhodes et al.2010).

## CHAPITRE III : Résultats Et Discussion

Il faut reprendre ces travaux avec des effectifs plus importants.



**Figure 30** : histogramme de comparaison des différents paramètres étudiés.



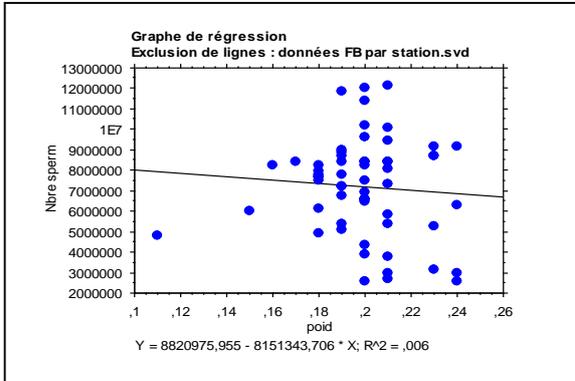
**Figure 31** : histogramme de comparaison des moyennes de nombre de spermatozoïdes entre les stations.

### III.5. Etude des corrélations :

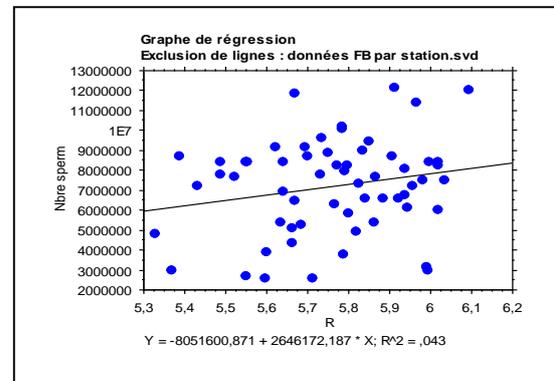
Les corrélations obtenues pour les variables prises deux à deux pour l'étude comparative entre les trois stations, L'examen des matrices de corrélation montrent qu'il existe des corrélations positives et des corrélations négatives. Parmi ces corrélations on observe des corrélations justes significatives et des corrélations hautement significatives. (Voir tableau N°15, N°16, N°17 annexe 2).

## III.5.1 Station de sidi moussa :

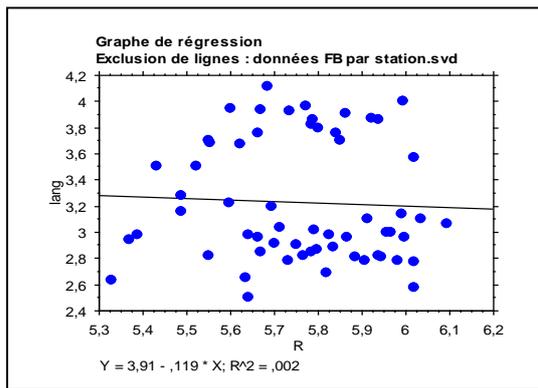
D'après les résultats (figure N°32, N°33, N°34, N°35 N°36), des faibles corrélations avec probabilité non significative ont été constatée.



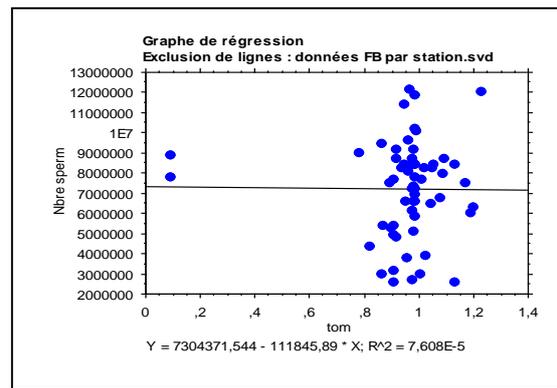
**Figure 32 :** corrélation entre nombre de spermatozoïdes et le poids



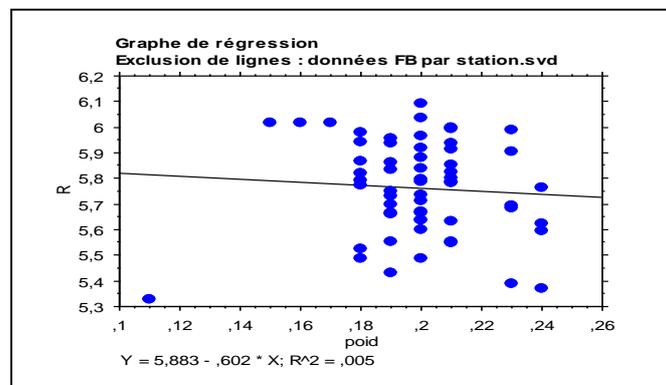
**Figure 33 :** corrélation entre le nombre de spermatozoïdes et le segment R



**Figure 34 :** corrélation entre la longueur de la langue et Le segment R



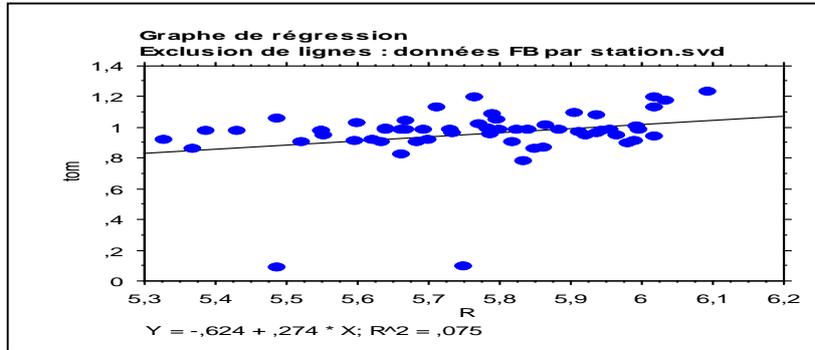
**Figure 35 :** corrélation entre le nombre de spermatozoïdes et la tomentum



**Figure 36 :** corrélation entre le poids et le segment R

## Corrélation entre le tomentum et le segment R :

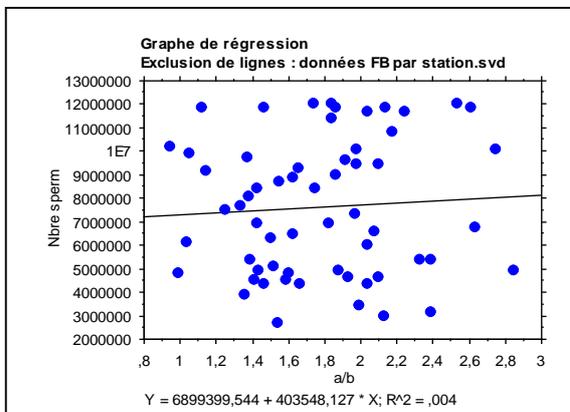
D'autre part il y a lieu de signaler que le tomentum est corrélé significativement avec le segment R ( $r = 0.275 / P = 0.0333$ ). (Figure 37).



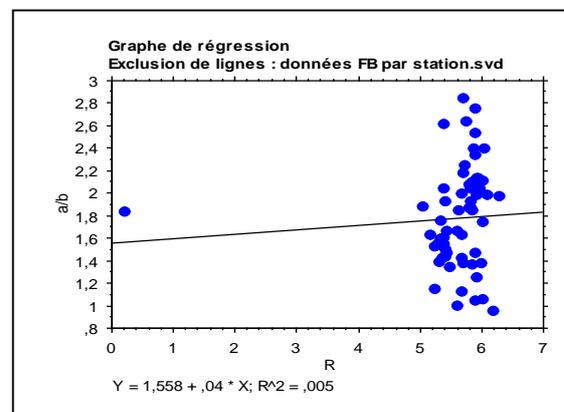
**Figure 37** : corrélation entre le tomentum et le segment R

## III.5.2. Station de Boufarik :

D'après les résultats obtenus dans les figures suivantes, nous avons constaté de faibles corrélations non significatives dans la station de Boufarik.

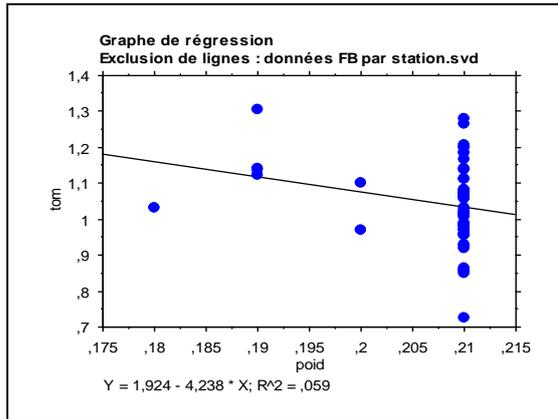


**Figure 38** : corrélation entre le nombre des spermatozoïdes et l'index cubitale.

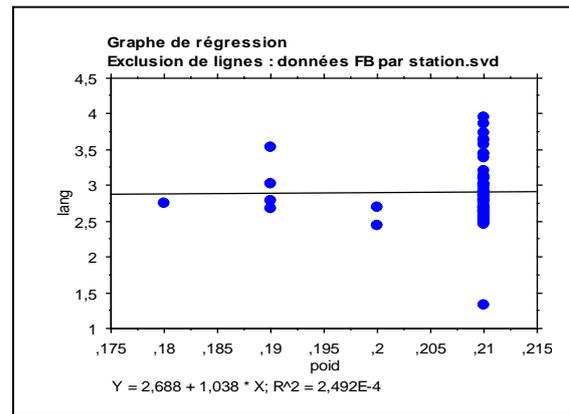


**Figure 39** : corrélation entre le segment R et l'index cubitale.

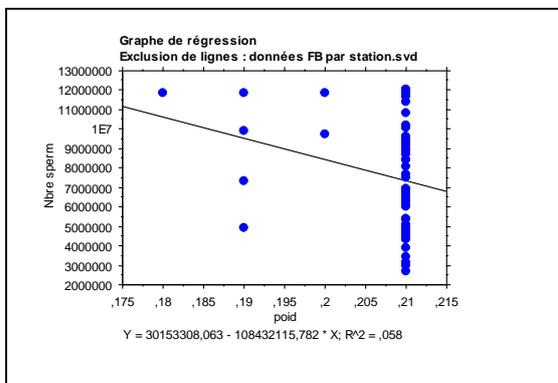
## CHAPITRE III : Résultats Et Discussion



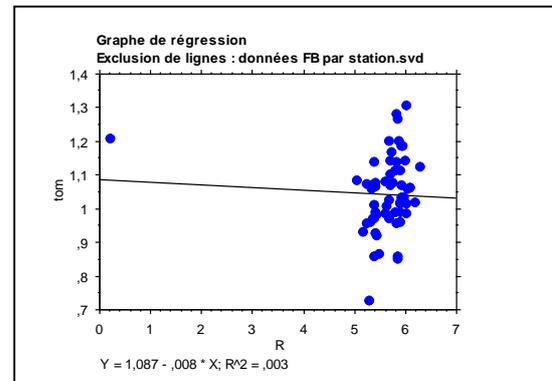
**Figure 40 :** corrélation entre le poids et le tomentum.



**Figure 41 :** corrélation entre le poids et la longueur de la langue.



**Figure 42 :** corrélation entre le poids et le nombre spermatozoïdes



**Figure 43 :** corrélation entre le segment R et le tomentum

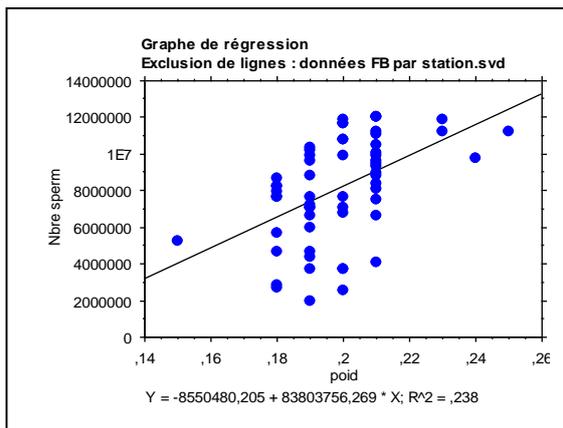
Les faibles corrélations non significatives dans la station de sidi moussa et la station de Boufarik est due à l'influence de l'alimentation sur la qualité reproductive des faux bourdons et aussi l'influence de la saison.

La supplémentation alimentaire est nécessaire pour le maintien de la colonie dans la période de sécheresse à cause de carence en pollen, les éleveurs des deux stations administrent un sirop composé de 50% de sucre rouge non raffiné et 50% d'eau à l'alimentation des colonies ; cette supplémentation ne répond pas aux besoins des faux bourdons et qui influence directement sur le nombre des spermatozoïdes.

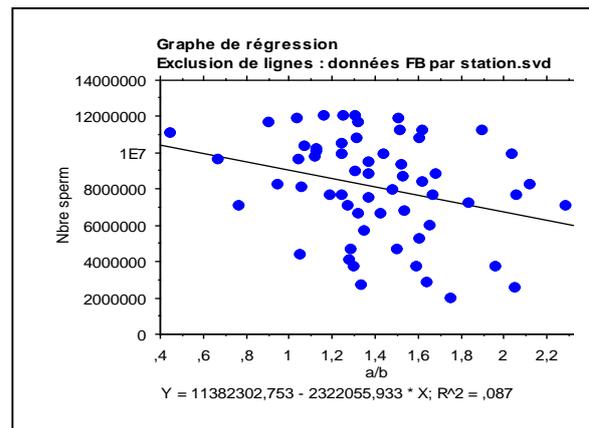
## III.5.3. Station de Chiffa :

Analyse des matrice globale permet de constater qu'il existe une large corrélation positive ( $r = 0.488$ ) et hautement significative ( $P < 0.001$ ) entre le nombre des spermatozoïdes et le poids ; qui m'entre que ces deux derniers augmentent en même temps.

Et d'autre part entre le nombre des spermatozoïdes et l'index cubital il y a une faible corrélation négative et significative ( $r = - 0.295 / P = 0.0215$ ).



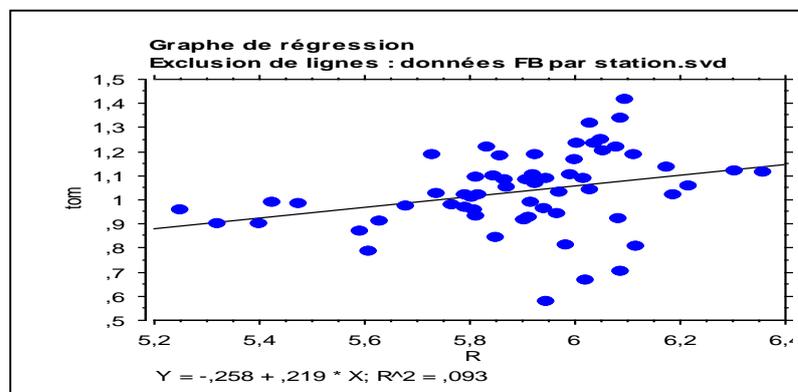
**Figure 44 :** corrélation entre le poids et le nombre des spermatozoïdes



**Figure 45 :** Corrélation entre le nombre des spermatozoïdes et l'index cubitale.

## Corrélation entre le nombre entre tomentum et le segment R :

La figue suivante nous montre une large corrélation positive entre le tomentum et le segment R ( $r = 0.305$ ) avec une probabilité significative ( $P = 0.0176$ ), ce qui nous confirme qu'il y a une relation forte entre le tomentum et le segment R.



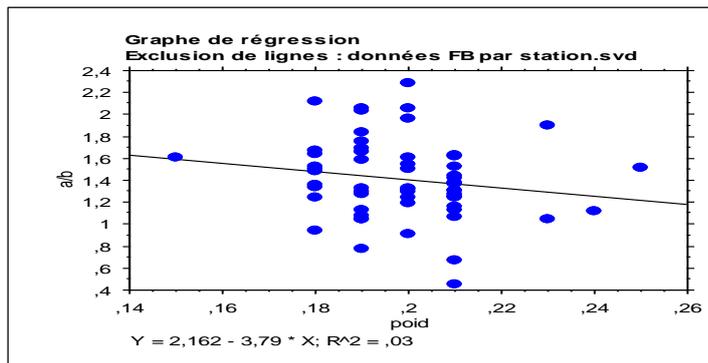
**Figure 46 :** Corrélation entre le tomentum et le segment

R.

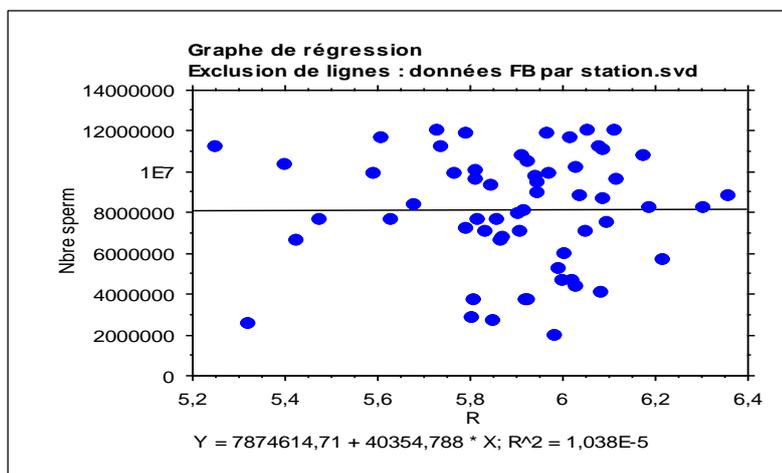
## CHAPITRE III : Résultats Et Discussion

Les éleveurs de la station de chiffa appliquent aussi la supplémentation alimentaire par l'administration de sirop composé de 50% de sucre rouge non raffiné et de 50% d'eau et administrent aussi un fondant composé de miel et de sucre glace ; ce dernier est riche sur le plan de rendement énergétique et qui a influencé positivement la fertilité sur des faux bourdons, probablement le miel et le sucre glace favorisent et influencent sur la reproduction chez les faux bourdons.

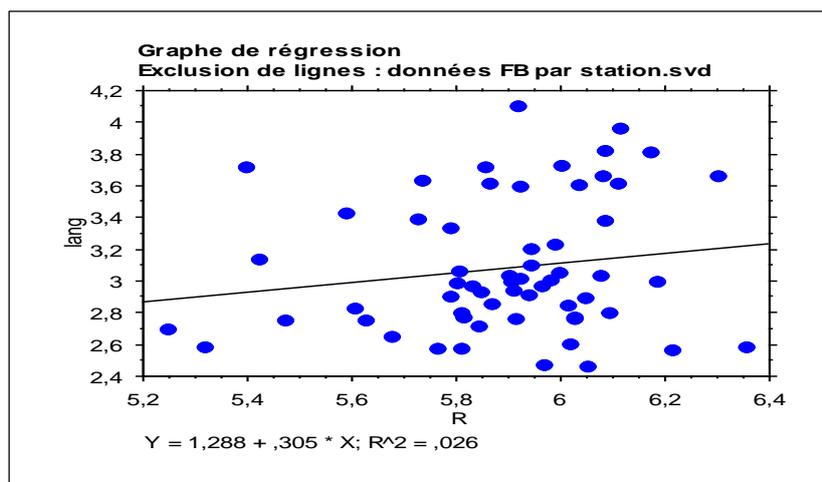
D'autre part nous avons ainsi constaté des corrélations non significatives dans cette station (Figure N° 47, N° 48, N°49) probablement due à l'influence de la saison.



**Figure 47** : corrélation entre le poids et l'index cubitale.



**Figure 48** : corrélation entre le nombre des spermatozoïdes et l'index cubital.



**Figure 49** : Corrélation le segment R et la longueur de la langue

## **Conclusion :**

Le présent travail s'inscrit dans une orientation de recherche sur l'abeille domestique *Apis mellifera*, Notre étude a été menée dans la MITIDJA dont le but est de caractériser la structure biométrique et déterminer des paramètres importants de la reproduction des faux bourdons de la race locale intermissa.

Aucune étude n'a été menée, en Algérie, sur les paramètres biométriques chez les faux bourdons encore moins sur la corrélation entre les paramètres biométriques et la reproduction chez les males d'abeilles *Apis mellifera intermissa* et c'est pour combler cette lacune que nous avons réalisé ce travail.

Les résultats obtenus des trois stations exploitées montrent que la station de Boufarik a la moyenne de poids le plus important par rapport aux deux autres stations (0,208gr) et la station de chiffa a la moyenne des spermatozoïdes la plus importante par rapport aux deux autres stations ( $8,1125 \cdot 10^6$  spermatozoïde). Notre étude biométrique montre que la station de Boufarik présente la moyenne de l'index cubital et la moyenne de la tomentum les plus élevées, celle de chiffa a la moyenne la plus élevée de la longueur du segment R (5.895mm).

Au terme de notre étude, la corrélation entre les paramètres biométriques et la reproduction chez les faux bourdons de la population d'abeilles *Apis mellifera intermissa* de la zone du Mitidja reste modeste et uniquement sur une des trois stations, Cependant nous avons réussi à avoir nettement des corrélations significatives entre le poids et le nombre des spermatozoïdes, Corrélation entre le nombre des spermatozoïdes et l'index cubital et une Corrélation entre la tomentum et le segment R.

En fin nous pouvons toute fois dire que la caractérisation d'une population de l'abeille milliféra à partir de la caste du faux bourdon, sous réserve que d'autres études sur différentes souches d'abeilles et avec un nombre d'échantillon plus important, viennent le confirmer

## Références Bibliographiques :

- A.Woyke, J. (1960). Natural and artificial insemination of queen honeybees. *Pszcz. Zesz. Nauk* 4: 183-275.
- Albert I G, Hänel H (1986). Fine structure of the genital system in the bee parasite, *Varroa Jacobsoni* (Gamasida: Dermanyssina) with remarks on spermiogenesis, spermatozoa and capacitation. *Exp. Appl. Acarol.*, 2, 63-104. And propidium iodide. *Biology of Reproduction* **53**(2): 276-284
- Andere, C. I., C. Monteavaro, M. A. Palacio, M. Catena, E. M. Rodriguez et A. M. Collins (2011). *Apis mellifera* semen: bacterial contamination and susceptibility to antibiotics. *Apidologie* **42**(5): 551-559.
- Andersen, D. (2004). Improving queen bee production. A report for the Rural Industries Research and Development Corporation. RIRDC Publication No CSE-85A
- Annual Review of Entomology 29(1): 233-255.
- Cobey, S. W. (2007). Comparison studies of instrumentally inseminated and naturally mated honey bee queens and factors affecting their performance. *Apidologie* **38**(4): 390-410.
- Anonyme.;1970-Encyclopédie Internationale des sciences et des technique. Ed.Presses de la cite, paris, 788p.
- Bishop, G. H. (1920a). Fertilization in the honey-bee I the male sexual organs their histological structure and physiological functioning. *Journal of Experimental Zoology* 31(2): 225-265.
- Bishop, G. H. (1920b). Fertilization in the honey-bee II Disposal of the sexual fluids in the organs of the female. *Journal of Experimental Zoology* 31(2): 267-286.
- Büchler R (1994) *Varroa* tolerance in honey bees - occurrence, characters and breeding. *Bee World* 75, 54-70.
- CANAS ET Bosacoma J . ;1989-Biométrie de l'abeille. *Rev L'abeille de France et l'apiculture*
- Chalah, T. et J. P. Brillard (1998). Comparison of assessment of fowl sperm viability by eosin-nigrosin and
- Chen, P. S. (1984). The functional morphology and biochemistry of insect male accessory glands and their secretions.
- Collins, A. M. (2000). Relationship between semen quality and performance of instrumentally inseminated honey bee queens. *Apidologie* 31(3): 421-429.
- Collins, A. M. (2004). Sources of variation in the viability of honey bee, *Apis mellifera* L., semen collected for artificial insemination. *Invertebrate Reproduction and Development* **45**(3): 231-237

- Collins, A. M. et Donoghue (1999). Viability assessment of honey bee, *Apis mellifera* sperm using dual fluorescent staining. *Theriogenology* 51(8): 1513-1523.
- Collins, A. M. et Pettis, J. S. (2001). Effect of varroa infestation on semen quality. *American Bee Journal*, 141(8): 590-593.
- Cornuet J M, Fresnaye . Et Tassencourt L. 1975 – Discrimination et classification de population d'abeilles à partir de caractere biométrique . *Apidologie* ,6(2) :145 – 187 .
- DONZÉ G (1995). Adaptations comportementales de l'acarien ectoparasite *Varroa jacobsoni* durant sa phase de reproduction dans les alvéoles operculées de l'abeille mellifère *Apis mellifera*. Thèse de doctorat ès sciences, Université de Neuchâtel, 152p.
- DONZÉ G, GUÉRIN PM (1994). Behavioral attributes and parental care of *Varroa mites* parasitizing honeybee brood. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 34, 305-319.
- Fresnaye J.; 1981-biométrie de l'abeille. 2eme Ed .Echauffour, orne, office inf. Doc .Apic .,56p
- FUKUDA, H. and S. F. SAKAGAMI (1968) Worker brood survival in honeybees. *Res. Popul. Ecol.* **10**: 31-39.
- FUKUDA, H. and T. OHTANI (1977) Survival and life span of drone honeybees. *Res. Popul. Ecol.* **19**: 51-68.
- Garner, D. L. et L. A. Johnson (1995). Viability assessment of mammalian sperm using SYBR14 and propidium iodide. *Biology of Reproduction* **53**(2): 276-284.
- Gençer, H. V. et Y. Kahya (2011). Are sperm traits of drones (*Apis mellifera* L.) from laying worker colonies noteworthy? *Journal of Apicultural Research* **50**(2): 130-137.
- Harbo, J. R. (1979). Rate of depletion of spermatozoa in the queen honeybee spermatheca. *Journal of Apicultural Research* **18**(3): 204-207.
- Harbo, J. R. et J. L. Williams (1987). Effect of above-freezing temperatures on temporary storage of honeybee spermatozoa. *Journal of Apicultural Research* 26(1): 53-55
- Harrison, J. M. (1987). Roles of individual honeybee workers and drones in colonial thermogenesis. *Journal of Experimental Biology* 129: 53-61.
- Howell D.E. and Usinger r.L., 1933. - Observations on the flight and length of life of drone bees. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 26, 239-246.
- JAY SC (1963). The longitudinal orientation of larval honeybees *Apis mellifera* in their cells. *Can. J. Zool.*, 41, 717-723.
- Kaftanoglu, O. et Y. S. Peng (1984). Preservation of honeybee spermatozoa in liquid nitrogen. *Journal of Apicultural Research* **23**: 157-163.

- Koenig, N., G. Koeniger et H. Pechhacker (2005). The nearer the better? Drones (*Apis mellifera*) prefer nearer drone congregation areas. *Insectes Sociaux* **52**(1): 31-35
- Laidlaw Jr., H. H. (2008). « Chapter 23 : Production of queens and package bees ». In *The hive and the honey bee*. Hamilton, Illinois : Dadant and Sons.
- Locke, S. J. et Y. S. Peng (1993). The effects of drone age, semen storage and contamination on semen quality in the honey bee (*Apis mellifera*). *Physiological Entomology* **18**(2): 144-148
- Mackensen, O. et K. W. Tucker (1970). Instrumental insemination of queen bees (No. 390). US Agricultural Research Service: 28 p.
- Moritz, R. F. A. et P. Neumann (1996). Genetic analysis of the drifting of drones in *Apis mellifera* using multilocus DNA fingerprinting. *Ethology* **102**(7): 580-590
- Nur, Z., S. Seven-Cakmak, B. Ustuner, I. Cakmak, M. Erturk, C. I. Abramson, H. Sagirkaya et M. K. Soylu (2012). The use of the hypo-osmotic swelling test, water test, and supravital staining in the evaluation of drone sperm. *Apidologie* **43**(1): 31-38.
- Page, R. E. et C. Y. S. Peng (2001). Aging and development in social insects with emphasis on the honey bee, *Apis mellifera* L. *Experimental Gerontology* **36**(4-6): 695-711.
- Rhodes, J. W. (2008). *Semen Production in Drone Honeybees*. R. I. R. D. Corporation, Australian Government. RIRDC Publication No 08/130: 80 p.
- Rhodes, J. W. (2008). *Semen Production in Drone Honeybees*. R. I. R. D. Corporation, Australian Government. RIRDC Publication No 08/130: 80 p.
- Rhodes, J. W., S. Harden, R. Spooner-Hart, D. L. Anderson et G. When (2010). Effects of age, season and genetics on semen and sperm production in *Apis mellifera* drones. *Apidologie* **42**(1): 29-38
- Rinderer, T. E., Hellmich, R. L., Danka, R. G. et A. M. Collins (1985). Male reproductive parasitism: a factor in the Africanization of European honey-bee populations. *Science* **228**(4703): 1119-1121
- Ruttner F. 1988 *Biogeography and taxonomy of honeybees*. Ed .Springer Verlag ,Berlin,284p.
- Ruttner F., 1976. - *Honeybees of the tropics: their variety and characteristics of importance for apiculture*. Apiculture in tropical climates. Ed. E. Crane, London., B.R.A., 1976: 41-46.
- Ruttner F., Tassencourt L., and Louveaux j., 1978 – *Biometrical statistical analysis of the geographic of Apis mellifera* L .*Apidologie*, **9**: 363 -381.
- Schluns, H., E. A. Schluns, J. van Praagh et R. F. A. Moritz (2003). Sperm numbers in drone honeybees (*Apis mellifera*) depend on body size. *Apidologie* **34**(6): 577-584.

Schluns, H., G. Koeniger, N. Koeniger et R. F. A. Moritz (2004). Sperm utilization pattern in the honeybee (*Apis mellifera*). Behavioral Ecology and Sociobiology **56**(5): 458-463.

Seyfarth W, 2010. Elevage de faux-bourdon (*apis mellifera*). Vendée juillet.1 :5-7

WINSTON ML (1993). La biologie de l'abeille. Traduit de l'anglais par G. LAMBERMONT. Edition Frison Roche, Paris.

Winston, M. L. (1987). The Biology of the Honey Bee. Cambridge, Massachusetts :Harvard University Press.

Woyke, J. et Z. Jasinski (1978). Influence of age of drones on results of instrumental insemination of honeybee queens. Apidologie 9(3): 203-211.

## **Annexe 1 (Matériel du laboratoire) :**

Le matériel suivant a été utilisé :

A) Balance : Les balances de laboratoire permettent d'effectuer des pesées de masses avec une précision allant jusqu'à 0,01 mg. (Figure 50)



**Figure 50 :** balance.

## **B) Un ordinateur :**

Avec le système CASA, unité centrale, écran plat avec souris et clavier, branché au microscope par une caméra.

Le système CASA est un système modulaire d'analyse automatique de la mobilité, concentration, de la morphologie, de la fragmentation d'ADN et de la vitalité des échantillons de spermatozoïdes, il permet l'analyse précise et objective d'une large gamme de paramètres cinématiques, de la morphologie, de l'ADN et de la vitalité des échantillons de spermatozoïdes, ainsi que la mise en place de nouvelles configurations d'analyses qui s'adaptent aux nouvelles espèces ou races à l'intérieur d'une même espèce animale.

Ce système permet aussi une standardisation de l'analyse, de la sauvegarde et de la traçabilité des résultats, ce système a été fortement utilisé en recherche. Il est, par ailleurs, suffisamment malléable pour s'adapter à un large spectre d'espèces animales ; des invertébrés aux rongeurs, jusqu'aux mammifères ; il est également utile pour les études sur la croissance des microalgues.

## **C) Le microscope :**

Contient des contrastes de phase, et une platine chauffante réglable, avec différents contrastes et chambre claire qui laisse passer toute la lumière, ainsi que des filtres (vert et bleu) et des objectifs -10, 20, 60, 100 de grossissement. (Figure 51).



**Figure 51:** CASA

### **E) vortex :**

L'agitateur Vortex permet le mélange rapide et efficace des substances contenues dans les différents types de conteneurs en raison de sa vibration orbitale (figure 52)



**Figure 52 :** vortex.

### **F) Micropipette gradué :**

Ce sont des systèmes actionnant des pistons. La modification de la longueur de la colonne d'air à l'intérieur de l'appareil permet d'aspirer ou de chasser des volumes de liquides avec une grande précision. Une molette permet à l'utilisateur de régler le volume à prélever, à l'aide d'un indicateur à chiffres. (Figure 53)



**Figure 53 :** Micropipette gradué

## H) Lame et lamelle :



**Figure 54 :** lame et lamelle

## I) solution de Kiev :

Utilise pour la conservation des spermatozoïdes.

Composé de :

Citrate trisodique : 36 g / L

Bicarbonate de sodium : 0, 3,6 g / l

Chlorure de potassium : 0, 0,6 g / L

Glucose : 5 g / L

Sulfanilamide : 3 g / L

pH=8,5

Pression osmotique = 486 mOs / ml



**Figure 55 :** préparation de solution de Kiev.

### J) Cellule de Malassez :

Est une lame spéciale, quadrillée, qui permet de dénombrer les spermatozoïdes, dans un volume précis et connu (Figure 56).



**Figure 56** : Malassez

### k) Microtubes Ependorff gradués :

Sont de petits tubes munis d'un capuchon à clipser. Ils sont en matière plastique, le polypropylène, capable de résister aux hautes températures (autoclavage), aux basses températures (stockage dans un congélateur à  $-80^{\circ}\text{C}$ , broyage à l'azote liquide, etc.) ou aux solvants organiques (**Figure 57**).



**Figure 57** : Tube Ependorff gradués.

### Agitateur :



**Figure 58** : agitateur

## Matériel de dissection :



Figure 59 : Matériel de dissection

## Motic image plus 2.0 :



Figure 60 : Motic image plus

## Annexe 2 :

### Analyses statistique des paramètres étudiés.

#### Tableau N°09 : Statistique descriptives des poids des faux bourdons

Test F pour poids

Variable "groupe" : Colonne 1

Ratio théorique = 1

	Ratio de Var.	DDL num.	DDL dén.	F	p
SIDI MOUSSA, BOUFARIK	12,181	59	59	12,181	<,0001
SIDI MOUSSA, CHIFFA	1,886	59	59	1,886	,0161
BOUFARIK, CHIFFA	,155	59	59	,155	<,0001

**Tableau N°10 : Statistique descriptives du nombre des spermatozoïdes des faux bourdons.**

**Test F pour Nbre sperm**  
**Variable "groupe" : Colonne 1**  
**Ratio théorique = 1**

	Ratio de Var.	DDL num.	DDL dén.	F	p
SIDI MOUSSA, BOUFARIK	,670	59	59	,670	,1274
SIDI MOUSSA, CHIFFA	,712	59	59	,712	,1958
BOUFARIK, CHIFFA	1,063	59	59	1,063	,8160

**Tableau N°11 : Statistique descriptives de l'index cubitale des faux bourdons.**

**Test F pour a/b**  
**Variable "groupe" : Colonne 1**  
**Ratio théorique = 1**

	Ratio de Var.	DDL num.	DDL dén.	F	p
SIDI MOUSSA, BOUFARIK	,460	59	59	,460	,0034
SIDI MOUSSA, CHIFFA	,736	59	59	,736	,2410
BOUFARIK, CHIFFA	1,598	59	59	1,598	,0742

**Tableau N°12 : Statistique descriptives de segment R chez les faux bourdons.**

**Test F pour R**  
**Variable "groupe" : Colonne 1**  
**Ratio théorique = 1**

	Ratio de Var.	DDL num.	DDL dén.	F	p
SIDI MOUSSA, BOUFARIK	,059	59	59	,059	<,0001
SIDI MOUSSA, CHIFFA	,683	59	59	,683	,1454
BOUFARIK, CHIFFA	11,619	59	59	11,619	<,0001

**Tableau N°13 : Statistique descriptives de tomentum des faux bourdons.**

**Test F pour tom**  
**Variable "groupe" : Colonne 1**  
**Ratio théorique = 1**

	Ratio de Var.	DDL num.	DDL dén.	F	p
SIDI MOUSSA, BOUFARIK	2,735	59	59	2,735	,0002
SIDI MOUSSA, CHIFFA	1,312	59	59	1,312	,2995
BOUFARIK, CHIFFA	,480	59	59	,480	,0055

## Tableau N°14 : Statistique descriptives de la longueur de la langue des faux bourdons.

Test F pour lang

Variable "groupe" : Colonne 1

Ratio théorique = 1

	Ratio de Var.	DDL num.	DDL dén.	F	p
SIDI MOUSSA, BOUFARIK	1,198	59	59	1,198	,4894
SIDI MOUSSA, CHIFFA	1,193	59	59	1,193	,5010
BOUFARIK, CHIFFA	,995	59	59	,995	,9853

## Corrélation :

### Station de Sidi Moussa

Tableau N°15

Coefficient de corrélation

Corrélation théorique = 0

Exclusion de lignes : données FB par station.svd

	Corrélation	Nombre	z	p	95% Inf.	95% Sup.
Nbre sperm, poids	-,077	60	-,584	,5592	-,325	,180
Nbre sperm, a/b	-,066	60	-,500	,6173	-,315	,191
Nbre sperm, R	,207	60	1,584	,1131	-,050	,438
Nbre sperm, tom	-,009	60	-,066	,9475	-,262	,246
Nbre sperm, lang	-,224	60	-1,717	,0859	-,452	,032
poids, a/b	,116	60	,883	,3770	-,142	,360
poids, R	-,073	60	-,552	,5813	-,321	,184
poids, tom	,068	60	,513	,6079	-,189	,316
poids, lang	,185	60	1,412	,1581	-,073	,419
a/b, R	,017	60	,130	,8969	-,238	,270
a/b, tom	,159	60	1,208	,2272	-,099	,397
a/b, lang	,207	60	1,587	,1126	-,049	,438
R, tom	,275	60	2,129	,0333	,022	,494
R, lang	-,048	60	-,359	,7196	-,298	,209
tom, lang	,053	60	,398	,6904	-,204	,303

## Station Boufarik :

**Tableau N°16 :**

**Coefficient de corrélation**

**Corrélation théorique = 0**

**Exclusion de lignes : données FB par station.svd**

	Corrélation	Nombre	z	p	95% Inf.	95% Sup.
Nbre sperm, poids	-,241	60	-1,855	,0636	-,466	,014
Nbre sperm, a/b	,063	60	,476	,6342	-,194	,312
Nbre sperm, R	,153	60	1,165	,2441	-,105	,392
Nbre sperm, tom	,101	60	,765	,4445	-,157	,346
Nbre sperm, lang	-,183	60	-1,394	,1632	-,417	,075
poids, a/b	-,159	60	-1,209	,2267	-,397	,099
poids, R	-,113	60	-,853	,3936	-,356	,146
poids, tom	-,244	60	-1,879	,0602	-,469	,011
poids, lang	,016	60	,119	,9051	-,239	,269
a/b, R	,067	60	,507	,6119	-,190	,316
a/b, tom	,247	60	1,905	,0567	-,007	,472
a/b, lang	-,070	60	-,532	,5947	-,319	,187
R, tom	-,054	60	-,408	,6830	-,304	,203
R, lang	-,140	60	-1,066	,2863	-,381	,118
tom, lang	-,003	60	-,021	,9836	-,257	,251

## Station chiffa :

**Tableau N°17:**

**Coefficient de corrélation**

**Corrélation théorique = 0**

**Exclusion de lignes : données FB par station.svd**

	Corrélation	Nombre	z	p	95% Inf.	95% Sup.
Nbre sperm, poids	,488	60	4,025	<,0001	,267	,660
Nbre sperm, a/b	-,295	60	-2,298	,0215	-,511	-,045
Nbre sperm, R	,003	60	,024	,9806	-,251	,257
Nbre sperm, tom	,044	60	,335	,7378	-,212	,295
Nbre sperm, lang	,012	60	,093	,9258	-,242	,265
poids, a/b	-,173	60	-1,323	,1859	-,409	,084
poids, R	-,231	60	-1,780	,0751	-,458	,024
poids, tom	-,022	60	-,169	,8659	-,275	,233
poids, lang	-,054	60	-,409	,6828	-,304	,203
a/b, R	-,101	60	-,768	,4424	-,346	,157
a/b, tom	,191	60	1,459	,1446	-,066	,424
a/b, lang	,069	60	,521	,6026	-,188	,317
R, tom	,305	60	2,375	,0176	,055	,518
R, lang	,161	60	1,228	,2196	-,097	,399
tom, lang	,043	60	,325	,7454	-,213	,294