

**République Algérienne Démocratique et Populaire**

**Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique**

**Université Abderrahmane Mira de Bejaia**

**Faculté des Sciences de la nature et de la vie**

**Département des Sciences Biologiques de l'Environnement**

**Mémoire de Fin de cycle En vue de l'obtention du diplôme de Master en  
Environnement et Sécurité Alimentaire**

**Thème :**

**Étude préliminaire de la morphométrie des  
mâles d'abeilles domestique *apis mellifera L.* et  
approche histologique de leur système  
reproducteur**

**Présenté par :**

**BENABDELMOUMEN Yanis-Khaled.**

**HACHEMAOUI Sofiane.**

**Dirigé par :**

**SAD-EDDINE Ourdia**

**Membre de jury :**

**Président : Mr BOULILA abdelghani**

**Examineur : Mme BOULILA farida**

**Examineur : Mlle MEZIANI Saida**

**Promotion Juin 2013**

## > > >> **Remerciements** > > >>

Le présent travail est le couronnement d'un dur labeur. L'aboutissement d'énormes efforts déployés pendant cinq années à l'Université de Bejaia.

Nous remercions dieu, le tout puissant de nous avoir accordé volonté et courage pour accomplir ce travail.

Au terme de cette fructueuse étape de notre formation et fiers de notre acquis, Nous disons un grand merci aux membres du jury qui ont accepté d'évaluer ce mémoire à sa juste valeur, et de nous faire part de leurs remarques sûrement pertinentes qui contribueront, sans nul doute, au perfectionnement du présent travail.

Nous pensons à tous les membres du corps scientifique de la faculté des sciences de la nature et de la vie, qu'ils trouvent à travers ce modeste travail, la matérialisation et /ou la concrétisation de cette mosaïque de connaissances qu'ils nous ont transmise durant notre parcours.

Que Mme Sad-eddine, encadreur daigne trouver à travers ces quelques lignes, l'expression de notre profonde gratitude pour avoir accepté de diriger ce travail ainsi que pour l'aide compétente qu'elle nous a apportée. Son œil critique nous a été très précieux pour structurer le travail et pour améliorer la qualité des différentes sections.

On voudrait aussi exprimer notre reconnaissance aux personnes qui ont grandement contribué à ce que ce travail aboutisse on cite :

Mr Amokrane Boualem, Mr Merabet Athmen, Mr Mensouri Hmanou, Mr Ghanem Khilil, Mme Kadji Hafsa et Mme Rabhi.

Nous remercions également tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

# *Dédicaces*

A mes chers parents symbole de sacrifice, de tendresse et d'amour ; Sont les moindres sentiments que je puisse vous témoigner. Quoi que je fasse, je ne pourrais jamais vous récompenser pour les grands sacrifices que vous avez faits et continuez de faire pour moi.

Aucune dédicace ne saurait exprimer mes grandes admirations, mes considérations et mes sincères affections pour vous.

A tous ceux qui me sont chères.

A tous ceux qui m'aiment.

A tous ceux que j'aime.

Je dédie ce travail

SOFIANE ;)

# *Dédicace*

Je dédie ce modeste travail en premier lieu à mes parents sans qui je ne serai rien, et que je ne saurai remercier pour l'amour, les encouragements et les valeurs qui m'ont inculqué

Je dédie aussi fortement ce travail à ma très chère sœur que j'estime et que j'aime plus que tout a qui je souhaite plein de courage et de réussite dans sa vie estudiantine et professionnelle ;

A ma famille, grands et petits, proches et éloignés ;

A Titis, Azouzou, jedi L'hachemi et jedi Laamri que

Dieu ait leurs âmes

A mes amis que je ne citerai pas mais qui se  
reconnaitrons surement ;

Enfin a toute personne que j'aime et j'estime

Spéciale dédicace à T.i et l'équipe choc.

Yanis

# Sommaire

<b>Introduction</b>	1
<b>Problématique</b>	2
<b>Chapitre I : Synthèse bibliographique sur l'abeille domestique</b>	3
<b>I. L'abeille domestique</b>	3
<b>I.1. Classification</b>	3
<b>I.2. La répartition des différentes races d'abeilles dans le monde</b>	3
<b>II. Biologie de l'abeille</b>	5
<b>II.1. Morphologie externe</b>	5
<b>II.1.1. La tête.</b>	5
<b>II.1.2. Le thorax</b>	6
<b>II.1.3. L'abdomen</b>	7
<b>II.2. Anatomie interne</b>	7
<b>II.2.1. L'appareil digestif</b>	7
<b>II.2.2. Le système circulatoire</b>	8
<b>II.2.3. Le système respiratoire</b>	8
<b>II.2.4. L'appareil reproducteur</b>	8
<b>II.2.4.1. L'appareil reproducteur femelle</b>	8
<b>II.2.4.2. L'appareil reproducteur male</b>	9
<b>II.3. La reproduction chez les abeilles</b>	10

<b>II.3.1. la reproduction sexuée</b>	10
<b>II.3.2. la parthénogenèse</b>	11
<b>II.3.3. l'insémination artificielle</b>	12
<b>III. La colonie d'abeille</b>	12
<b>III.1. Les trois castes d'abeille et leurs fonctions au sein de la colonie</b>	12
<b>III.1.1 La reine</b>	13
<b>III.1.2 Les males</b>	13
<b>III.1.3 Les ouvrières</b>	14
<b>III.2 La communication et le langage des abeilles</b>	15
<b>III.2.1 La danse</b>	15
<b>III.2.2 La communication chimique</b>	16
<b>III.2.3 Les interactions tropholactiques</b>	19
<b>IV. Les ennemis et les maladies des abeilles</b>	19
<b>IV.1. Les ennemis des abeilles</b>	19
<b>IV.1.1. Le guêpier</b>	19
<b>IV.1.2. La fausse teigne</b>	20
<b>IV.1.3. Le petit coléoptère de la ruche</b>	20
<b>IV.2. Les maladies des abeilles</b>	20
<b>IV.2.1. La varroase</b>	20
<b>IV.2.2. La loque américaine</b>	21
<b>IV.2.3. La loque européenne</b>	21

<b>IV.2.4. La nosémore</b>	21
<b>V. Les produits de la ruche</b>	21
<b>V.1 Le miel</b>	21
<b>V.1.1. Caractérisation et compositions</b>	22
<b>V.1.2. utilisation du miel</b>	22
<b>V.2/ Le pollen</b>	22
<b>V.2.1. Comment recueillir le pollen</b>	22
<b>V.2.2. Bienfaits du pollen</b>	23
<b>V.3 La gelée royale</b>	23
<b>V.3.1. Comment recueillir la gelée royale</b>	23
<b>V.3.2. Usages de la gelée royale</b>	23
<b>V.4. La cire</b>	24
<b>V.4.1. Comment recueillir la cire d'abeilles</b>	24
<b>V.4.2. Usages de la cire d'abeilles</b>	24
<b>V.5. La propolis</b>	24
<b>V.5. Comment recueillir la propolis</b>	24
<b>V.5.2. Usages de la propolis</b>	25
<b>VI. Rôle environnemental de l'abeille</b>	25
<b>VI.1. La pollinisation</b>	25
<b>VI.2. La bioindication</b>	25
<b>Chapitre II : Matériel et méthodes</b>	

<b>I.</b>	<b>Approche de travail</b>	27
<b>II.</b>	<b>Echantillonnage</b>	27
<b>III.</b>	<b>L'aspect morphométrique</b>	28
<b>III.1.</b>	<b>Matériels utilisés</b>	28
<b>III.2.</b>	<b>Les opérations effectuées</b>	28
<b>III.3.</b>	<b>Analyse statistique</b>	29
<b>III.3.1</b>	<b>Le logiciel utilisé</b>	30
<b>III.3.2.</b>	<b>Organisation des données et intérêt de l'analyse</b>	30
<b>III.3.2.1.</b>	<b>Test de Student</b>	30
<b>III.3.2.2.</b>	<b>La régression simple</b>	30
<b>III.3.2.3</b>	<b>L'analyse en composante principale (ACP)</b>	30
<b>III.3.2.4.</b>	<b>La classification ascendante hiérarchique (CAH)</b>	31
<b>IV.</b>	<b>L'aspect histologique</b>	31
<b>IV.1.</b>	<b>Matériels utilisés</b>	31
<b>IV.2.</b>	<b>Produits divers</b>	31
<b>IV.3.</b>	<b>Dissection</b>	31
<b>IV.4.</b>	<b>Réalisation des blocs</b>	32
<b>IV.4.1</b>	<b>Déshydratation</b>	32
<b>IV.4.2.</b>	<b>Eclaircissement (désalcoolisation)</b>	32
<b>IV.4.3.</b>	<b>Inclusion</b>	33
<b>IV.4.4.</b>	<b>Enrobage</b>	34

<b>IV.4.5. Microtomie</b>	36
<b>Chapitre III : Résultats et discussions</b>	
<b>I. Résultats</b>	38
<b>II. Discussions</b>	66
<b>Conclusion</b>	69
<b>Perspectives</b>	70
<b>Références bibliographiques</b>	71
<b>Annexes</b>	

## **La liste des figures**

**Figure 1** : répartition géographique des Principales races d'*Apis mellifera* (Frank et al, 2000)

**Figure 2** : Morphologie externe de l'abeille domestique (*apis mellifera*)

(<http://www.infovisual.info>)

**Figure 3** : Appareil génital de la reine (Le Conte, 2002).

**Figure 4** : l'appareil reproducteur du faux bourdon (Le conte, 2003)

**Figure 5** : de l'œuf à la reine (Le conte, 2002)

**Figure 6** : de l'œuf au faux bourdon (Le conte, 2003)

**Figure 7** : de l'œuf à l'ouvrière (Le conte, 2003)

**Figure 8** : montrant le polyéthisme lié à l'âge de l'abeille ouvrière. (www.Naturalim.com)

**Figure 9** : Mensuration des différentes parties du faux bourdon.

**Figure 10** : trois bains de xylène

**Figure 11** : deux bains de paraffine.

**Figure 12** : deux fonds de moule avec paraffine sur plaque chauffante.

**Figure 13** : Fixation de l'appareille reproducteur au centre du moule

**Figure 14** : Durcissement de la paraffine.

**Figure 15** : ajustement linéaire de la taille de l'abdomen en fonction du poids total des faux bourdons issus de la reine.

**Figure 16** : ajustement linéaire de la taille de l'abdomen en fonction du poids total des faux bourdons issus de l'ouvrière.

**Figure 17** : ajustement linéaire combinées de la taille de l'abdomen en fonction du poids total des faux bourdons issus de la reine et ceux issus de l'ouvrière.

**Figure 18** : Ajustement linéaire de la taille du thorax en fonction du poids total des faux bourdons issus de la reine.

**Figure 19** : Ajustement linéaire de la taille du thorax en fonction du poids total des faux bourdons issus de l'ouvrière.

**Figure 20** : ajustement linéaire combinées de la taille du thorax en fonction du poids total des faux bourdons issus de la reine et ceux issus de l'ouvrière.

**Figure 21** : Ajustement linéaire de la taille total en fonction du poids total des faux bourdons issus de la reine.

**Figure 22 :** Ajustement linéaire de la taille total en fonction du poids total des faux bourdons issus de l'ouvrière.

**Figure 23 :** Ajustement linéaire combinées de la taille total en fonction du poids total des faux bourdons issus de la reine et de l'ouvrière.

**Figure 24 :** Ajustement linéaire de la taille de l'aile antérieur en fonction du poids total des faux bourdons issus de la reine.

**Figure 25 :** Ajustement linéaire de la taille de l'aile antérieur en fonction du poids total des faux bourdons issus de l'ouvrière.

**Figure 26 :** Ajustement linéaire combinées de la taille de l'aile antérieur en fonction du poids total des faux bourdons issus de la reine et de l'ouvrière.

**Figure 27 :** Ajustement linéaire de la taille du thorax en fonction de la taille de l'abdomen des faux bourdons issus de la reine.

**Figure 28 :** Ajustement linéaire de la taille du thorax en fonction de la taille de l'abdomen des faux bourdons issus de l'ouvrière.

**Figure 29 :** Ajustement linéaire combinée de la taille du thorax en fonction de la taille de l'abdomen des faux bourdons issus de la reine et de l'ouvrière.

**Figure 30 :** Ajustement linéaire de la taille total en fonction de la taille de l'abdomen des faux bourdons issus de la reine.

**Figure 31 :** Ajustement linéaire de la taille total en fonction de la taille de l'abdomen des faux bourdons issus de l'ouvrière.

**Figure 32 :** Ajustement linéaire combinée de la taille total en fonction de la taille de l'abdomen des faux bourdons issus de la reine et de l'ouvrière.

**Figure 33 :** Ajustement linéaire de la taille de l'aile antérieur en fonction de la taille de l'abdomen des faux bourdons issus de la reine.

**Figure 34 :** Ajustement linéaire de la taille de l'aile antérieur en fonction de la taille de l'abdomen des faux bourdons issus de l'ouvrière.

**Figure 35:** Ajustement linéaire combinée de la taille de l'aile antérieur en fonction de la taille de l'abdomen des faux bourdons issus de la reine et de l'ouvrière.

**Figure 36 :** Ajustement linéaire de la taille total en fonction de la taille du thorax des faux bourdons issus de la reine.

**Figure 37 :** Ajustement linéaire de la taille total en fonction de la taille du thorax des faux bourdons issus de l'ouvrière.

**Figure 38 :** Ajustement linéaire combinée de la taille total en fonction de la taille du thorax des faux bourdons issus de la reine et de l'ouvrière.

**Figure 39 :** Ajustement linéaire de la taille de l'aile antérieur en fonction de la taille du thorax des faux bourdons issus de la reine.

**Figure 40 :** Ajustement linéaire de la taille de l'aile antérieure en fonction de la taille du thorax des faux bourdons issus de l'ouvrière.

**Figure 41 :** Ajustement linéaire combinée de la taille de l'aile antérieure en fonction de la taille du thorax des faux bourdons issus de la reine et de l'ouvrière.

**Figure 42 :** Ajustement linéaire de la taille de l'aile antérieure en fonction de la taille total des faux bourdons issus de la reine.

**Figure 43 :** Ajustement linéaire de la taille de l'aile antérieure en fonction de la taille total des faux bourdons issus de l'ouvrière.

**Figure 44 :** Ajustement linéaire combinée de la taille de l'aile antérieure en fonction de la taille total des faux bourdons issus de la reine et de l'ouvrière.

**Figure 45 :** cercle de corrélation montrant les rapports entre les différents paramètres analysée chez les faux bourdons issus de la reine.

**Figure 46 :** cercle de corrélation montrant les rapports entre les différents paramètres analysée chez les faux bourdons issus de l'ouvrière.

**Figure 47 :** cercle de corrélation montrant les rapports entre les différents paramètres analysée chez les faux bourdons issus de la reine et de l'ouvrière.

**Figure 48 :** Ajustement linéaire du poids total des males issue de l'ouvrière en fonction du poids total des males issue de la reine.

**Figure 49 :** Ajustement linéaire de la taille de l'abdomen des males issue de l'ouvrière en fonction de la taille de l'abdomen des males issue de la reine.

**Figure 50 :** Ajustement linéaire de la taille du thorax des males issue de l'ouvrière en fonction de la taille du thorax des males issue de la reine.

**Figure 51 :** Ajustement linéaire de la taille total des males issue de l'ouvrière en fonction de la taille total des males issue de la reine.

**Figure 52 :** Ajustement linéaire de la taille de l'aile antérieure des males issue de l'ouvrière en fonction de la taille de l'aile antérieure des males issue de la reine.

**Figure 53 :** cercle de corrélation montrant les rapports entre les différents paramètres analysée chez les deux variétés de faux bourdon.

**Figure 54 :** classification ascendante hiérarchique des distances euclidiennes existant entre les différents paramètres analysés chez les faux bourdons issus de la reine.

**Figure 55 :** classification ascendante hiérarchique des distances euclidiennes existant entre les différents paramètres analysés chez les faux bourdons issus de l'ouvrière.

**Figure 56 :** classification ascendante hiérarchique combinée des distances euclidiennes existant entre les différents paramètres analysés chez les faux bourdons issus de la reine et de l'ouvrière.

**Figure 57 :** Coupe transversal d'une paire de glande à mucus et d'une paire de vésicules séminales du mâle d'abeille *Apis mellifera*. (G : X4)

**Figure 58** : coupe transversal au niveau de la vésicule séminale du mâle d'abeille *Apis mellifera*. (G : X10)

**Figure 59** : coupe transversal au niveau d'une glande à mucus du mâle d'abeille *Apis mellifera* (G : X10)

### Liste des abréviations :

**FBR** : faux bourdons issues de la reine

**FBO** : faux bourdons issues de l'ouvrière

**PT** : poids total

**TT** : taille totale

**TAB** : taille de l'abdomen

**TTH** : taille du thorax

**TA** : taille de l'aile antérieure

**P** : probabilité d'erreur

## **Introduction**

“ Si les abeilles étaient amenées à disparaître, l'humanité n'aurait plus que quatre ans à vivre ». Cette fameuse phrase d'Albert Einstein, nous fait réfléchir à tous ce que l'abeille, peut nous apporter. Ce petit être par la taille mais ô combien grand de par son travail phénoménales, son sens de l'organisation et surtout son acharnement au travail ce qui est énorme vu sa taille.

Mais ce qu'on peut conclure de cette phrase c'est qu'un génie scientifique tel qu'Einstein est su apprécié l'abeille à sa juste valeur bien avant que les sociétés ne s'aperçoivent du rôle et des trésors que peut nous procurer l'abeille.

De Karl Von Frisch en passant par l'abbé Warré et de nos jours Yves Le conte et feu Jean Prost beaucoup de scientifiques et non scientifique ont pris le temps d'étudier l'abeille et se sont émerveillé de son fabuleux mode de vie et se ont beaucoup attelés à approfondir le savoir et la connaissance de l'éthologie, et de l'anatomie.

L'abeille offre à l'homme toute sort de denrées tel que le miel, la gelé royal pour ne citer qu'eux, mais la tâche qui rend le plus service à l'homme et à son environnement est le rôle vital que joue l'abeille dans la sécurité alimentaire et le brassage génétique essentiel à la pérennité de notre environnement.

Le rôle de l'abeille dans la pollinisation n'est plus a démontré (80% de la pollinisation des fleurs maraichères) ce qui en un résumé rapide mais tout à fait correcte nous permet de dire que sans les abeilles notre alimentation serait réduite a peu de choses et que l'autosuffisance des peuples ne serait qu'un vague rêve inaccessible et irréalisables.

Donc c'est très passionnés que nous avons entreprit une approche a deux volets, le premier qui a consisté à étudier la différence des caractéristiques morphométriques de deux types de mâles d'abeille (faux bords) l'un issue de la reine et l'autre issue de l'ouvrière, et le deuxième c'est plutôt penché sur une étude préliminaire de l'histologie de l'appareille reproducteur des mâles de la race locale *Apis mellifera intermissa*.

## **Problématique**

Bien que les abeilles domestiques (*Apis mellifera* L.) soient parmi les insectes les plus étudiés, les mâles n'ont reçu que peu d'attention. En dépit de leur courte vie, leur rôle dans la société est de première importance, puisque leur sperme est indispensable pour que la reine produise une descendance femelle.

Selon la race et la densité de la colonie, on en compte environ deux mille cinq cents par colonie, ils proviennent du développement d'œufs non fécondés : ils sont donc haploïdes, et n'ont pas de père mais par contre ils ont un grand père.

Les faux bourdons sont normalement issus d'une reine qui dépose un œuf non fécondé dans une cellule spéciale et plus grande que celle destinée aux œufs d'ouvrières mais exceptionnellement quand la ruche aura perdu sa reine quelques ouvrières voient leur ovaires évoluer et se mettent à pondre des œufs haploïdes qui donneront aussi des mâles.

La question qui se pose ; est ce que les deux types de mâles présentent des ressemblances du point de vue morphologique, des ressemblances du point de vue comportemental et aptitudes à féconder la reine ?

## **Synthèse bibliographique sur l'abeille domestique.**

### **I.L'abeille domestique**

#### **I.1. Classification**

Depuis 1758, et sur proposition du fameux zoologiste et botaniste Suédois Carl Von Linné, le nom scientifique de l'abeille est « *Apis mellifera* ». Malheureusement il est erroné car il signifie « qui **transporte** du miel ». Trois ans plus tard Linné découvre son erreur et la renomme « *Apis mellifeca* » c'est à dire « qui **fabrique** du miel ». Mais pour diverses bonnes raisons, les règles de dénomination spécifient que le nom le plus ancien est celui qui doit toujours être utilisé. Voilà pourquoi l'abeille, qui ne transporte pas de miel mais du nectar, continue de s'appeler « *Mellifera* » (Anonyme, 2013).

Selon LE CONTE (2002) L'abeille domestique *Apis mellifera* est classée comme suit :

<b>Règne</b> : Animal	<b>Sous ordre</b> : Apocrites
<b>Embranchement</b> : Arthropodes	<b>Infra-ordre</b> : Aculéates
<b>Sous-embranchement</b> : Antennates	<b>Super-famille</b> : apoidea
<b>Classe</b> : Insectes	<b>Famille</b> : Apidea supérieurs
<b>Sous classe</b> : Ptérygotes	<b>Sous famille</b> : Apinea
<b>Section</b> : Oligonéopteres	<b>Tribu</b> : Apini
<b>Super-ordre</b> : Hyménoptéroïdes	<b>Genre</b> : Apis
<b>Ordre</b> : Hyménoptères	<b>Espèce</b> : <i>Apis mellifera</i>

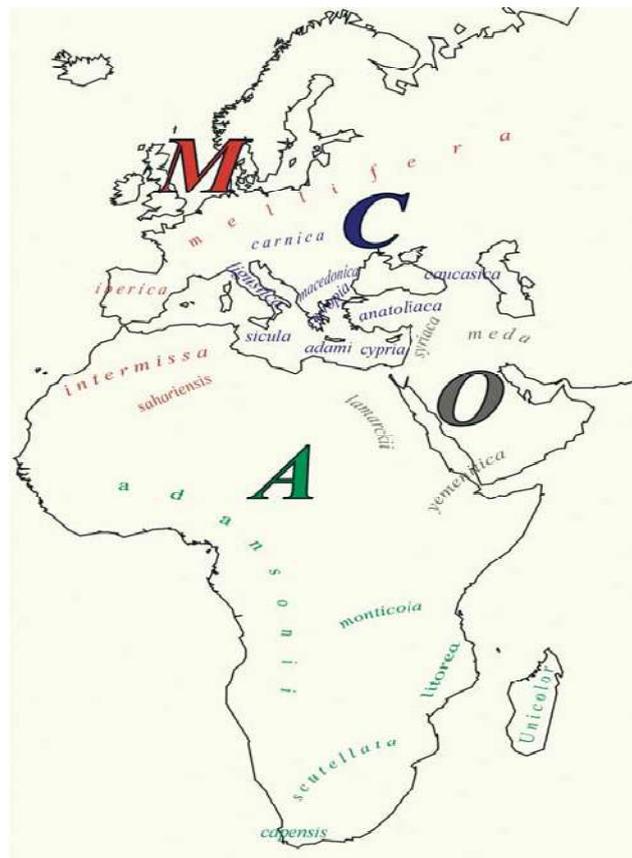
**Race ou sous-espèce** : *Apis mellifera* intermissa et *Apis mellifera sahariensis*, les deux races présentes en Algérie (PHILLIPE, 1994).

#### **I.2. La répartition des différentes races d'abeilles dans le monde.**

*Apis mellifera* est l'abeille la plus répandue dans le monde du fait de ses grandes potentialités pour la récolte du miel. *Apis mellifera* est proche, du point de vue morphologique, comportemental et génétique, d'*Apis cerana* dont l'aire de répartition s'étend

du Japon jusqu'à la limite orientale du Proche-Orient. Les deux espèces auraient divergé il y a environ 8 millions d'années (Ruttner, 1988).

L'aire de répartition originelle d'*Apis mellifera* est l'Europe, l'Afrique et le Moyen-Orient jusqu'à l'Afghanistan, le Kazakhstan et l'est de la Russie. Cette espèce comprend une vingtaine de sous-espèces ou races géographiques décrites par la morphométrie et les analyses moléculaires, et regroupées en rameaux évolutifs selon leurs similarités morphologiques. La définition de chaque race repose sur ses singularités morphologiques, comportementales, physiologiques et écologiques appropriées aux conditions climatiques et environnementales dans lesquelles elle évolue. Les races du rameau A sont typiquement africaines bien qu'elles soient parfois très différentes les unes des autres. Les races du rameau C, tels *A. m. carnica*, *ligustica* et *cecropia* occupent les côtes du nord-est de la Méditerranée et présentent des ressemblances morphologiques avec les races du rameau O au Proche et Moyen-Orient. Enfin les races du rameau M, telles *mellifera* et *iberiensis* sont typiques d'Europe de l'Ouest, mais présentent aussi des similarités avec les races d'Afrique du Nord (Ruttner, 1988 ; Frank et al, 2000).



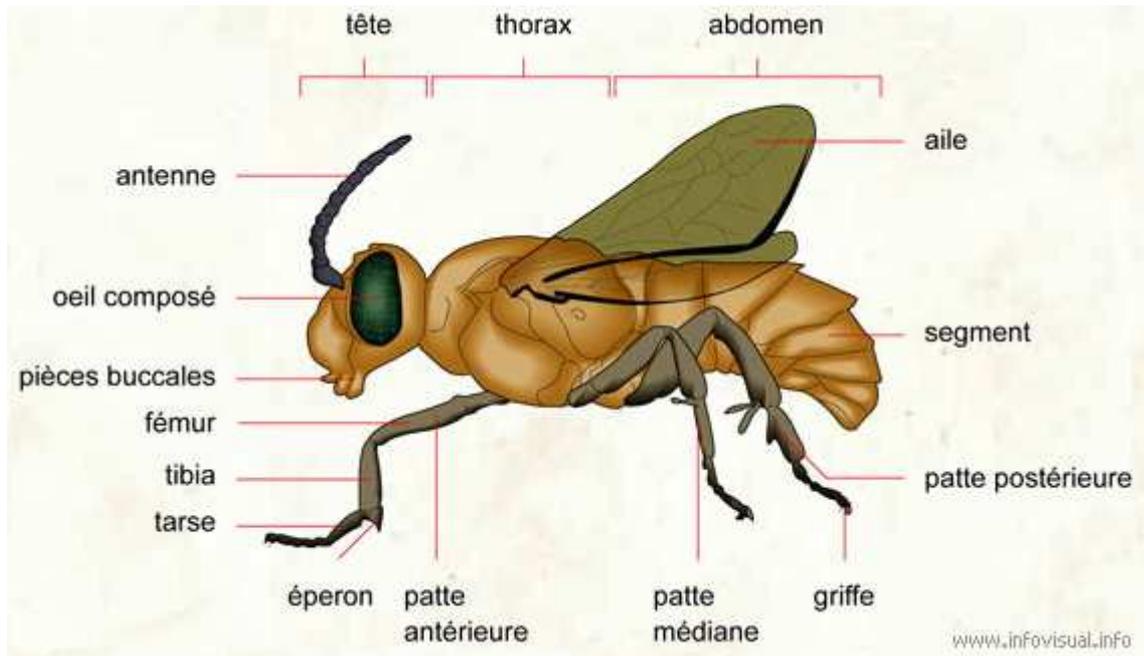
**Figure 1 : répartition géographique des Principales races d'*Apis mellifera***

(Frank et al, 2000)

## II. Biologie de l'abeille.

### II.1. Morphologie externe.

Le corps de l'abeille est divisé en plusieurs segments (figure 2). On distingue facilement trois parties, caractéristiques de la classe des insectes, composant le corps de l'abeille : la tête, le thorax et l'abdomen. (Adam, 2010 ; Le conte, 2002)



**Figure 2 : Morphologie externe de l'abeille domestique (*apis mellifera*)**

(<http://www.infovisual.info>)

#### II.1.1. La 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 des sens 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 70 000 chez les faux bourdons) qui sont utilisés 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)

### **II.1.2. Le 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)

### **II.1.3. L'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 la glande 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).

## **II.2. Anatomie interne.**

### **II.2.1. 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.

**II.2.2. 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).

**II.2.3. 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).

**II.2.4. L'appareil reproducteur.****II.2.4.1. L'appareil reproducteur femelle.**

Il comprend deux ovaires, composé, chez la reine, par un très grand nombre de tube ovarien (entre 100 et 180) (Jackson et *al*, 2010). Dans les organes atrophiés des ouvrières, le nombre de ces ovarioles est au contraire très réduit (on compte tout au plus 10 ou 12). A partir de ces ovaires, 2 oviductes aboutissent dans l'oviducte commun qui, à son extrémité, s'élargit en formant le vagin. Latéralement au vagin, il existe une sorte de sac appelé spermathèque à l'intérieur duquel s'écoule la sécrétion d'une glande nommée spermophile (Biri, 2010).

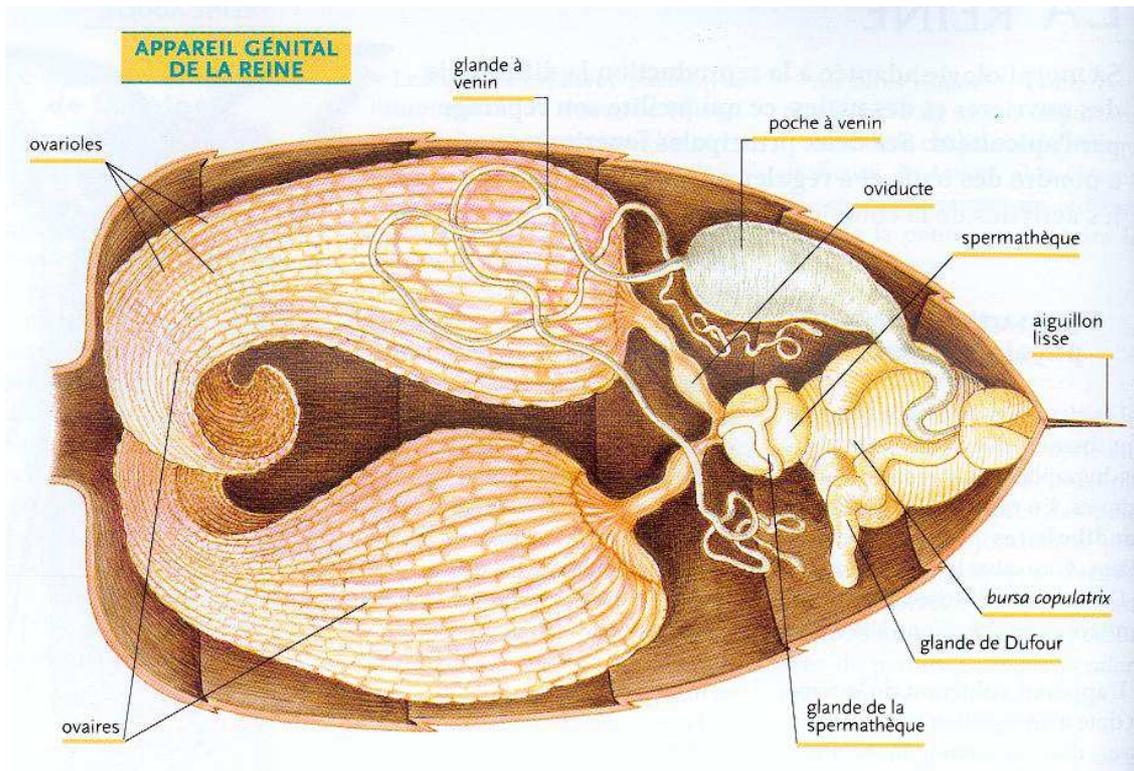


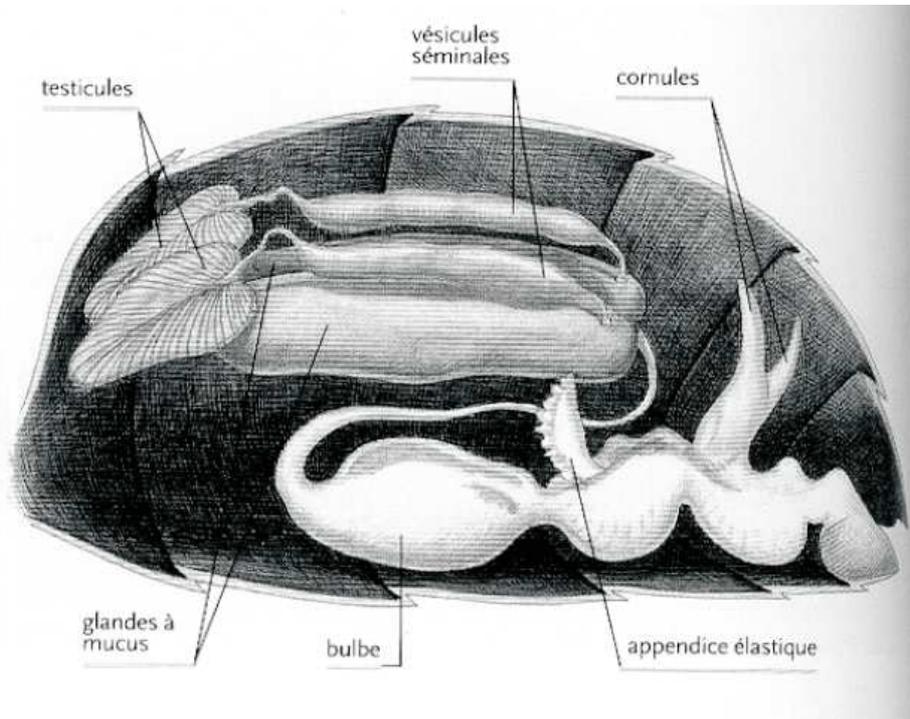
Figure 3 : Appareil génital de la reine (Le Conte, 2002).

#### II.2.4.2. L'appareil reproducteur mâle.

L'appareil reproducteur du mâle a une structure très complexe. Schématiquement, on peut le résumer en un organe pair produisant les spermatozoïdes formés par les testicules et un organe impair servant à la transmission mécanique des spermatozoïdes vers la reine ou organe copulateur (endophallus). Entre les deux se trouvent les vésicules séminales, organes essentiellement de stockage et de maturation des spermatozoïdes (Colin & Gauthier, 2006).

A l'émergence, les testicules du mâle apparaissent comme deux énormes masses blanches emplissant la cavité abdominale. 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. (Deroth, 1980. Collin & Gauthier, 2006).

Lors de l'accouplement, la vésicule séminale se contracte et fait passer les spermatozoïdes dans le canal déférent de l'endophallus. La masse des spermatozoïdes est suivie par un flux de mucus provenant de deux glandes abdominales volumineuses. Seuls les spermatozoïdes atteignent la spermathèque de la reine alors que le mucus est rejeté hors des



voies génitales de cette dernière (Colin & Gauthier, 2006).

**Figure 4 : l'appareil reproducteur du faux bourdon (Le conte, 2003)**

### **II.3. La reproduction chez les abeilles**

#### **II.3.1. La reproduction sexuée**

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 séminal 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).

### **II.3.2. 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).

**II.3.3. L'insémination artificielle**

Depuis REAMURE en 1740 qui essaya de faire féconder des reines dans des flacons de verre, puis HUBER en 1184 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)

**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 µl 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).

**III. La colonie d'abeille****III.1. Les trois castes d'abeilles et leurs fonctions au sein de la colonie.**

L'abeille mellifique vit au sein d'une famille, ou colonie, permanente dont le nombre de membre varie en fonctions de la saison et de la force de chaque ruche. Dison néanmoins qu'une colonie compte un minimum d'environ quinze mille individus en hiver, ce chiffre pouvant passer à cent mille en période de récolte.

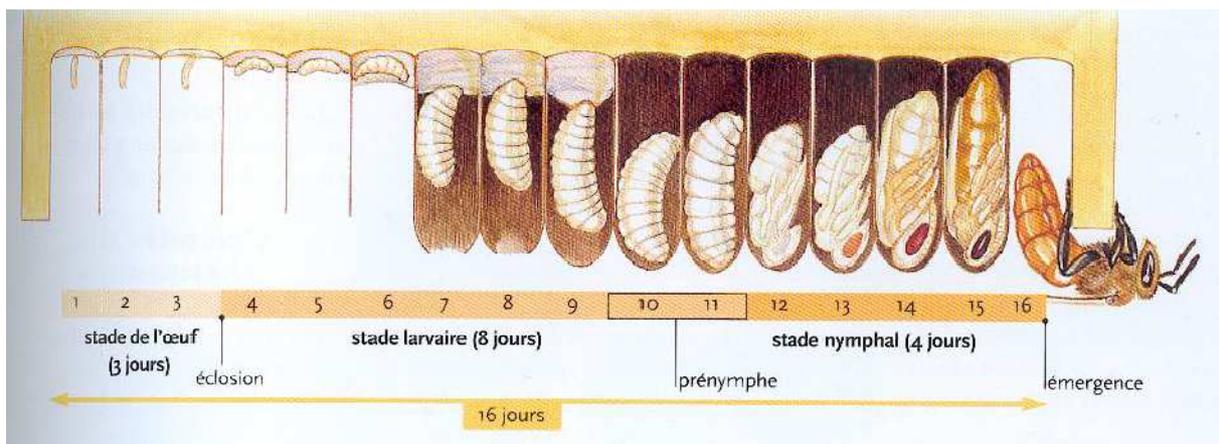
La colonie d'abeilles comprend trois castes :

- La reine ;
- Les ouvrières ;
- Les faux bourdons. (Ravazzi, 2007)

### III.1.1. La reine

Issue d'un œuf 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) et naît seize jours après. Seule vraie femelle dans la ruche, la reine donne naissance à la colonie tout entière. Elle ne butine pas ni ne construit d'alvéoles, pas plus qu'elle ne s'occupe de sa progéniture (Rossant, 2011).

La mission active de la reine est la ponte des œufs, ce qui représente une prestation énorme ; 1500 œufs par jour (plus que son propre poids et sa mission passive est la production grâce à ses glandes mandibulaires de substances magiques (phéromones) qui maintien ensemble la structure complexe de la colonie et qui assure un déroulement ordonné de toutes les fonctions vitales (Weiss, 1985).



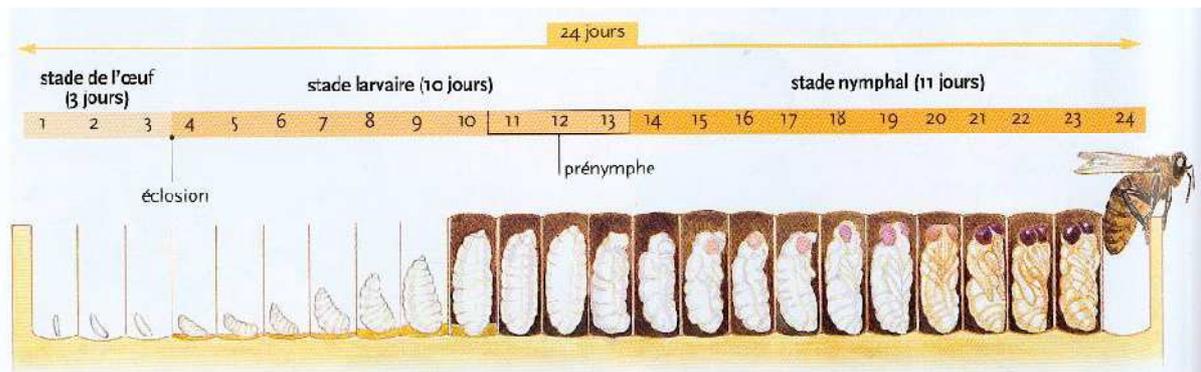
**Figure 5 : de l'œuf à la reine (Le conte, 2002)**

### III.1.2. Les mâles

Les mâles ne naissent qu'à partir du mois de mars, vingt-quatre jours après la ponte des œufs déposés dans des alvéoles plus grandes que celles des ouvrières. Puis, il faut environ

15 jours pour qu'ils atteignent la maturité sexuelle. Ils ne sont donc « opérationnels » qu'à partir de la deuxième moitié d'avril (Rossant, 2011).

Dans le monde des abeilles ils n'ont qu'une seule mission, la fécondation de la reine. On les retrouve en grosse quantité en été et inexistantes en automne. On les reconnaît facilement à leurs grands yeux et leur gros abdomen arrondi. Il ne possède pas de dard et ne participe à aucune des tâches de la colonie (Weiss, 1985).

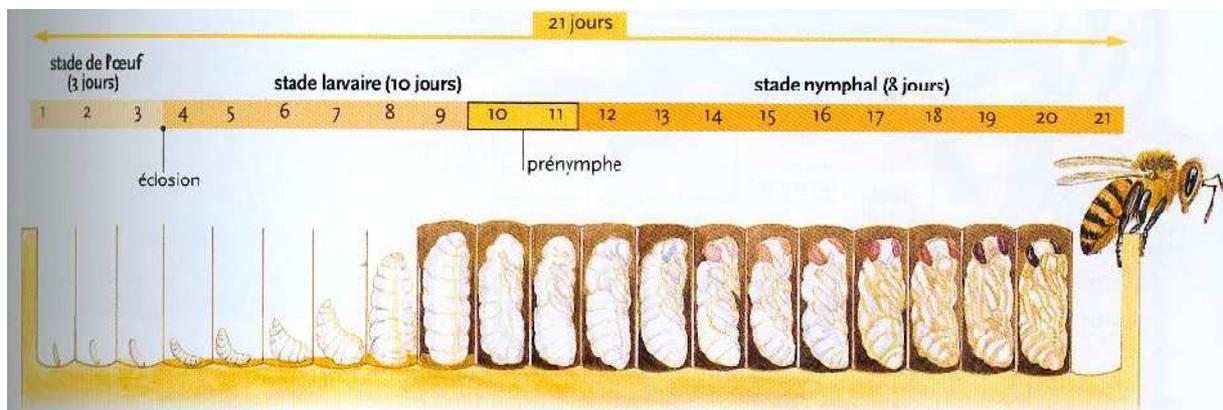


**Figure 6 : de l'œuf au faux bourdon (Le conte, 2003)**

**III.1.3. Les ouvrières**

Le cycle de vie de l'ouvrière se découpe en quatre phases: l'œuf, trois jours; la larve, six jours ; la nymphe, douze jours et le stade adulte, neuf mois, dépendamment s'il s'agit d'une abeille d'été ou d'hiver (Pelletier, 2010).

Les larves d'ouvrières sont nourries avec de la gelée royale les 3 premiers jours de leur vie, puis avec de la bouillie larvaire (produite principalement par les glandes hypopharyngiennes des nourrices) durant les 2 derniers stades larvaires. Le développement des ouvrières est de 21 jours (Maissonasse, 2010).



**Figure 7 : de l'œuf à l'ouvrière (Le conte, 2003)**

Dans la société d'abeilles, l'ouvrière assume presque toutes les fonctions. Au cours de la première partie de leur vie, elles sont dites ouvrières de maison, c'est-à-dire qu'elles vaquent à leurs occupations à l'intérieur de la ruche et s'en éloignent uniquement pour accomplir un vol de repérage ; dès la seconde moitié de leur vie, elles deviennent butineuses (Weiss, 1985).



La figure ci-dessous explique clairement les tâches de l'ouvrière selon son âge.

**Figure 8 : montrant le polyéthisme lié à l'âge de l'abeille ouvrière.**

([www.Naturalim.com](http://www.Naturalim.com))

### **III.2. La communication et le langage des abeilles**

#### **III.2.1. La danse**

Les abeilles ont la capacité de communiquer entre elles grâce à un langage qui leur est propre : la *danse*. Lorsqu'elles ont découvert de la nourriture, elles sont capables d'en faire part à leurs compagnes. Ce langage se manifeste sous la forme de deux types de danse selon l'éloignement de la source de nourriture (Biri, 2010).

On distingue deux types de danses :

➤ **La danse en rond**

Il a été démontré que les abeilles dansaient en rond quand le lieu de butinage était proche (100 m au maximum). L'abeille effectue rapidement des petites rondes en tous sens sur les rayons, au milieu des autres butineuses, celles-ci suivent le mouvement en essayant de garder les antennes sur la danseuse pour identifier le parfum de fleurs imprégné sur sa robe et partent à la recherche de celles-ci autour de la ruche (Ravazzi, 2007).

➤ **La danse frétilante**

Les abeilles l'effectuent quand les zones de récoltes se situent à plus de 100 m. Elle est effectuée en trémoissant l'abdomen sur un trajet rectiligne bien précis, puis demi-tour à droite, de nouveau la ligne droite en frétilant, demi-tour à gauche etc....

En fait l'abeille reproduit (dans le noir) sur le plan vertical des cadres de la ruche, la direction ruche/butin par rapport au soleil.

La fréquence de son frétillement indique la distance : la fréquence diminue au fur et à mesure que la distance est grande : 9 à 10 fois en 15 secondes pour 500 mètres, 6 fois seulement pour 1000 mètres. L'angle de sa droite par rapport à la verticale reproduit celui de l'axe ruche / butin par rapport au soleil (Ravazzi, 2007).

### **III.2.2. La communication chimique :**

- **Défense du nid**

Le comportement de défense de la colonie commence généralement par l'émission de la phéromone d'alarme par les abeilles gardiennes à l'entrée de la ruche, ce qui incite alors d'autres abeilles à se déplacer à l'entrée pour protéger la ruche. De plus, un mélange de substances est libéré par la glande à venin des ouvrières lorsqu'elles piquent, ce qui permet le recrutement de nouvelles ouvrières qui défendront le nid à leur tour. (Maissonasse, 2010).

- **Orientation**

- ❖ **Phéromone de Nasonov**

Le phénomène de cohésion d'un essaim d'abeilles est dû à un bouquet phéromonal de sept composés produits par la glande de Nasonov des ouvrières, et qui compose donc la phéromone de Nasonov. Le signal est libéré à l'extrémité de la face dorsale de l'abdomen des ouvrières pour attirer les ouvrières sœurs de

façon organisée et calme. Cette phéromone volatile est produite lors d'une position particulière de l'abeille, qui ventile la phéromone avec ses ailes pour orienter les autres abeilles de la colonie comme par exemple à l'entrée de la ruche ou pendant l'essaimage. Cette phéromone permet également de trouver une source d'eau ou de nourriture (Maissonasse, 2010).

#### ❖ **Phéromone de recrutement**

Lorsque les butineuses exécutent la danse frétilante, en même temps, elles émettent 4 hydrocarbures qui sont impliqués dans le comportement actif de recrutement de nouvelles butineuses. Cette odeur, émise par la cuticule des abeilles est produite en quantité pendant la danse frétilante. Cette phéromone est classée comme une phéromone non glandulaire. (Maissonasse, 2010)

#### • **Reconnaissance spécifique**

La grande diversité des CHC (Cuticular Hydrocarbons (Hydrocarbures cuticulaires)) chez les insectes sociaux donne de nombreuses informations comme la reconnaissance des apparentés, la reconnaissance de la tâche accomplie par l'individu, la caste. Après des travaux controversés, il a été montré que les abeilles domestiques distinguent les différents CHC et ces CHC servent notamment à la reconnaissance des apparentés. Par exemple, ils indiquent aux gardiennes si la butineuse qui revient à la ruche appartient ou non à la colonie. (Maissonasse, 2010).

#### • **Cohésion du nid par la reine**

La reine diffuse une information centrale pour réguler l'homéostasie et le développement de la colonie notamment par l'utilisation de phéromones royales. La première phéromone identifiée chez l'abeille domestique, et notamment chez la reine, est un acide : le 9-ODA ((E)-9-oxodéc-2-énoic acid). Cette phéromone, possède des rôles fonctionnels dans la colonie comme l'attraction des mâles, l'attraction des ouvrières dans le comportement de cour à la reine, et la castration chimique des ouvrières. Plus tard, Slessor et al (1988) découvrirent la QMP. (Maissonasse, 2010).

La QMP (Queen Mandibular Pheromone (Phéromone des glandes mandibulaires de la reine)) attire fortement les jeunes ouvrières et stimule le soin à la reine de la part des ouvrières qui la nourrissent et la nettoient. Ces jeunes ouvrières interagissent avec les autres abeilles du

nid et dispersent la QMP dans toute la colonie indiquant la présence et l'influence de la reine. (Maissonasse, 2010).

La QMP a un rôle dans l'architecture du nid : elle favorise la construction de cellules au format ouvrier (en opposition aux cellules de mâles qui sont de diamètre supérieur), la QMP inhibe la construction de cellules de mâles et de reines jusqu'à un certain stade de développement de la colonie, entraînant une moins bonne circulation de la QMP dans la colonie. (Maissonasse, 2010).

La QMP engendre la cohésion de l'essaim lors de l'essaimage. (Maissonasse, 2010).

- **Entretien du couvain**

Les larves produisent un système phéromonal complexe pour ajuster le comportement et la physiologie des ouvrières à leurs besoins. Différentes phéromones du couvain ont été identifiées avec des actions modificatrices et incitatrices sur les ouvrières. (Maissonasse, 2010).

Le couvain produit également une autre phéromone composée d'un mélange de 10 esters éthyliques et méthyliques agissant sur la physiologie et le comportement des ouvrières : la BEP (BEP = Brood Ester Pheromone, Pheromone du couvain composée d'ester). (Maissonasse, 2010).

Par l'émission de la BEP, le couvain module le comportement des ouvrières pour améliorer sa nutrition. La BEP induit une augmentation de quantité de gelée royale déposée dans les cellules par les ouvrières et modifie la physiologie des ouvrières en augmentant le taux des protéines des glandes hypopharyngiennes des ouvrières (lieu de production d'une partie de la nourriture larvaire). (Maissonasse, 2010).

Cette phéromone induit la reconnaissance de l'âge des larves par les abeilles nourrices et, à la fin du cinquième stade larvaire, une certaine proportion des composés de la BEP induit l'operculation des cellules par les ouvrières.

La BEP, par ces actions, engage les ouvrières vers un soin actif du couvain et à allouer de l'énergie vers le couvain plutôt que dans d'autres tâches. (Maissonasse, 2010).

- **Division du travail**

Il existe au moins deux types de divisions du travail dans la société d'abeilles *Apis mellifera* qui sont centrales pour l'organisation de la colonie.

La première division du travail se situe au niveau de la reproduction. Elle est caractérisée par des individus reproducteurs (la reine et les mâles) pour la pérennisation de la colonie et des ouvrières stériles qui s'occupent de toutes les autres tâches de la colonie.

Chez les espèces hautement eusociales, un deuxième type de répartition des tâches existe entre les ouvrières, qui sont organisées autour d'une division de l'ensemble des travaux nécessaires au développement de la colonie. Cette division des tâches entre les ouvrières est liée à l'âge. Les ouvrières participent aux tâches à l'intérieur du nid quand elles sont jeunes puis s'engagent dans les activités extérieures quand elles vieillissent. Cette maturation du comportement ou développement comportemental des ouvrières est plus connu sous le nom «polyéthisme d'âge». (Maissonasse, 2010).

### **III.2.3. Les interactions tropholactiques :**

La trophallaxie est un échange direct de nourriture entre ouvrières, ou entre une ouvrière et la reine. L'abeille « receveuse » sollicite par contacts antennaires et en explorant les pièces buccales de l'abeille « donneuse » au moyen du proboscis. La trophallaxie est une sorte de communication sociale non dansée. L'échange de nectar incite les butineuses inactives à reprendre leur activité de butinage, et par ce phénomène, elles peuvent évaluer elles-mêmes la concentration en sucre du nectar. En outre, les ouvrières ont une mémoire olfactive très développées et les odeurs jouent un rôle essentiel dans leur orientation vers les fleurs. (Toudert, 2011).

## **IV. Les ennemis et les maladies des abeilles.**

Les abeilles comptent, dans la nature, un certain nombre d'ennemis et sont victimes de diverses maladies parfois très dangereuses pour l'existence de la colonie. (Ravazzi, 2007)

### **IV.1. Les ennemis des abeilles.**

Les principaux ennemis des abeilles sont :

#### **IV.1.1. Le guêpier**

Le nom scientifique du guêpier, *Merops apiaster* (mangeur d'abeilles), en dit long sur ses rapports avec nos précieux insectes. (Ravazzi, 2007) Le guêpier est très beau avec un plumage brillant. C'est un insectivore infatigable et étonnamment habile à attraper les abeilles en vol qui constituent 70% à 80% de son régime alimentaire. En une saison une paire d'oiseaux peuvent consommer jusqu'à 30.000 abeilles (Ben hamida, 1999). Le principal mode

de chasse est l'affût : du haut d'un perchoir bien situé, le Guêpier attend le passage d'un insecte à portée de vue et se lance à sa poursuite. (Didier, 2009). Habituellement migrateur, il a cependant commencé depuis quelques années à nidifier en Europe (Ravazzi, 2007). Il vient chez nous pour se reproduire. Il installe son nid au fond de « terriers » creusés dans des talus ou pentes sablonneuses. La nichée est de cinq à sept petits, qui seront capables de prendre leur envol un mois après leur naissance. (Barbançon, 2002)

#### **IV.1.2. La fausse teigne**

Il s'agit de papillons nocturnes qui s'installent dans les bâtisses, de préférence anciennes et peu fréquentées par les abeilles, et y déposent leurs œufs. La larve se nourrit de cire et creuse des galeries qui, en peu de temps, peuvent détruire le rayon. Lorsque la ruche est habitée, les abeilles maîtrisent la situation en tuant les chenilles et les papillons à leurs entrées.

Il existe deux sortes de fausse teigne : la *Galleria cerella* ou *Galleria melonella*, qui mesure 15 à 18 mm de long, et l'*Achroea grisella*, dont la longueur oscille entre 7 et 8 mm, les deux étant de petits papillons gris. (Ravazzi, 2007)

#### **IV.1.3. Le Petit Coléoptère de la Ruche**

*Aethina tumida* Murray est le nom scientifique du petit coléoptère des ruches de couleur noire appartenant au groupe des Méligèthes (Nitidulidae). Originaire d'Afrique du Sud, il parasite les colonies d'abeilles africaines qui parviennent cependant à le tenir en échec par des comportements de défense. Elles ont développé contre l'intrus une stratégie de lutte spécifique en l'emmurant dans une prison de propolis et en évacuant minutieusement les œufs et les larves de la ruche. (Hause, 2004).

### **IV.2. Les maladies des abeilles**

#### **IV.2.1. La varroase.**

La varroase est une maladie parasitaire des abeilles dont l'agent pathogène *Varroa jacobsoni* a été identifié par Jacobson en 1904 sur l'île de Java. Depuis cette époque, la maladie s'est répandue dans de nombreux pays en raison de sa grande contagiosité et a détruit des milliers de ruches. (Collin, 1982 ; Ravazzi, 2007)

La femelle du varroa est la plus facilement observable. Elle mesure environ 1 mm. Le mâle fait environ la moitié de la taille de la femelle et ne vit que dans les cellules du couvain.

Cet acarien se nourrit de l'hémolymphe. Le varroa est un prédateur très dangereux pour l'abeille du fait de son grand potentiel de reproduction. En effet, varroa se reproduit dans le couvain operculé d'ouvrières ou de mâles, en 12 et 14 jours respectivement. Varroa s'introduit dans une cellule du couvain 24 heures avant la nymphose de la larve et l'operculation de la cellule (Adam, 2012).

#### **IV.2.2. La loque américaine.**

La loque américaine est une maladie de l'abeille domestique (*Apis mellifera* L.), extrêmement contagieuse (Nguyen & al, 2009). Elle est causée par le *Bacillus larvae white* qui se caractérise par des spores extrêmement résistantes (Ravazzi, 2007). La loque américaine, en dépit de son nom, est présente dans le monde entier, sauf en Afrique subsaharienne. Elle est sûrement la maladie la plus dévastatrice qui puisse affecter le couvain de l'abeille mellifère (Simoneau, 2002)

#### **IV.2.3. La loque européenne.**

Maladie causée par le streptocoque *Melissococcus plutonius* qui s'attaque aux jeunes larves de 3 à 4 jours, lesquelles s'allongent horizontalement dans la cellule. Elles deviennent brun-noir, se dessèchent et deviennent des écailles facilement enlevables. Quand la maladie a pris de l'extension, une odeur de viande pourrie se dégage de la colonie (Adam, 2012).

#### **IV.2.4. La nosérose.**

L'agent causal de la nosérose est *Nosema sp.* microorganisme unicellulaire qui infecte l'épithélium de la paroi du mésenteron de l'abeille ouvrière. *Nosema* forme des spores résistantes qui restent viables pendant de longues durées. L'infection peut aboutir à des diarrhées. Elle se traduit par des tremblements chez les imagos d'abeilles, par une incapacité à voler et par un déclin de la colonie jusqu'à sa disparition (Adjlane & al, 2011).

### **V. Les produits de la ruche**

#### **V.1. Le miel.**

Selon l'ordonnance allemande du 13.12.76, le miel est un aliment liquide épais ou cristallisé qui est produit par les abeilles qui récoltent le nectar des fleurs de plantes vivantes

ou d'autres sécrétions d'insectes, qu'elles enrichissent et transforment avec leurs propres sécrétions qu'elles emmagasinent dans leurs rayons et laissent murir. (Weiss, 1985).

### **V.1.1. Caractéristiques et composition**

Lorsque les abeilles domestiques récoltent dans les fleurs le nectar, un liquide peu concentré, et le convertissent en miel en laissant s'évaporer une partie de l'eau qu'il contient et en y introduisant une enzyme spéciale qui décompose les sucres en lévulose et en dextrose. Elles consomment une partie de ce miel pour s'alimenter et engrangent le reste dans les rayons en prévision des périodes de basse floraison. En générale les abeilles mettent de côté plus de miel que nécessaire, et c'est ce surplus qui peut être récolté par l'apiculteur. (Paterson, 2008).

### **V1.2. Utilisations du miel**

Le miel est surtout un aliment sucré et un agent sucrant. En Afrique, il sert à l'élaboration des bières de miel, souvent les plus appréciées des bières traditionnelles. Le miel a également des usages médicaux, par exemple mélangé à du lait chaud ou à de l'eau chaude citronnée, pour confectionner un breuvage bien connu contre la toux et les maux de gorge. Il a aussi des propriétés antibiotiques et se révèle efficace pour traiter les plaies et les brûlures. Par ailleurs, il entre de plus en plus souvent dans la composition des cosmétiques et autres produits de toilettes. (Paterson, 2008).

## **V.2. Le pollen**

Le pollen est une substance poudreuse produite par les organes mâles de fleurs. Il contient la semence des plantes. Les abeilles aident à transférer le pollen de plante en plante, il est utilisé pour nourrir le couvain âgé et est mangé en grandes quantités par les nourrices qui produisent la gelée royale avec les glandes de la tête. Cela correspond aux protéines, vitamines et composantes minérales du régime de l'abeille. (Mateescu, 2013).

### **V.2.1. Comment recueillir le pollen**

Lorsqu'on veut recueillir du pollen, pour l'alimentation humaine, on prélève généralement les pelotes que les abeilles ramènent à la ruche. Pour ce faire on oblige les butineuses à passer au travers d'un grillage ou par des trous percés dans une tôle ou dans une plaque en matière plastique ou elles perdent une partie de leur chargement de pollen celui-ci tombe dans un tiroir recouvert d'un autre grillage infranchissable pour les abeilles. (Weiss, 1985).

**V.2.2. Bienfaits du pollen**

Le pollen n'est pas un produit miraculeux mais un aliment naturel capable d'aider l'organisme humain aux plans curatif et préventif. Il est riche en glucides (35%), protéines (20%), acides aminés dont les 8 principaux, en enzymes, et contient toutes les vitamines du groupe B avec de fortes teneurs en bêta-carotène, en vitamine C, D et E.

Il contient aussi des minéraux avec une forte teneur en sélénium, antioxydant très rare, des oligo-éléments ainsi que des substances antibiotiques actives. (UNAF, 2006)

Ont site ci-dessous quelques exemples de pollens (selon leurs provenances) et leurs bienfaits sur l'organisme humain :

- Le pollen de pissenlit est diurétique, agissant favorablement sur les reins et la vessie ; il est dépuratif et légèrement laxatif.
- Le pollen de serpolet active la circulation, il est tonique, légèrement aphrodisiaque et exerce une action antiseptique au niveau des bronches.
- Le pollen de thym est tonifiant avec des qualités antiseptiques.
- Le pollen de sauge exerce un effet diurétique et régule la fonction gastro-intestinale.
- Le pollen d'acacia est calmant.
- Le pollen de marronnier favorise la circulation veineuse et artérielle, décongestionne le foie et la prostate.
- Le pollen de châtaignier d'ornement agit sur les troubles de la circulation veineuse et fortifie le réseau capillaire.
- Le pollen de tilleul est sédatif et calmant. (UNAF, 2006).

**V.3. La gelée royale**

Selon (Biri, 2010) La gelée royale est une sécrétion produite par des glandes situées dans la tête des abeilles ouvrières, particulièrement active chez les abeilles dites nourrices qui ont entre 5 et 14 jours.

**V.3.1. Comment recueillir la gelée royale**

Puisque ce sont les cellules royales qui en contiennent le plus, on élève un certain nombre de larves royales, que l'on sacrifie au bout de 5 jours ; on prélève ensuite la gelée dans laquelle les larves baignent littéralement. (Biri, 2010)

**V.3.2. Usages de la gelée royale.**

La gelée royale renforce l'organisme et équilibre ses fonctions. C'est ainsi qu'elle calme les troubles neurovégétatifs. Elle serait également efficace contre les dérangements circulatoires et l'asthénie, provoquée par le stress. On pense qu'elle soulage les maux d'estomac et même les troubles du retour d'âge. Elle constitue un fortifiant pour les personnes âgées et les convalescents. (Weiss, 1985).

#### **V.4. La cire**

Ce sont les huit glandes cirières situées sur l'abdomen des ouvrières qui remplissent cette tâche entre le douzième et le dix-huitième jour de leur vie. La cire est une substance grasse se présentant sous forme de fines lamelles blanches de moins d'un milligramme quasi transparentes, qui jaunira au contact du miel, du pollen et de la propolis. (Domergo & al, 2007)

##### **V.4.1. Comment recueillir la cire d'abeille.**

L'apiculture récupère la cire de deux manières différentes : soit il fait fondre les vieux cadre, soit il recueille la cire des opercules. Un quintal de miel operculé donne 1.5 à 2 kg de cire. (Ravazzi, 2007)

##### **V.4.2. Usages de la cire d'abeilles**

De nos jours, l'apiculteur fabrique lui-même de la cire gaufrée, c'est-à-dire des rayons artificiels pour remplacer ceux que les abeilles fabriquent elle mêmes, car ce travail est considéré comme un gaspillage dans l'économie apicole. la cire est également utilisée à d'autres fins, : pour faire briller les meubles et les parquets, pour préparer le cirage, des toiles cirées, des vernis, de la cire à cacheter, des mastics, des fleurs artificielle ; elle sert également en médecine, en aéronautique et en parfumerie. (Biri, 2010)

#### **V.5. La Propolis**

Elle provient de la fine pellicule résineuse recouvrant les bourgeons que l'abeille récolte aux premiers jours du printemps et de l'automne sur les bouleaux, les aulnes, les marronniers d'inde, les chênes, les peupliers, les saules et les écorces d'épicéas. (Domergo & al 2007).

##### **V.5.1. Comment la recueillir.**

On l'enlève avec le lève-cadres dont une des extrémités fait office de grattoir. Comme on en trouve partout, tous les éléments de la ruche seront nettoyés. Si on travaille par temps froid elle colle moins et elle saute littéralement de son siège et se brise comme du verre en

petits morceaux. Elle ne doit pas contenir trop de cire et être exempte de corps étrangers tels les copeaux de bois, fils de fer, abeilles mortes etc. (Biri, 2010)

### **V.5.2. Usages de la propolis.**

Elle est employée la plupart du temps sous forme de solutions alcooliques qui permettent à la fois de la débarrasser de ses impuretés, remplit trois fonctions capitales :

- Bactéricide ;
- Anti-oxydante ;
- Fongicide.

Excellent cicatrisant, elle peut se révéler d'un grand secours en cas de brûlures. En solution et en proportions diverses, elle peut aussi faire office de digestif et aider à lutter contre les affections des voies respiratoires. (Ravazzi, 2007)

## **VI. Rôles environnementaux de l'abeille domestique**

### **VI.1. Pollinisation**

La plupart des plantes nécessitent, pour se faire polliniser, l'intervention d'un agent intermédiaire : vent ou eau, insecte ou oiseau. La grande famille des abeilles, avec ses 20 000 espèces, joue un rôle fondamental dans ce processus. Quatre-vingts pour cent des espèces de plantes à fleurs dépendent de ces insectes pour leur pollinisation, préalable incontournable à leur reproduction sexuée, donc à leur survie et à leur évolution. (Marchenay et Berard, 2007)

Chez les plantes à fleurs, la formation des graines provient de la maturation des ovules, grâce à l'apport de noyaux fécondants contenus dans le pollen. Les graines de pollen, pour rejoindre les ovules de la fleur, se déposent sur la partie supérieure du pistil, le stigmate. Ce processus appelé pollinisation, constitue un élément essentiel à la fécondation. Il est très lié au nectar, au pollen et à la visite des fleurs. Rien d'étonnant donc à ce que notre abeilles ait quelque chose à voir avec cette aventure. (Marchenay et Berard, 2007)

### **VI.2. Bio-indication**

Le rôle de bioindicateur en est un de premier ordre pour *Apis mellifera*. Elle compte d'ailleurs plusieurs caractéristiques qui en font un indicateur environnemental de qualité. Tout d'abord, elle possède un corps couvert de poils, lui permettant de récolter moult substances et particules en cours de vol. Ensuite, elle bénéficie d'un taux élevé de reproduction, ce qui permet de renouveler le cheptel rapidement. De plus, elle rapporte inmanquablement ses « prélèvements » à la ruche, un point de contrôle idéal. Il est à noter qu'une abeille effectue

entre 12 et 15 sorties par jour afin d'aller butiner, dans un rayon d'environ 7 kilomètres carrés. L'aire de la récolte est donc assez facile à définir. Il faut aussi mentionner que les abeilles sont extrêmement sensibles aux pesticides. Elles l'indiquent de deux façons très distinctes : soit directement en retrouvant un « tapis » d'abeilles mortes à l'entrée de la ruche, soit indirectement en emmagasinant des contaminants dans leurs corps, en présentant des comportements anormaux, ou encore en ramenant à la ruche du pollen ou du nectar contaminés. On a même trouvé, aux États-Unis, 25 types de pesticides, 30 fongicides et plusieurs herbicides dans des échantillons de pollen prélevés dans des ruches. Dans certains cas, les effets pourraient se faire sentir à plus long terme, puisque les abeilles se nourriront, éventuellement, de ces produits. Autre qualité en tant que bioindicateur : l'abeille est une espèce orbicole. Cela permet donc d'établir des ruches dans différentes régions et d'effectuer des tests comparatifs. Finalement, l'abeille entretient des liens avec presque tous les secteurs de l'environnement : air, eau, sol et végétaux. Pour toutes ces raisons, l'abeille domestique est utilisée depuis plusieurs années et dans de nombreux pays, afin de contrôler différentes substances, telles que des métaux lourds, diverses substances chimiques ou des radionucléides. Quand un animal aussi bien « contrôlé » qu'*Apis mellifera* montre des signes alarmants en relation avec l'environnement, il est clair que l'avertissement devrait être pris au sérieux. (Pelletier, 2010).

**Chapitre II : Matériel et méthodes****I. Approche de travail**

Notre travail a consisté en la collecte de plus d'une centaine d'abeille mâle (faux bourdons), prélevés dans différents ruchers à travers la région de Bejaia

- Rucher de Mr A. Merabet (Amizour)
- Rucher de Mr B. Amokrane (Melbou)
- Rucher de Mr K.Ghanem (El kseur)
- Rucher expérimentale (université Bejaïa)

Nous avons axé notre travail sur deux aspects : morphométrique et histologique

L'aspect morphométrique s'est focalisé sur la prise de mensuration (poids, taille total, taille de l'abdomen, taille du thorax, taille de l'aile antérieure).

L'aspect histologique a consisté en la réalisation de coupes, que nous avons observées par la suite sur microscope photonique.

**II. Echantillonnage :**

Nos échantillons ont été prélevés dans plusieurs rucher à travers la région de Bejaia (El kseur, Melbou, université Bejaïa) et ceux a différente périodes (du mois de mars au mois de mai)

Les faux bourdons prélevés ont été mis dans des cages et transportés au laboratoire pour les mesurer et les disséquer.

Un total de 117 faux bourdons ont été prélevés dont 59 issus de reines à partir des rucher d'El kseur, de Melbou, et de l'université, tandis que 58 faux bourdons issus d'ouvrières ont été prélevés à partir de la ruche expérimentale de l'université qui a été orphelinée.

**III. L'aspect morphométrique****III.1. Matériels utilisés**

- **Ruche** : model Dadant-Blatt 10 cadres avec essaim d'abeille.
- **Combinaison apicole** : combinaison intégral, et des gants en cuire.
- **Enfumeur** : pour la maitrise des abeilles et atténuer leur agressivité.
- **Cage à abeille** : pour le stockage et le transporte des abeilles prélevées.
- **Balance de précision** : de marque RADWAG AS 220/C/2 avec précision de lecture de 0,1 mg.
- **Eppendorf** : pour le stockage individuel de chaque abeille et ensuite à la conservation des systèmes reproducteurs dans le formol.
- **Loupe binoculaire** : de marque OPTICA, avec deux oculaire de grossissement X10 et deux objectifs de grossissement (X0, 8 et W2, 5). Utilisée pour faciliter la prise des mensurations.
- **Feuille millimétrique** : utilisée comme échelle de mesure.
- **Pince entomologique** : permet la maitrise et la manipulation des abeilles.
- **Épingle entomologique** : pour maintenir l'individu fixe pour la prise de mesures.
- **Appareille photo numérique** : de marques HTC (5.0 Méga pixels), pour la prise de photos.

**III.2. Les opérations effectuées**

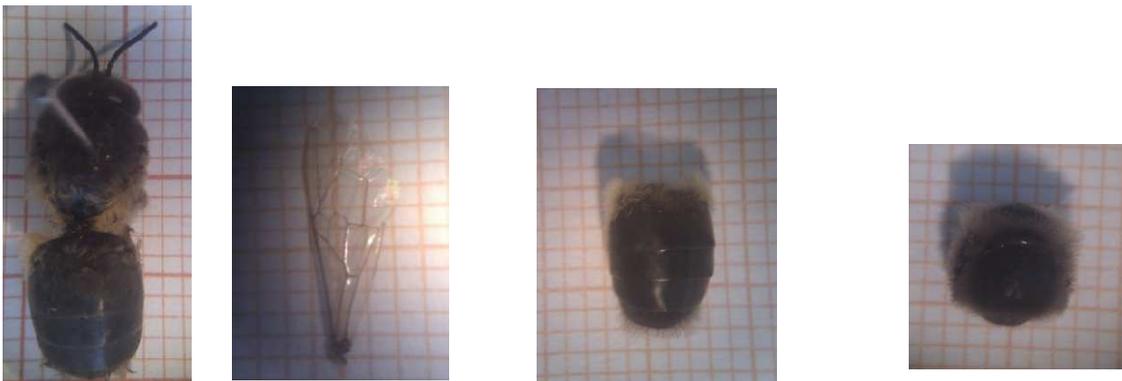
Les faux bourdons ont été euthanasiés en les mettant dans un congélateur pendant 5 à 10 minutes à -20°C afin de faciliter les manipulations.

Ensuite les mâles ont été pesés à l'aide d'une balance de précision de marque Radwag puis sont mis dans des Eppendorf étiquetés où figure la date, le lieu de prélèvement et le numéro de l'échantillon.

Pour les mensurations nous avons mesuré la longueur totale du corps, la longueur de l'aile antérieure, la longueur du thorax et la longueur de l'abdomen. Pour plus de précision nous avons fixé les mâles à l'aide d'épingles entomologiques.

D'abord, nous avons mesuré la taille de l'aile antérieure de chaque mâle sur feuille millimétrique et sous loupe binoculaire (G : 10X0.8). Puis nous avons mesuré sa taille totale en le fixant sur une feuille millimétrique après l'avoir placé sur sa fesse ventral et observé sous loupe binoculaire (G : 10X0.8).

Pour mesurer l'abdomen et le thorax nous les avons séparés du reste du corps pour avoir plus de précision. Toutes les mensurations ont été réalisées sous une loupe binoculaire.



**Figure 9 : Mensuration des différentes parties du faux bourdon (G : 10X0.8).**

### **III.3. Analyse statistique :**

Vu la diversité des paramètres étudiés sur deux types de male d'abeilles (issue de la reine et issue de l'ouvrière), la nécessité d'analyse séparée et combinée s'est imposée. A cet effet, il a été appliqué quatre méthodes statistiques, à savoir : le test de student, la régression simple, l'analyse en composantes principale (ACP) et la classification hiérarchique ascendante (CAH).

Ces différentes applications ont été exécutées sur trois aspects comparatifs portant sur :

- Une analyse séparée.
- Une analyse combinée.
- Une analyse d'un même type de paramètres discriminés par les deux variétés d'abeilles.

**III.3.1. Le logiciel utilisé**

Toutes les applications et les réalisations graphiques ont été assurées par le logiciel STATISTICA 5.5 (1999).

**III.3.2. Organisation des données et intérêt de l'analyse****III.3.2.1. Test de Student**

Les résultats ont été arrangés dans des matrices constituées de deux colonnes correspondant aux paramètres à comparer et les lignes aux individus de mâle d'abeille analysés dont le nombre était de :

- 59 pour les faux bourdons issus de la reine.
- 58 pour les faux bourdons issus de l'ouvrière.
- 117 pour le total.

La comparaison a été faite au risque d'erreur 5%.

Ce test permet d'élaborer l'ampleur des différences existantes entre les paramètres analysés.

**III.3.2.2. La régression simple**

Comme précédemment, les matrices ont été organisées en deux colonnes comportant les paramètres à comparer, et le nombre de ligne réservées aux individus de male d'abeille. Ce nombre varie en fonction de l'aspect étudié.

Les tests de régressions permettent d'évaluer, par le calcul d'un coefficient de corrélation, l'intensité de la relation bivariée ainsi que sa forme et son sens.

**III.3.2.3. L'analyse en composante principale (ACP)**

Cette méthode permet une vue globale des relations entre les différents paramètres données par un cercle de corrélation. Ce graphique renseigne globalement sur le rapprochement ou l'éloignement des ensembles analysés. Les résultats de cette méthode ont été appuyés par une autre méthode qui est la C.A.H.

**III.3.2.4. La classification ascendante hiérarchique (CAH)**

L'application a été faite sur les mêmes matrices que celles définies en A.C.P. les digrammes réalisés renseignent sur les distances exactes entre les P et met en évidence des ensembles de P générés par rapport au rapprochement ou l'éloignement.

**IV. L'aspect histologique****IV.1. Matériels utilisés**

- Plaque chauffante.
- Cassette histologique.
- Moules métalliques.
- Pince entomologique.
- Microtome.
- Portoir.
- Etuve.
- Automate.
- Crayon diamant.
- Bécher.

**IV.2. Produits divers**

- Ethanol 96° et 100°.
- Xylène.
- Eau.
- Paraffine.
- Hématoxyline de Harris.
- Eosine.
- L'EUKITT.

**IV.3. Dissection**

On a posé les abeillaud sur la face ventrale sur un lit de polystyrène, afin de pouvoir les fixer à l'aide d'une épingle entomologique au niveau du thorax. Puis on a effectué une incision le long de l'abdomen jusqu'au dernier tergite, puis à l'aide d'une pince entomologique, on a écarté l'abdomen pour faciliter l'extraction de l'appareil reproducteur, une fois ce dernier extrait il a été mis directement dans un eppendorf rempli de formaldéhyde à 10% pour le conserver.

**IV.4. Réalisation des blocs :**

Les 21 appareils reproducteurs de faux bourdons prélevés ont été mis dans des cassettes.

Afin de réaliser les coupes histologiques ont a suivi les étapes suivantes :

**IV.4.1. Déshydratation**

Pour extraire l'eau contenue dans les tissus on a effectué une déshydratation à l'éthanol, ainsi Les cassettes ont été mises dans six bains d'éthanol, les cinq premiers à 96° pendant 20 minutes chacun et le dernier à 100° (absolu) pendant 40 minute.

**IV.4.2. Eclaircissement (désalcoolisation)**

On a effectué la désalcoolisation des pièces à l'aide du xylène ; en effet on a placé les pièces dans trois bains de xylène comme suite :

- Le 1<sup>er</sup> bain pendant 10 minutes
- Le 2eme et le 3eme bain pendant 30 minutes

Et ce afin de les rendre miscible à la paraffine et d'autre part pour les éclaircir.



Figure 10 : trois bains de xylène

#### IV.4.3. Inclusion

L'inclusion a consisté à faire pénétrer de la paraffine dans les tissue des pièces à étudier, pour cela nous les avons plongées dans deux bain de paraffine fondu à 60°, le 1<sup>er</sup> pendant 40 minute et le 2eme pendant 1h30



**Figure 11 : deux bains de paraffine.**

#### **IV.4.4. Enrobage**

Le fond des moules métalliques, préalablement réchauffés, a été rempli avec de la paraffine chaude et maintenu sur la surface tempérée. La cassette contenant l'échantillon est sortie du bain de paraffine chaude et l'appareille reproducteur rapidement transféré vers le moule.



**Figure 12 : deux fonds de moule avec paraffine sur plaque chauffante.**

Les moules ont été placés délicatement sur la surface refroidie pour fixer les



échantillons au centre (durcissement de la paraffine par le froid).

**Figure 13 : Fixation de l'appareil reproducteur au centre du moule**

Les parties supérieures des cassettes, avec l'identification des échantillons, ont été placées sur les moules et le niveau de paraffine complété jusqu'à couvrir le fond grillagé. Le moule a été ensuite placé sur une surface froide pour faire durcir la paraffine.

**Figure 14 : Durcissement de la paraffine.****IV.4.5. Microtomie**

Cette étape très importante nécessite une multitude d'actions successives qui requièrent une attention toute particulière pour s'assurer des résultats satisfaisant l'étude. Les différentes étapes du Protocole se présentent comme suit :

- **Dégrossissement** : A  $10\mu\text{m}$  pour retirer l'excès de paraffine.
- **Les coupes** : Les coupes ont été réalisées à l'aide d'un microtome de marque LEICA RM 2025, les blocs ont été placés sur une surface de glace pour faciliter la réalisation des coupes de  $5\mu\text{m}$ .

- **Étalement des coupes :** Les rubans ont été étalés à la surface d'un bain marie afin de les déplier, les coupes jugées bonnes sont placées sur des lames gravées au préalable avec un crayon en diamant.

Une fois l'étalement fait, sur une platine chauffante à 45°C pour que la coupe soit bien aplatie, les lames ont été placées dans un porte-lames et mises dans une étuve à 43°C pendant 4h minimum pour bien sécher.

- **Étape de coloration et de montage**

- **Coloration**

Les lames ont été placées dans un automate de coloration à 12 bacs afin de chasser la paraffine et réhydrater les tissus pour permettre la réalisation des colorations standard dites « Hemalun-Eosine » dont la technique est la suivante :

- **Déparaffinage**

Les lames ont été mises dans trois bains de xylène pendant 10 minutes chacun.

- **Réhydratation**

Afin de retirer le xylène des tissus et de le remplacer par de l'eau, les lames ont été placées dans trois bains d'éthanol 100% et un bain d'eau pendant 1 minute chacun.

- **Coloration**

Les lames ont été placées dans les différents bains suivants :

- Hématoxyline de Harris (coloration des noyaux) pendant 30 secondes.
- Eau courante (bleuissement) pendant 30 secondes.
- Eosine (coloration du cytoplasme) pendant 3 minutes.
- Eau courante, jusqu'à disparition de la couleur rouge sur les bords des lames.

**➤ Montage**

Le montage est la dernière étape technique de la préparation des lames pour la lecture en microscopie. Dont la lecture passe par les étapes suivantes :

- Les coupes avant d'être monté ont été d'abord déshydratées dans trois bains d'éthanol absolu pendant une minute chacun, puis éclaircies au xylène dans trois bains d'une minute chacun aussi.
- les coupes colorées sont monté entre lame et lamelle avec l'EUKITT®
- avant la lecture, les lames sont laissées sécher puis numérotées au moyen d'un marqueur selon la 1<sup>ère</sup> numérotation au crayon diamant.

**I. Résultats****I.1 Analyse statistique**

- PT (Poids Total) / TAB (Taille Abdomen) DIFFERENCE SIGNIFICATIVE  
P < 0,05
- PT (Poids Total) / TTH (Taille du Thorax) DIFFERENCE SIGNIFICATIVE  
P < 0,05
- PT (Poids Total) /TT (Taille Total) DIFFERENCE SIGNIFICATIVE P < 0,05
- PT (Poids Total) /TA (Taille Aile antérieur) DIFFERENCE SIGNIFICATIVE  
P < 0,05
- TAB (Taille Abdomen) /TTH (Taille du Thorax) DIFFERENCE  
SIGNIFICATIVE P < 0,05
- TAB (Taille Abdomen) /TT (Taille Total) DIFFERENCE SIGNIFICATIVE  
P < 0,05
- TAB (Taille Abdomen) /TA (Taille Aile antérieur) DIFFERENCE  
SIGNIFICATIVE P < 0,05
- TTH (Taille du Thorax) /TT (Taille Total) DIFFERENCE SIGNIFICATIVE  
P < 0,05
- TTH (Taille du Thorax) /TA (Taille Aile antérieur) DIFFERENCE  
SIGNIFICATIVE P < 0,05
- TT (Taille Total) /TA (Taille Aile antérieur) DIFFERENCE SIGNIFICATIVE  
P < 0,05

L'analyse séparée par le test de Student a montrée qu'il y'avait une différence significative entre les différents paramètres avec un  $P < 0,05$ .

I.1.1 Etude de la relation existante entre les différents paramètres mesurés

➤ Relation entre la taille de l'abdomen et le poids total (TAB/PT) :

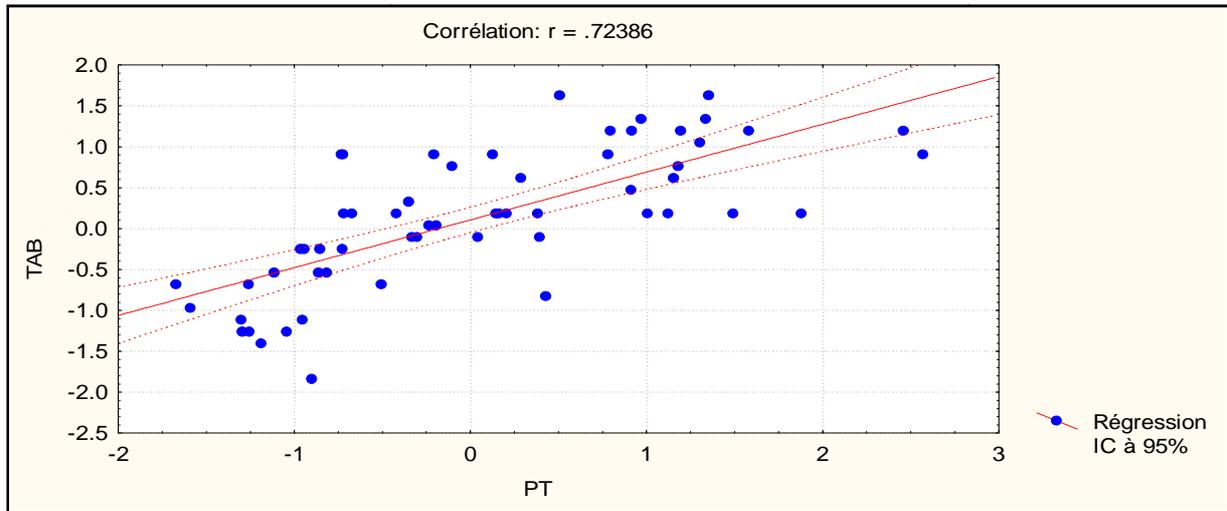


Figure 15 : ajustement linéaire de la taille de l'abdomen en fonction du poids total des faux bourdons issus de la reine

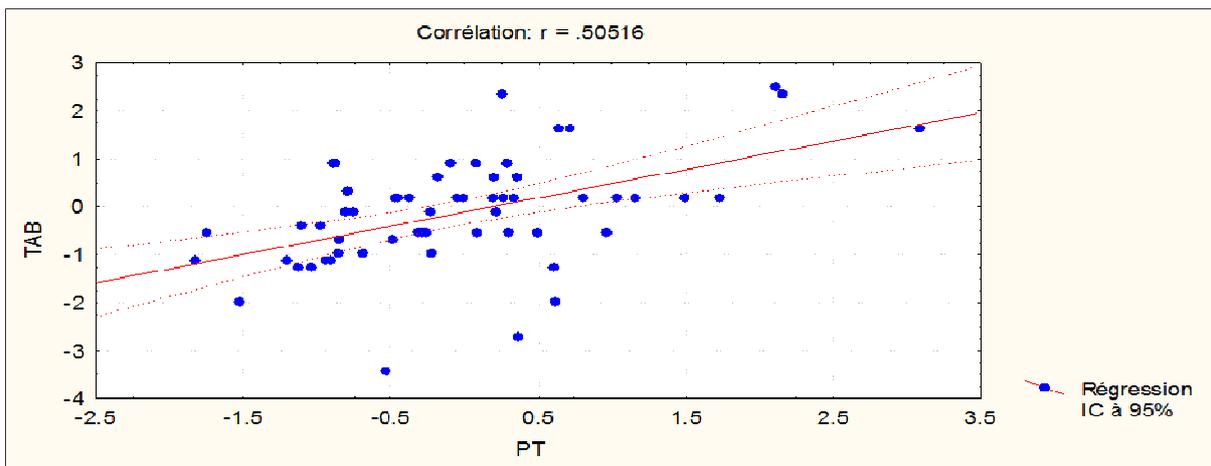
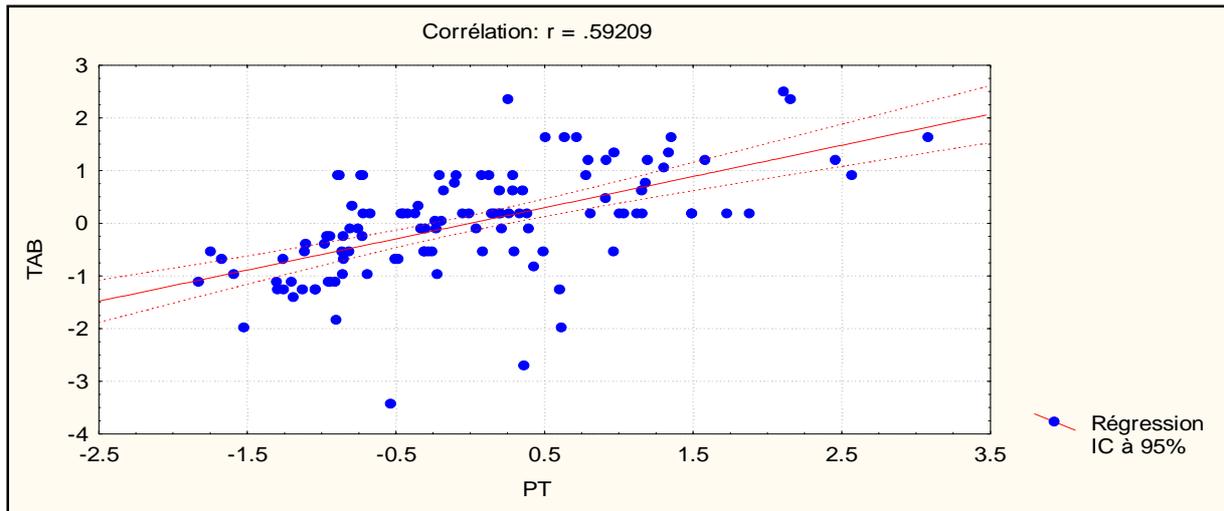


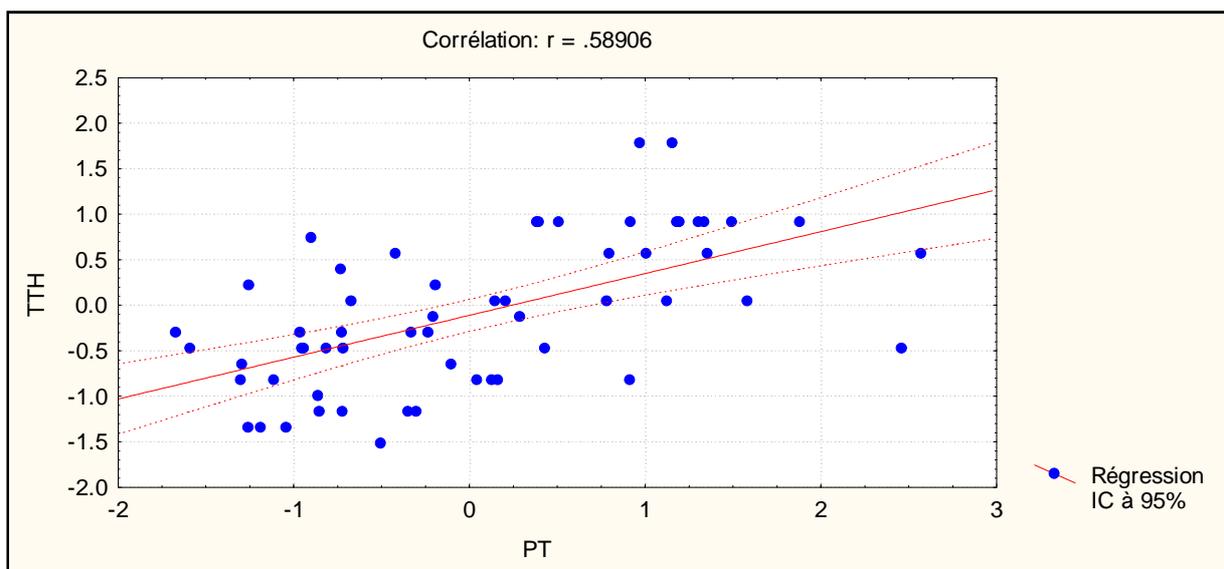
Figure 16 : ajustement linéaire de la taille de l'abdomen en fonction du poids total des faux bourdons issus de l'ouvrière



**Figure 17 : ajustement linéaire combinées de la taille de l’abdomen en fonction du poids total des faux bourdons issus de la reine et ceux issus de l’ouvrière.**

L’ajustement linéaire entre ces deux variable montre une forte corrélation entre la taille de l’abdomen et le poids total que se soit pour les males issues de la reine ou bien les males issue d’ouvriere avec respectivement  $r = 0.72$  et  $r = 0.50$  ce qui exprime une variation positive entre la taille de l’abdomen et le poids total dans les deux cas . ces resultats nous ont amener a faire une etude combinée pour confirmer cette corrélation et il en ressort qu’effectivement ces deux variables varient, en moyenne, dans le même sens.

➤ **Relation entre la taille du thorax et le poids total (TTH/PT) :**



**Figure 18 : Ajustement linéaire de la taille du thorax en fonction du poids total des faux bourdons issus de la reine**

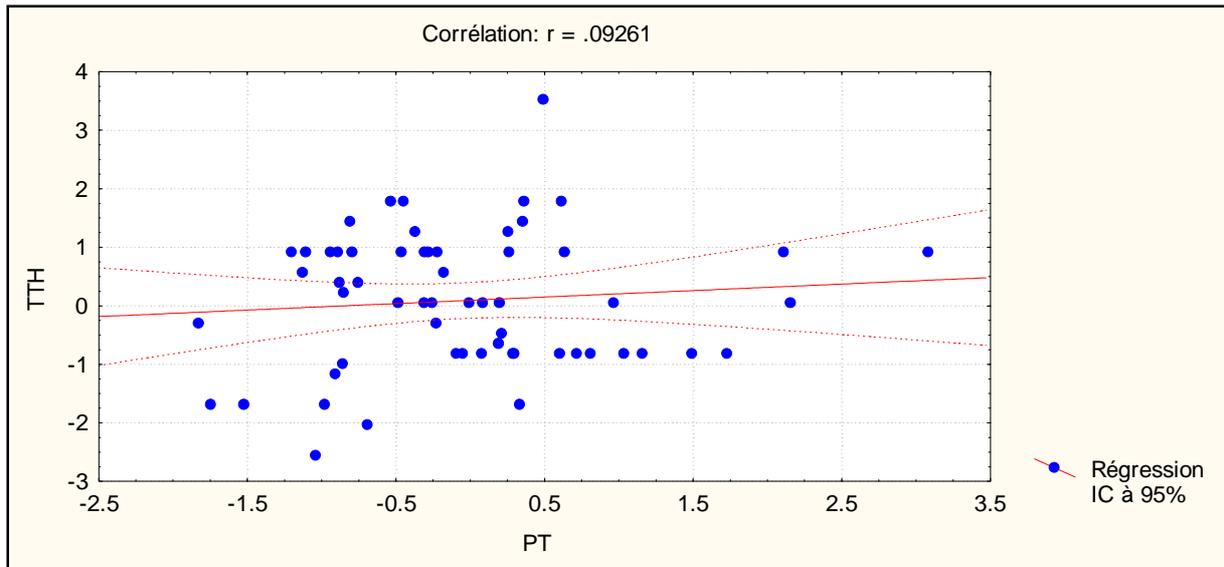


Figure 19 : Ajustement linéaire de la taille du thorax en fonction du poids total des faux bourdons issus de l’ouvrière

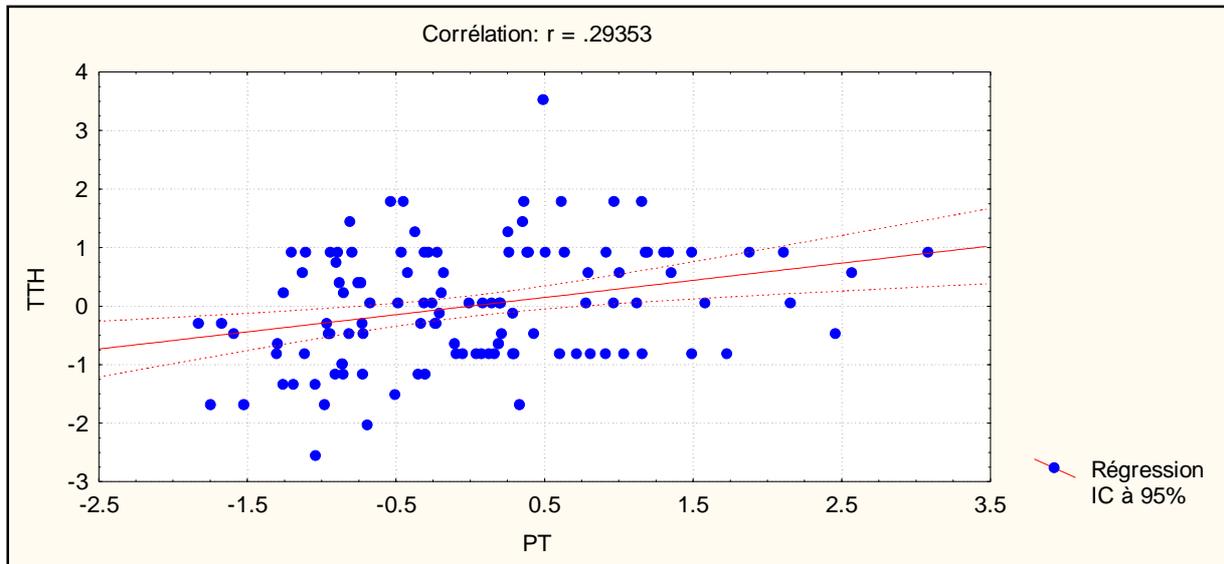


Figure 20 : ajustement linéaire combinées de la taille du thorax en fonction du poids total des faux bourdons issus de la reine et ceux issus de l’ouvrière.

L’ajustement linéaire entre ces deux variables montre une forte corrélation entre la taille du thorax et le poids total pour les mâles issus de la reine ( $r = 0.58$ ), tandis que chez les mâles issus de l’ouvrière la corrélation pour les mêmes variables est faible ( $r = 0.09$ ), ce qui implique que pour ces deux variables les variations diffèrent selon qu’il s’agit de mâles issus de la reine ou de l’ouvrière, l’étude combinée a confirmé que ces deux variables n’évoluent pas de la même manière vu que leur corrélation est de 0.29.

➤ Régression simple pour TT/PT

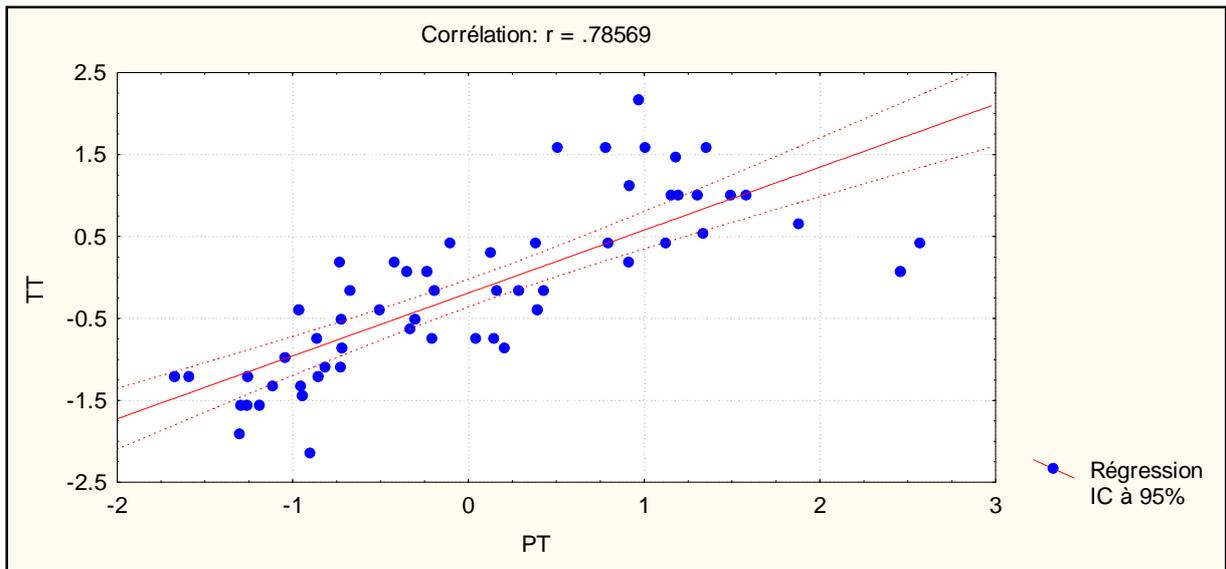


Figure 21 : Ajustement linéaire de la taille total en fonction du poids total des faux bourdons issus de la reine

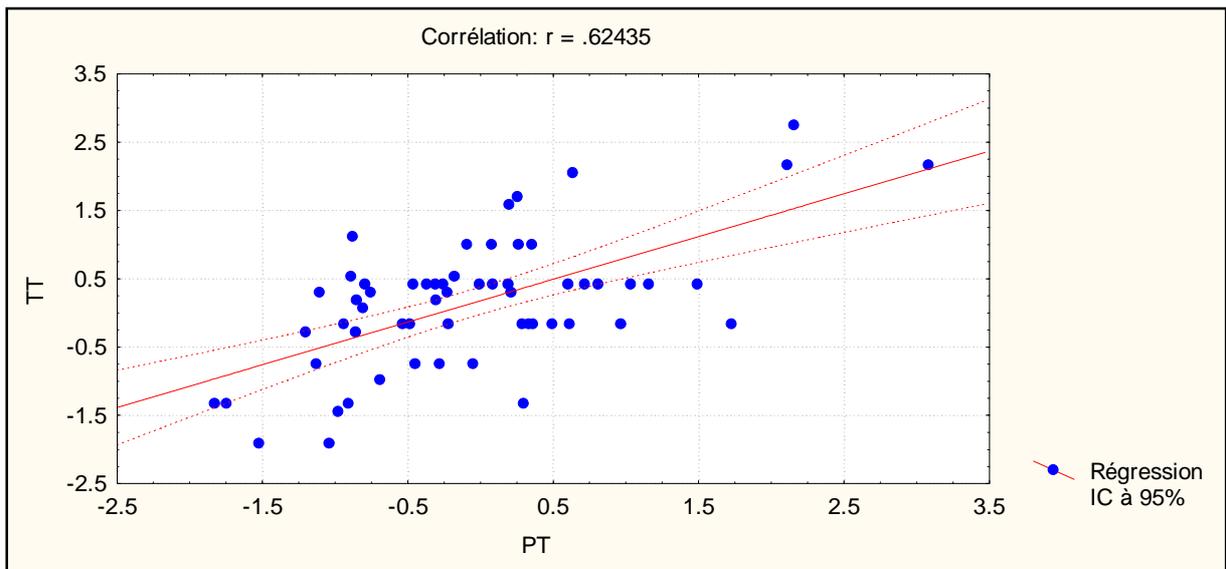
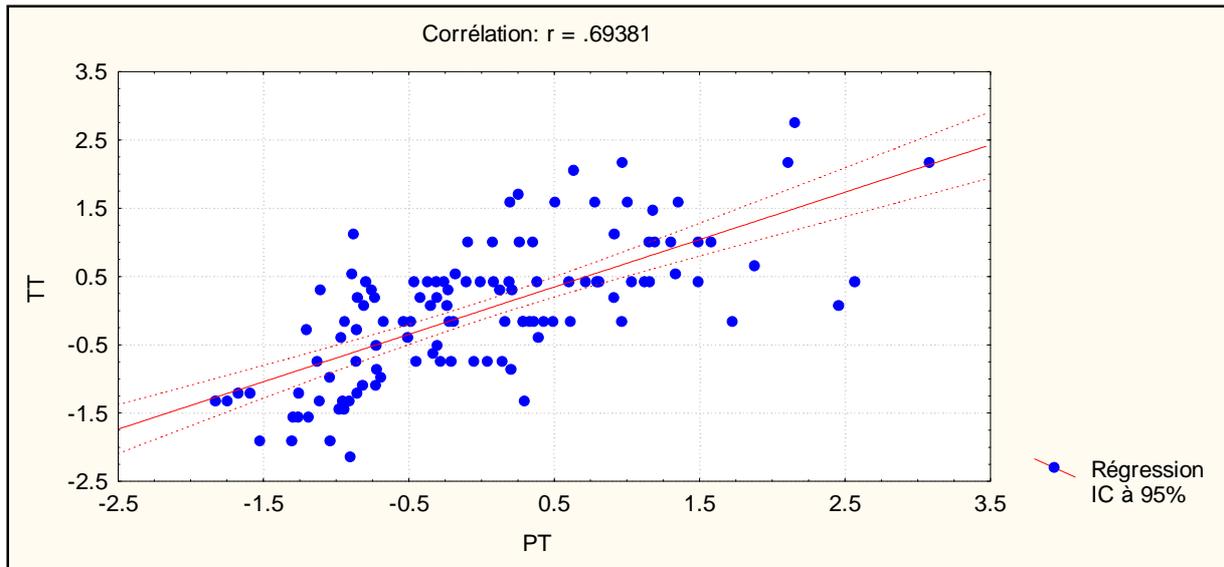


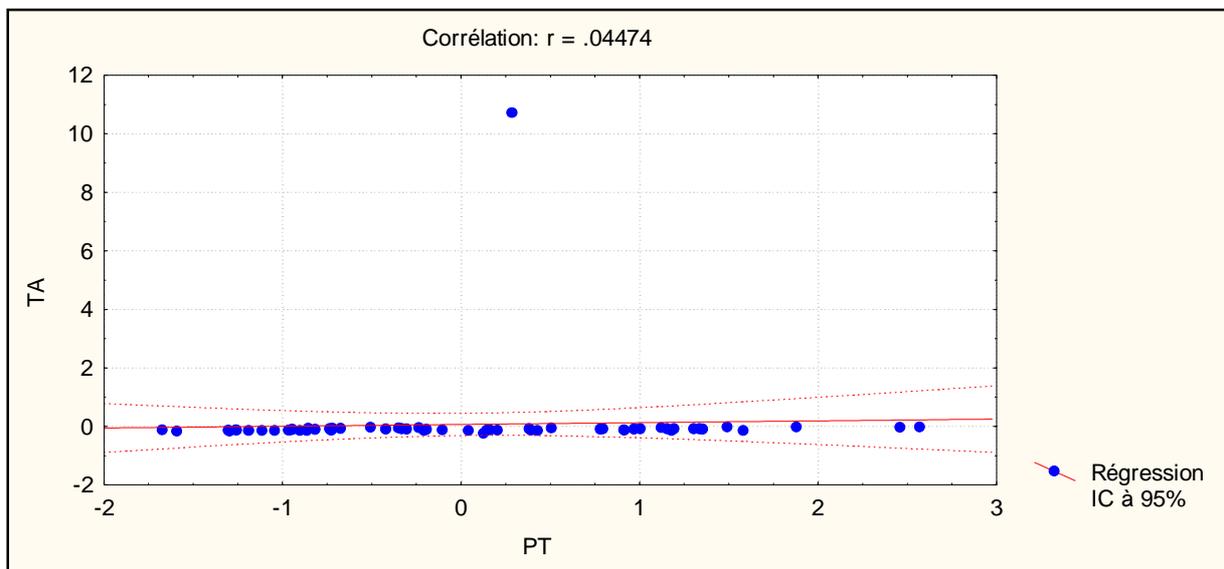
Figure 22 : Ajustement linéaire de la taille total en fonction du poids total des faux bourdons issus de l'ouvrière



**Figure 23 : Ajustement linéaire combinées de la taille total en fonction du poids total des faux bourdons issus de la reine et de l’ouvrière**

Que ce soit les malles issues de la reine ou les male issues de l’ouvrière L’ajustement linéaire entre la taille total et le poids totale montre une forte corrélation avec respectivement  $r=0.78$  et  $r=0.62$  ce qui laisse paraître que les deux paramètres évoluent positivement dans le même sens, information confirmée par l’ajustement linéaire combinée.

➤ **Régression simple TA/PT**



**Figure 24 : Ajustement linéaire de la taille de l’aile antérieure en fonction du poids total des faux bourdons issus de la reine**

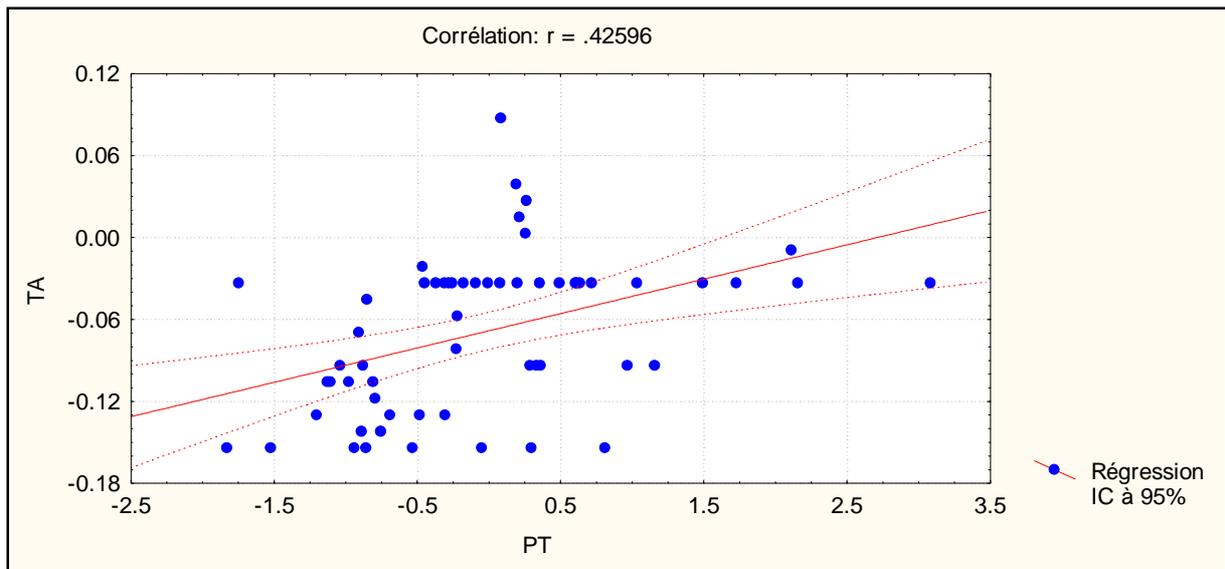


Figure 25 : Ajustement linéaire de la taille de l’aile antérieure en fonction du poids total des faux bourdons issus de l’ouvrière

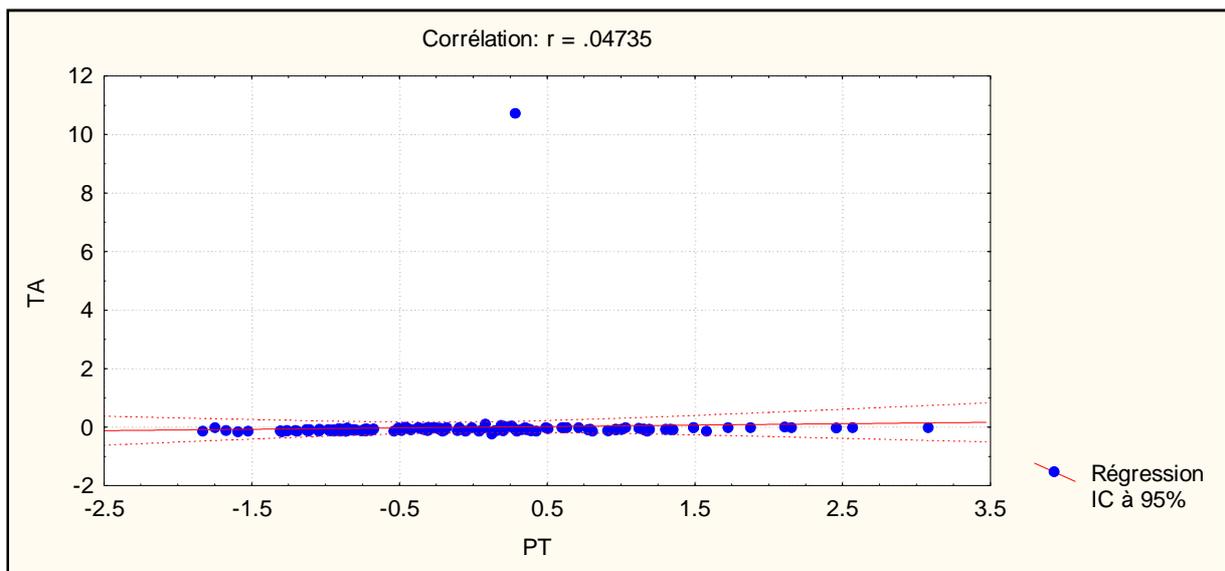


Figure 26 : Ajustement linéaire combinées de la taille de l’aile antérieure en fonction du poids total des faux bourdons issus de la reine et de l’ouvrière

L’ajustement linéaire entre ces deux variables montre une corrélation quasi nulle entre la taille de l’aile et le poids total chez les faux bourdons issus de reines et une corrélation moyenne dans le cas de ceux issus d’ouvrières, et l’ajustement linéaire combinée montre la différence entre les deux types de faux bourdons avec une corrélation  $r=0.04$

➤ Régression simple TTH/TAB

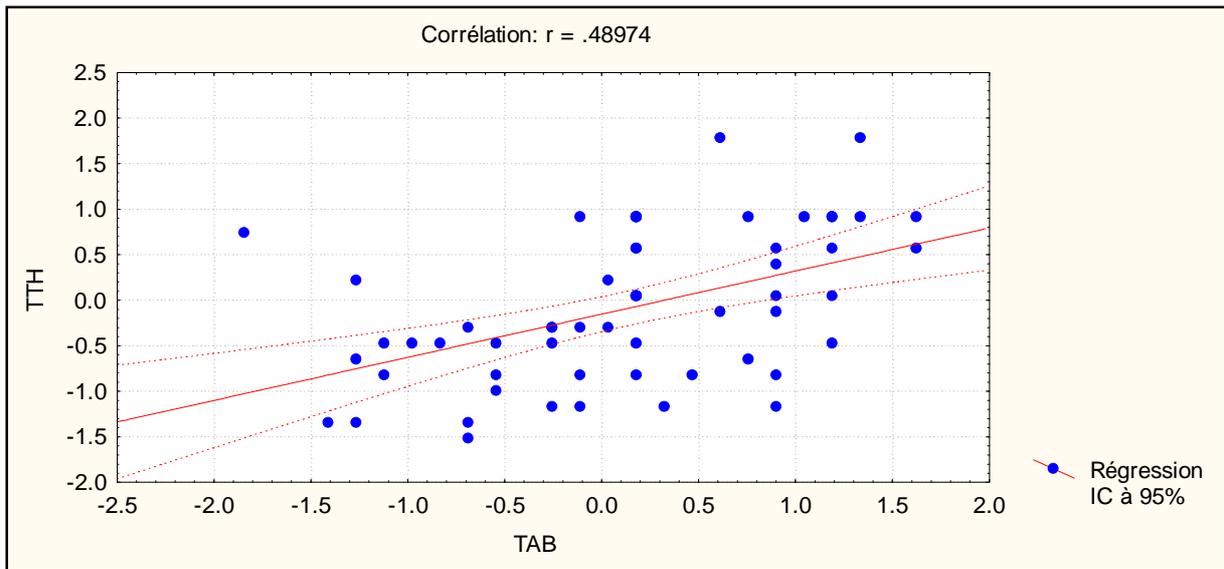


Figure 27 : Ajustement linéaire de la taille du thorax en fonction de la taille de l'abdomen des faux bourdons issus de la reine

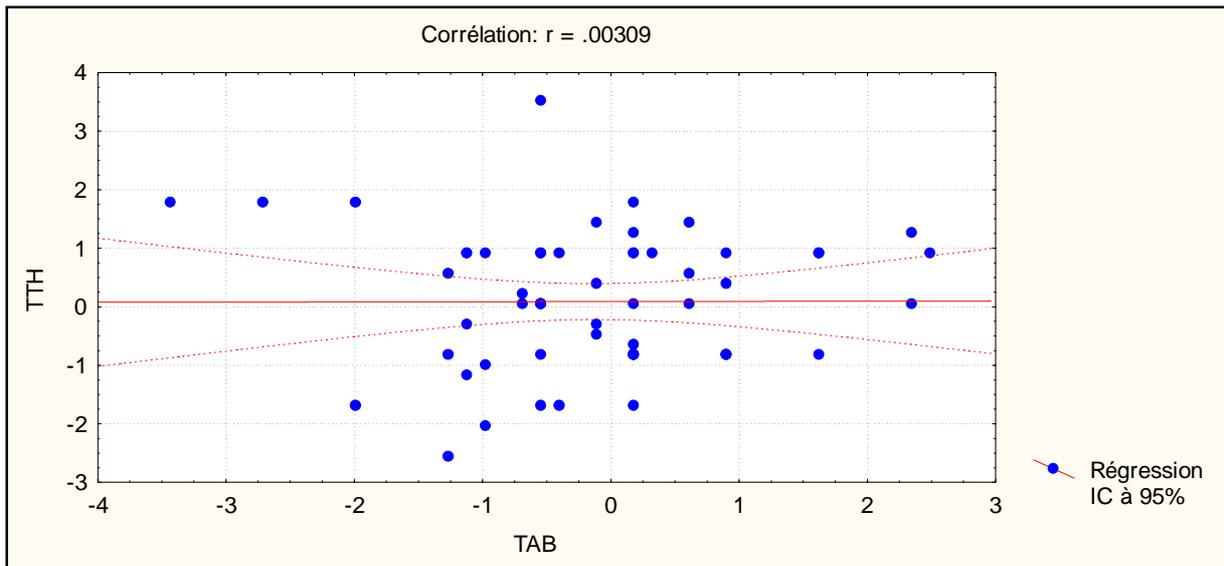
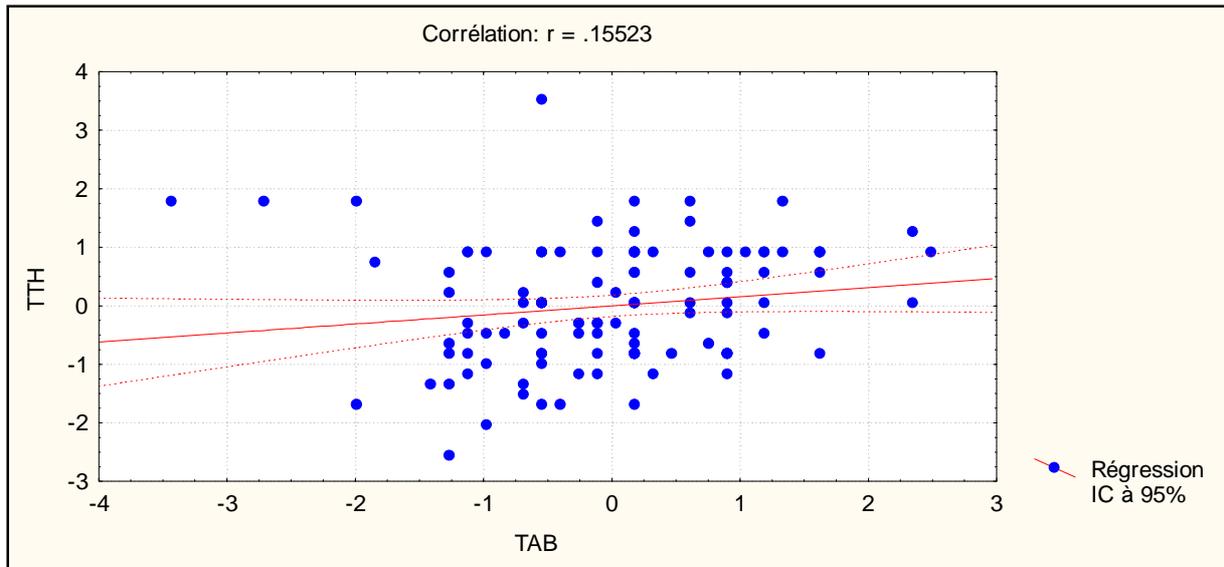


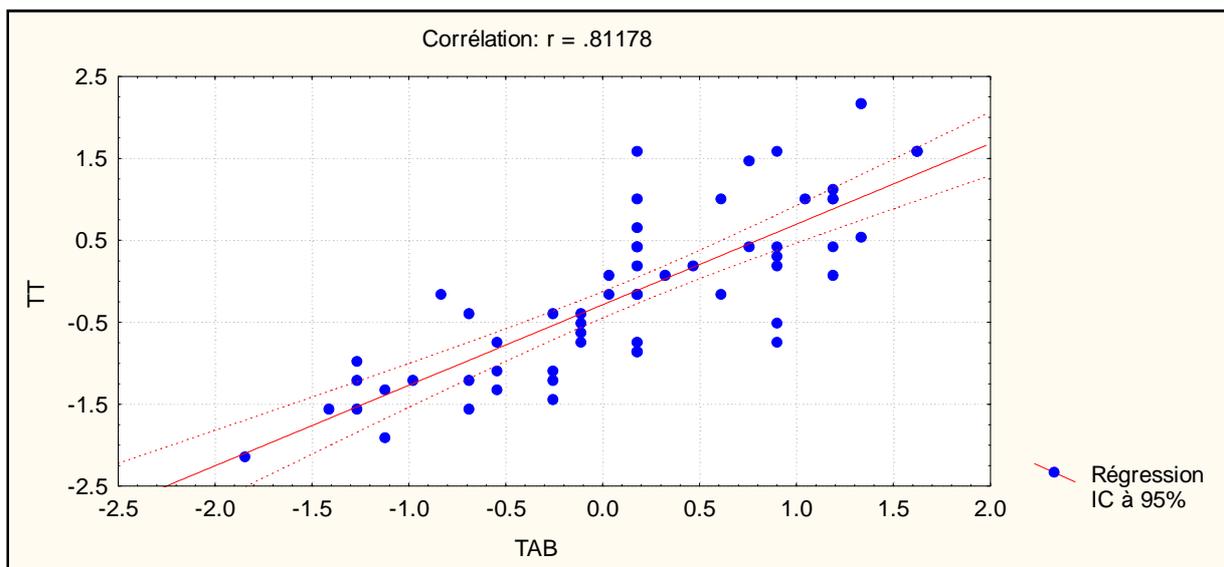
Figure 28 : Ajustement linéaire de la taille du thorax en fonction de la taille de l'abdomen des faux bourdons issus de l'ouvrière



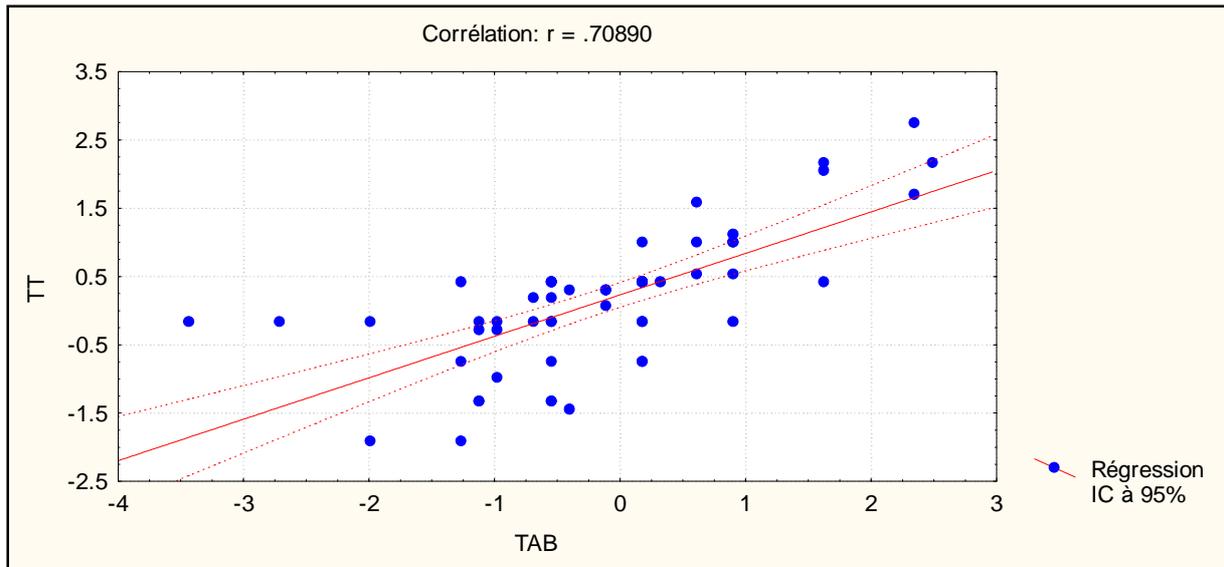
**Figure 29 : Ajustement linéaire combinée de la taille du thorax en fonction de la taille de l’abdomen des faux bourdons issus de la reine et de l’ouvrière**

L’ajustement linéaire entre ces deux variables montre une moyenne corrélation  $r=0.48$  entre la taille du thorax et la taille de l’abdomen chez les mâles issus de reines, et une corrélation nulle  $r=0.00$ , et l’ajustement linéaire combinée  $r=0.15$  confirme la différence entre les deux. Ces résultats nous indiquent que la taille du thorax et celle de l’abdomen ne vont pas forcément dans le même sens.

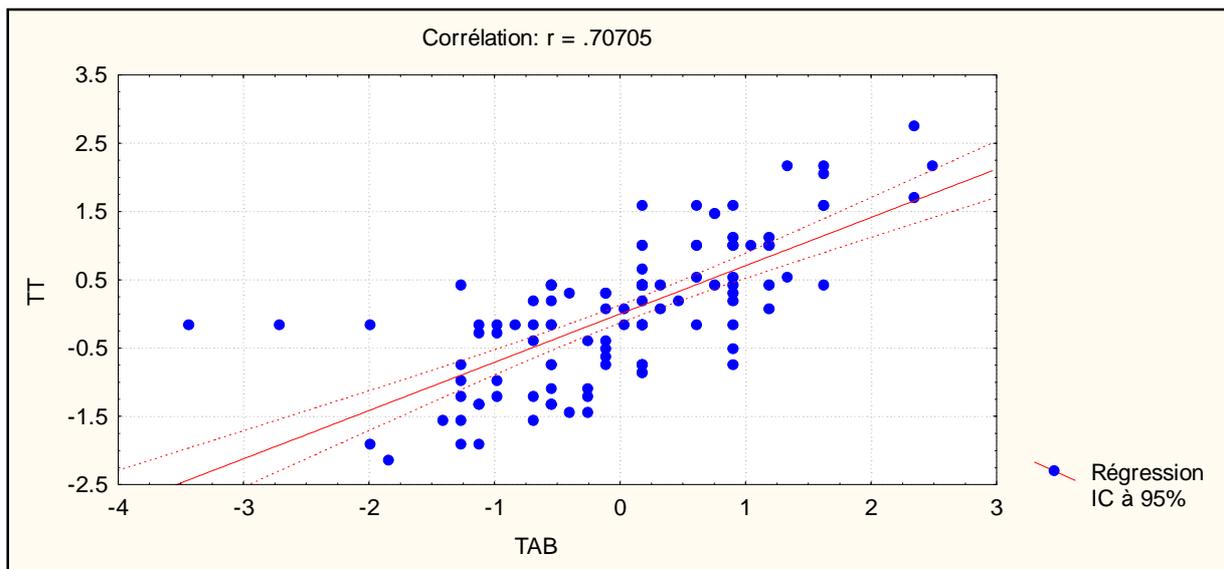
➤ **Régression simple pour TT/TAB**



**Figure 30 : Ajustement linéaire de la taille total en fonction de la taille de l’abdomen des faux bourdons issus de la reine**



**Figure 31 : Ajustement linéaire de la taille total en fonction de la taille de l’abdomen des faux bourdons issus de l’ouvrière**



**Figure 32 : Ajustement linéaire combinée de la taille total en fonction de la taille de l’abdomen des faux bourdons issus de la reine et de l’ouvrière**

L’ajustement linéaire entre ces deux variables montre une forte corrélation entre la taille de l’abdomen et le et la taille totale respectivement  $r=0.81$  pour les faux bourdons issus de reines et  $r=0.70$  et l’analyse combinée confirme ces résultats. L’information obtenue est que la taille de l’abdomen varie positivement avec la taille totale chez les deux types de faux bourdons.

➤ Régression simple pour TA/TAB

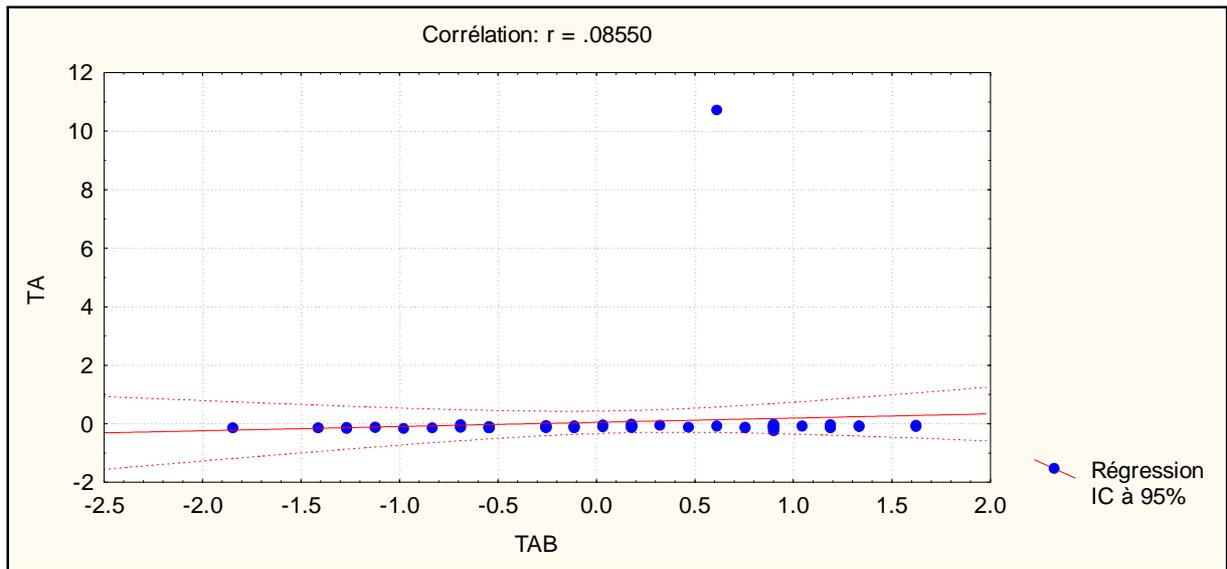


Figure 33 : Ajustement linéaire de la taille de l'aile antérieure en fonction de la taille de l'abdomen des faux bourdons issus de la reine

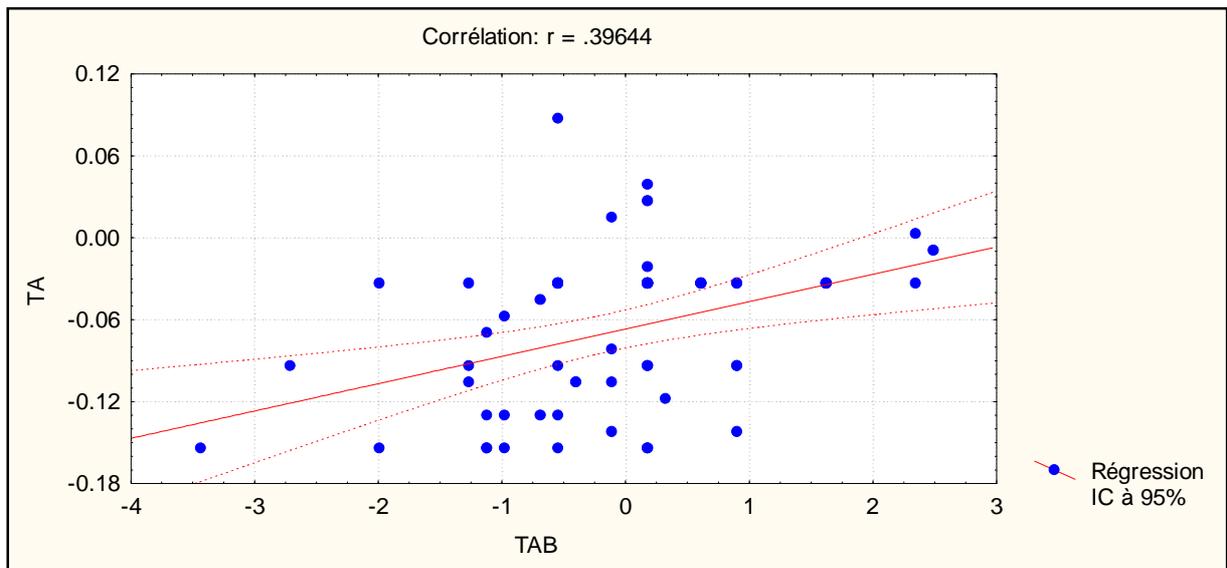
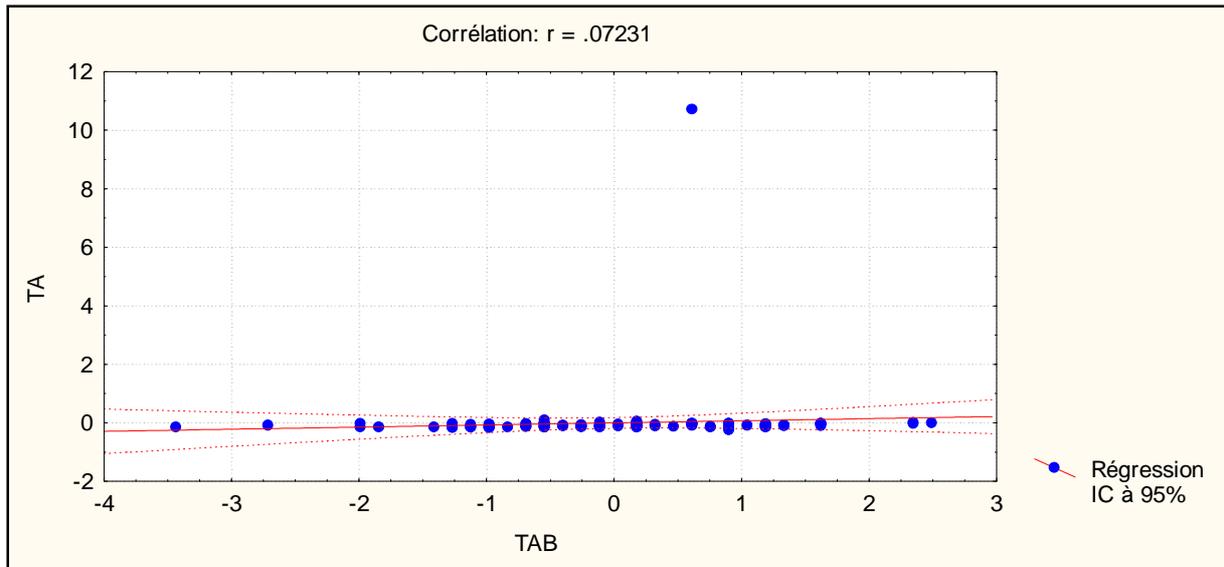


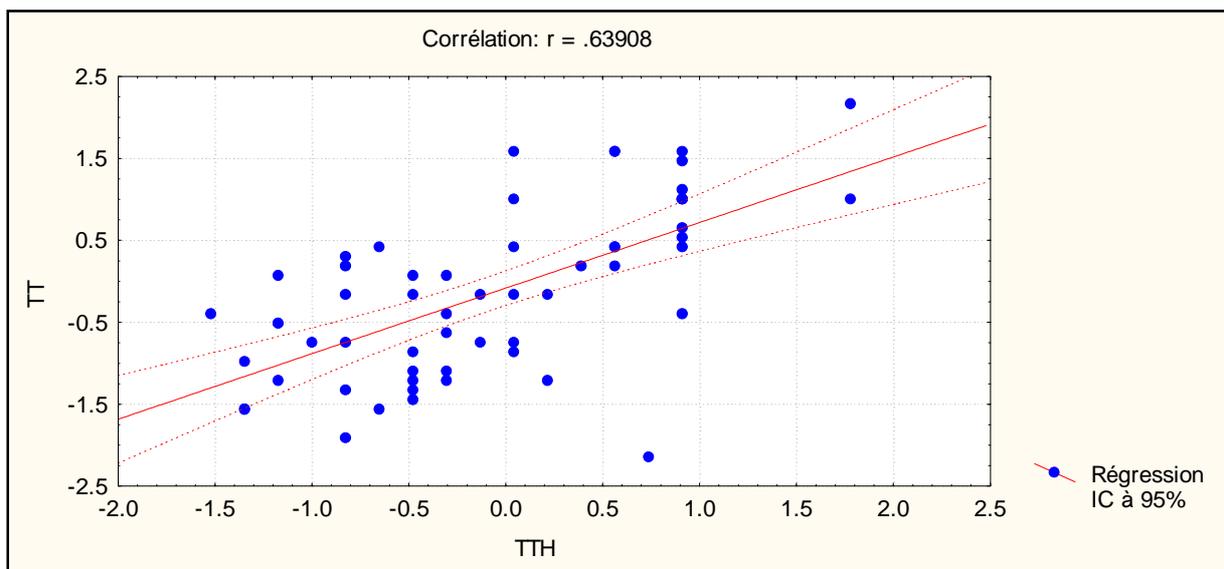
Figure 34 : Ajustement linéaire de la taille de l'aile antérieure en fonction de la taille de l'abdomen des faux bourdons issus de l'ouvrière



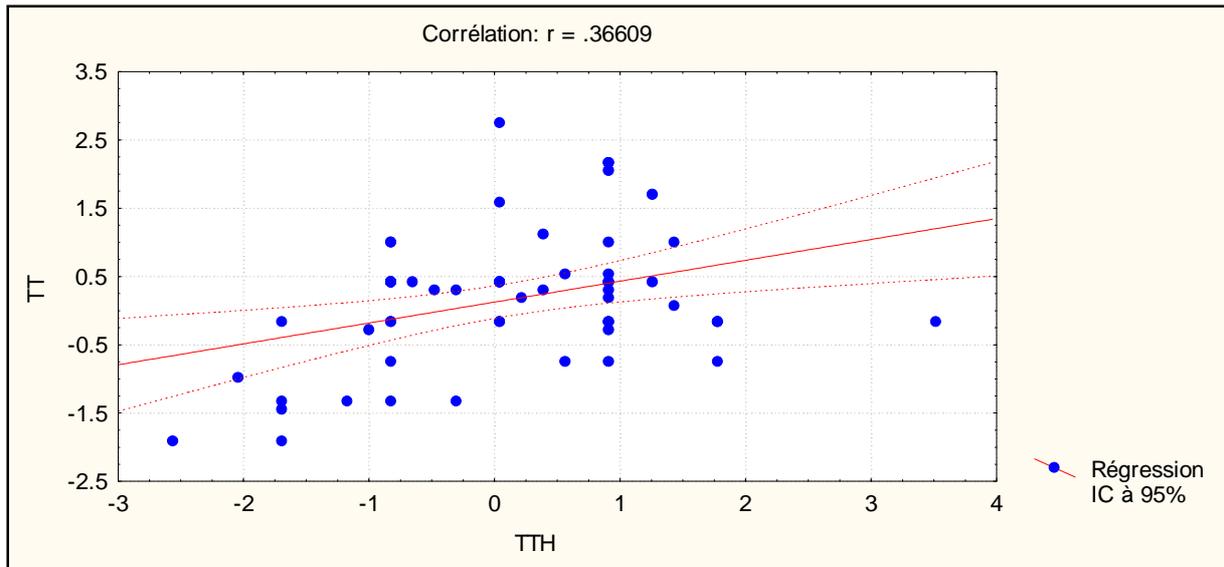
**Figure 35: Ajustement linéaire combinée de la taille de l’aile antérieure en fonction de la taille de l’abdomen des faux bourdons issus de la reine et de l’ouvrière**

L’ajustement linéaire entre ces deux variable montre une faible corrélation entre la taille de l’abdomen et la taille de l’aile avec  $r=0.08$  pour les males issus de reines et une moyenne corrélation pour les males issus d’ouvrières  $r=0.39$ , ce que confirme l’analyse combinée par  $r=0.07$ . Ce qui exprime une faible, a quasi nulle la relation entre la taille de l’aile et celle de l’abdomen chez les deux types de faux bourdons.

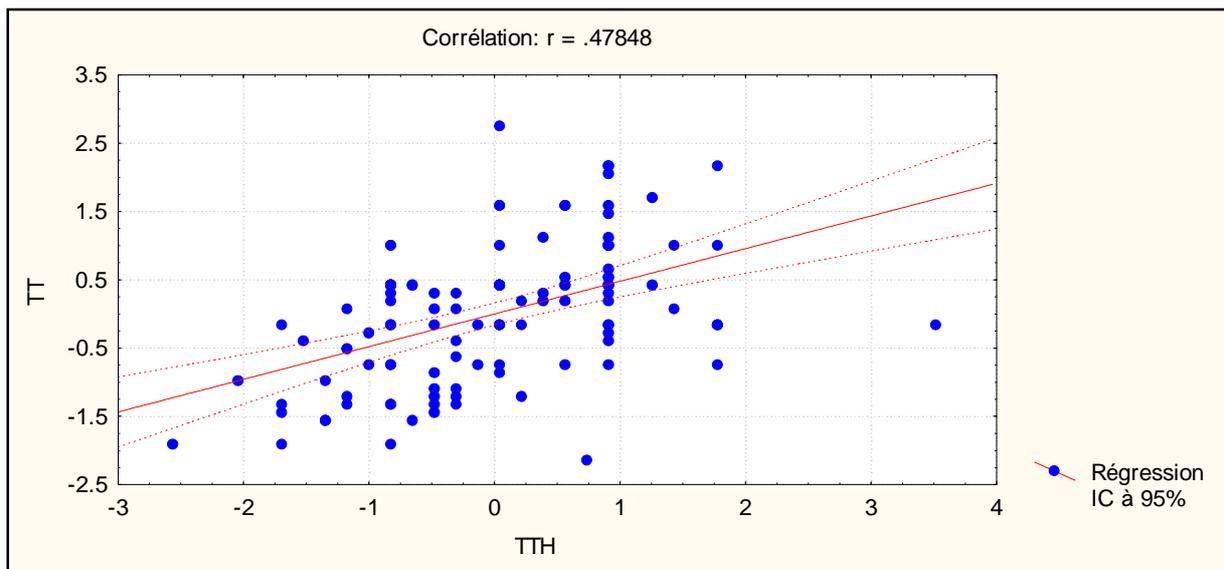
➤ **Régression simple pour TT/TTH**



**Figure 36 : Ajustement linéaire de la taille total en fonction de la taille du thorax des faux bourdons issus de la reine**



**Figure 37 : Ajustement linéaire de la taille total en fonction de la taille du thorax des faux bourdons issus de l’ouvrière**



**Figure 38 : Ajustement linéaire combinée de la taille total en fonction de la taille du thorax des faux bourdons issus de la reine et de l’ouvrière**

L’ajustement linéaire entre ces deux variables montre une corrélation moyenne entre la taille du thorax et la taille total  $r=0.63$  et  $r=0.36$  respectivement chez les faux bourdons issus de reines et ceux issus d’ouvrières, et l’analyse combiné nous apporte la confirmation avec  $r=0.47$ . On comprend à travers ces résultats que la taille du thorax varie positivement avec la taille totale mais de façon moyenne.

➤ Régression simple pour TA/TTH

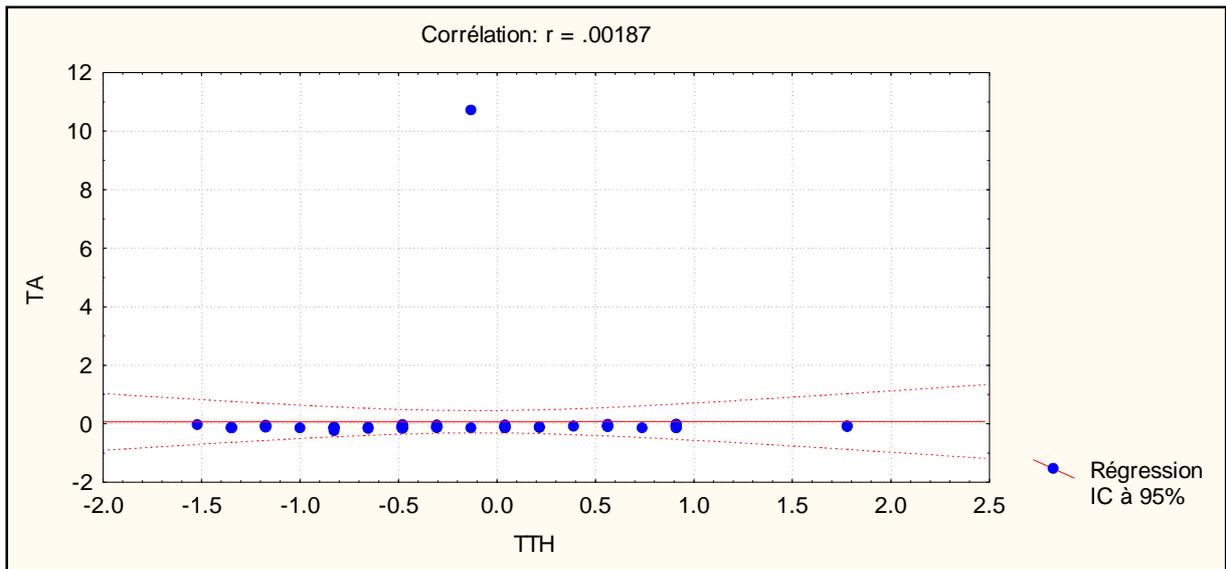


Figure 39 : Ajustement linéaire de la taille de l’aile antérieure en fonction de la taille du thorax des faux bourdons issus de la reine

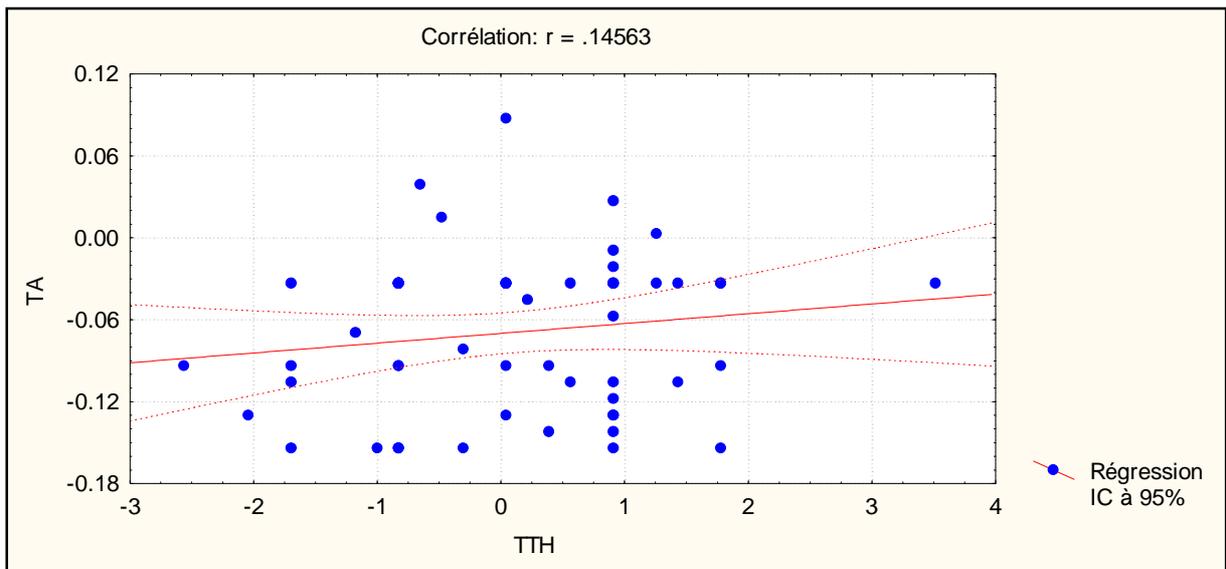
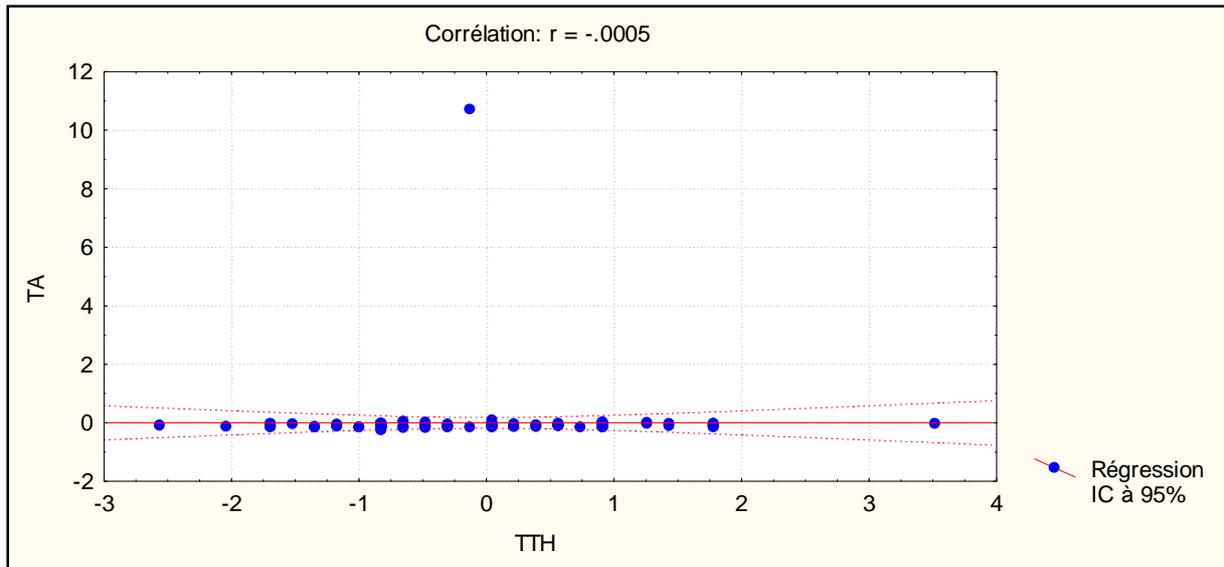


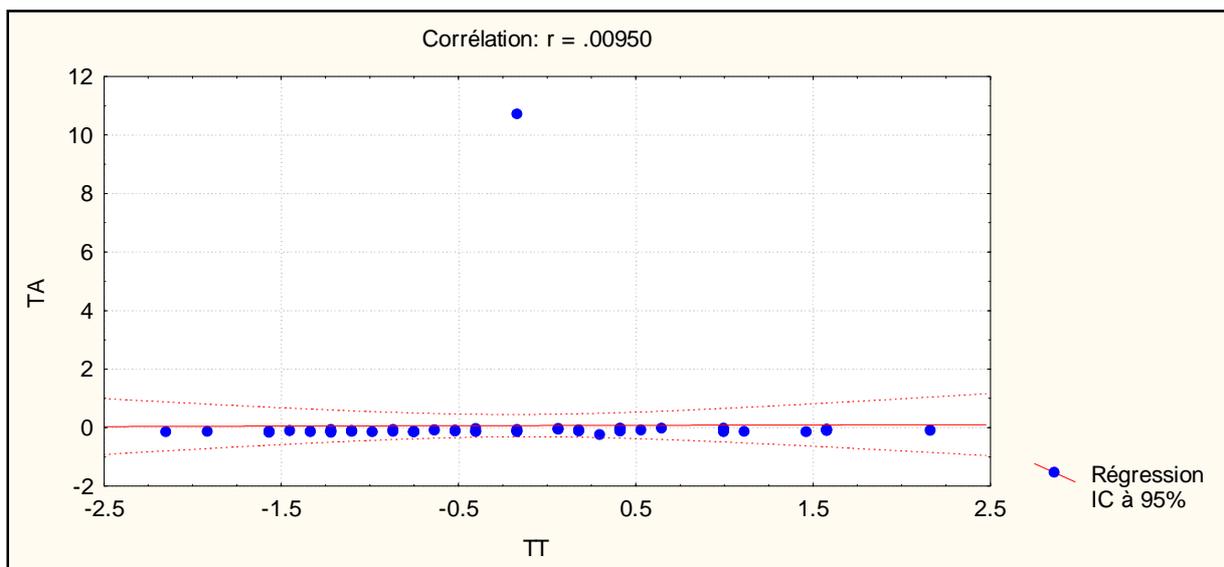
Figure 40 : Ajustement linéaire de la taille de l’aile antérieure en fonction de la taille du thorax des faux bourdons issus de l’ouvrière



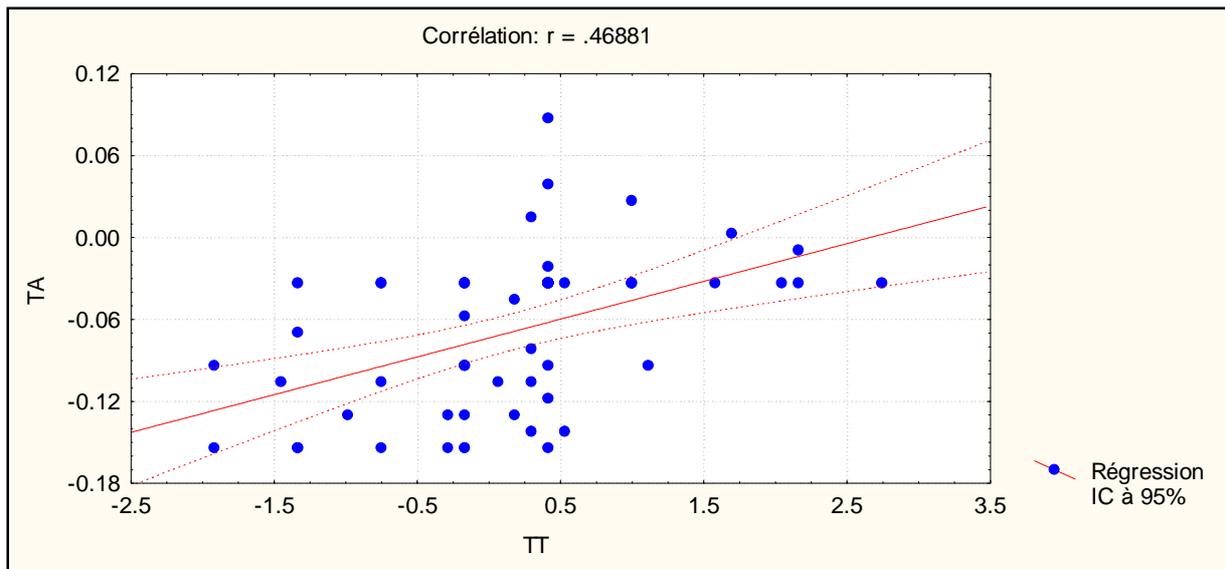
**Figure 41 : Ajustement linéaire combinée de la taille de l’aile antérieure en fonction de la taille du thorax des faux bourdons issus de la reine et de l’ouvrière**

L’ajustement linéaire entre ces deux variable montre une très faible (négligeable) corrélation entres la taille de l’aile et la taille du thorax respectivement  $r=0.00$  et  $r=0.14$  pour les faux bourdons issus de riens et d’ouvrières, pendant que l’analyse combinée confirme résultats précédent. Ce que l’on déduit, c’est que la taille du thorax n’évolue pas avec la taille de l’aile.

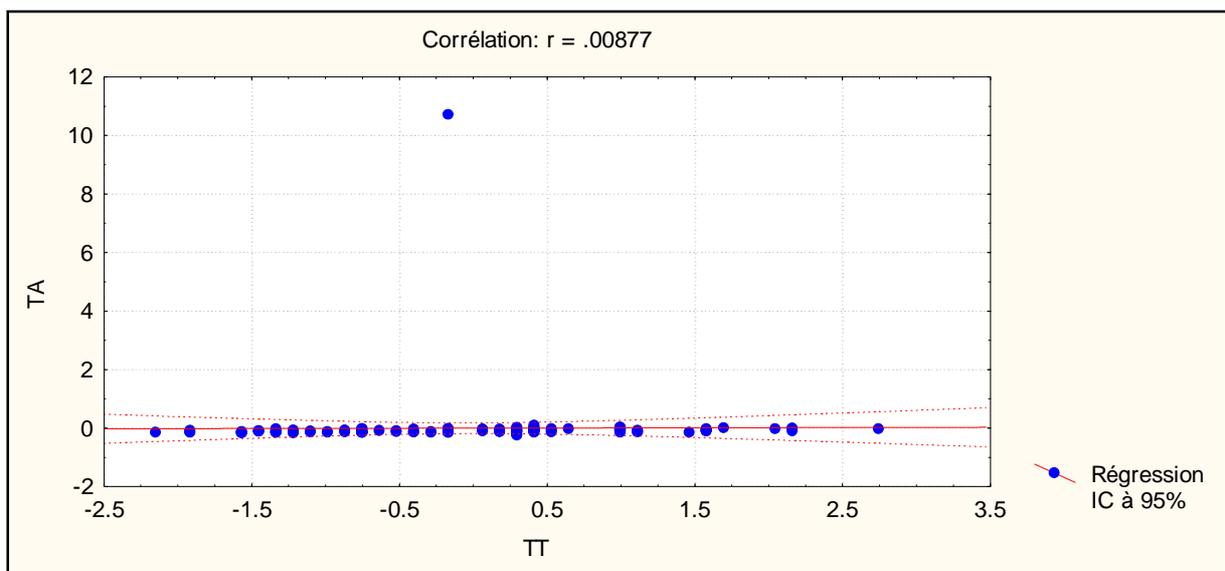
➤ **Régression simple pour TA/TT**



**Figure 42 : Ajustement linéaire de la taille de l’aile antérieure en fonction de la taille total des faux bourdons issus de la reine**



**Figure 43 : Ajustement linéaire de la taille de l’aile antérieure en fonction de la taille total des faux bourdons issus de l’ouvrière**



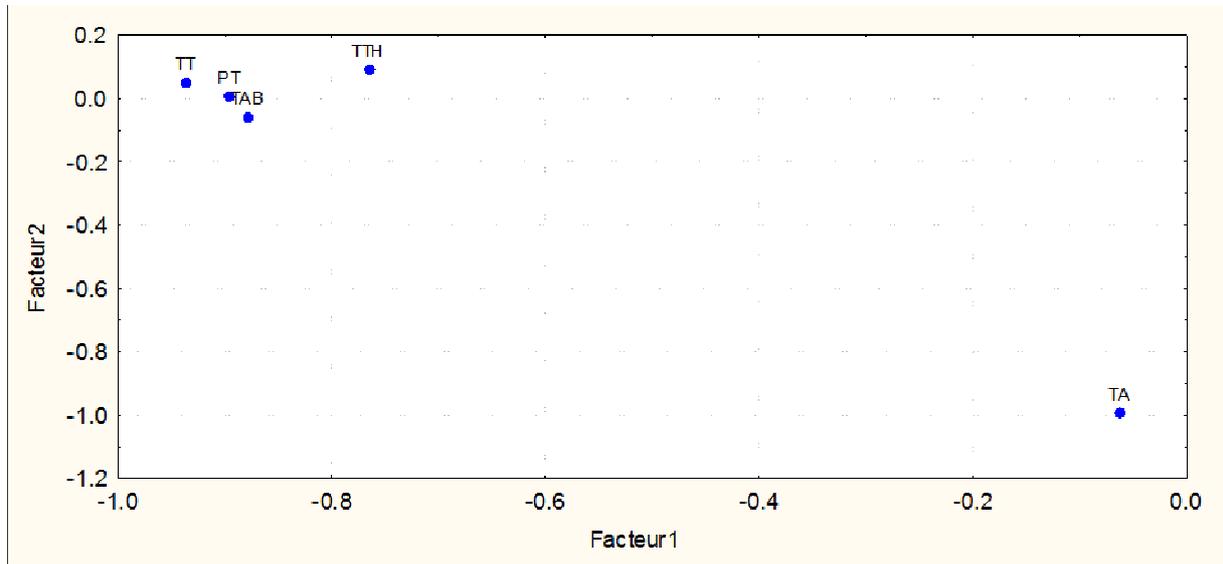
**Figure 44 : Ajustement linéaire combinée de la taille de l’aile antérieure en fonction de la taille total des faux bourdons issus de la reine et de l’ouvrière**

L’ajustement linéaire entre ces deux variable montre un coefficient de corrélation nulle  $r=0.00$  pour ce qui est des faux bourdons issus de reines et un coefficient de corrélation moyen  $r=0.47$  et l’analyse combinée affiche un coefficient de corrélation nulle ce qui nous fait dire que la variabilité de la taille total ne suit pas la variabilité de la taille de l’aile.

## I.1.2 L'analyse en composante principale (ACP)

## ➤ CERCLE DE CORRELATION

## ❖ FBR (Faux Bourdons issus de la Reine)



**Figure 45 : cercle de corrélation montrant les rapports entre les différents paramètres analysés chez les faux bourdons issus de la reine.**

On remarque la localisation très proche des trois caractères que sont la taille totale, le poids total, la taille de l'abdomen ce qui nous fait dire qu'ils interagissent ensemble l'un sur l'autre.

La taille du thorax est se détache du groupe (taille total + poids total + taille de l'abdomen) ce qui lie moyennement la taille du thorax aux variations de ce groupe.

La taille de l'aile est carrément loin des autres paramètres et cela veut dire que les variations de la taille de l'aile ne suivent pas les variations des autres paramètres.

❖ FBO (Faux Bourdon issus de l'Ouvrière)

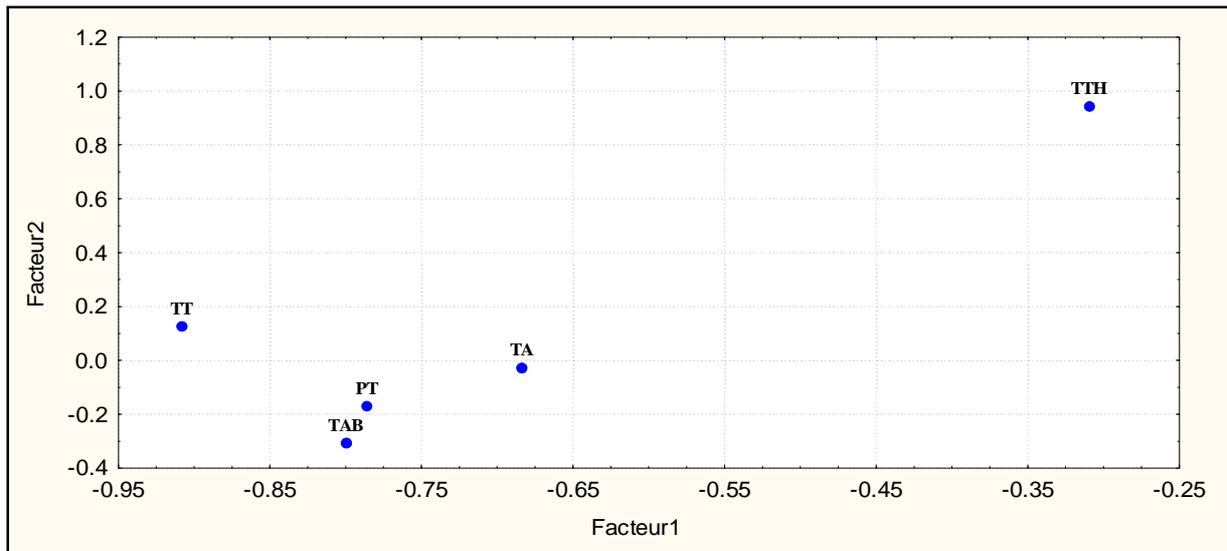


Figure 46 : cercle de corrélation montrant les rapports entre les différents paramètres analysée chez les faux bourdons issus de l'ouvrière.

On remarque que les cinq paramètres se développent chacun de son côté sauf pour le cas de la taille de l'abdomen et le poids total qui évoluent ensemble.

❖ FBO/FBR

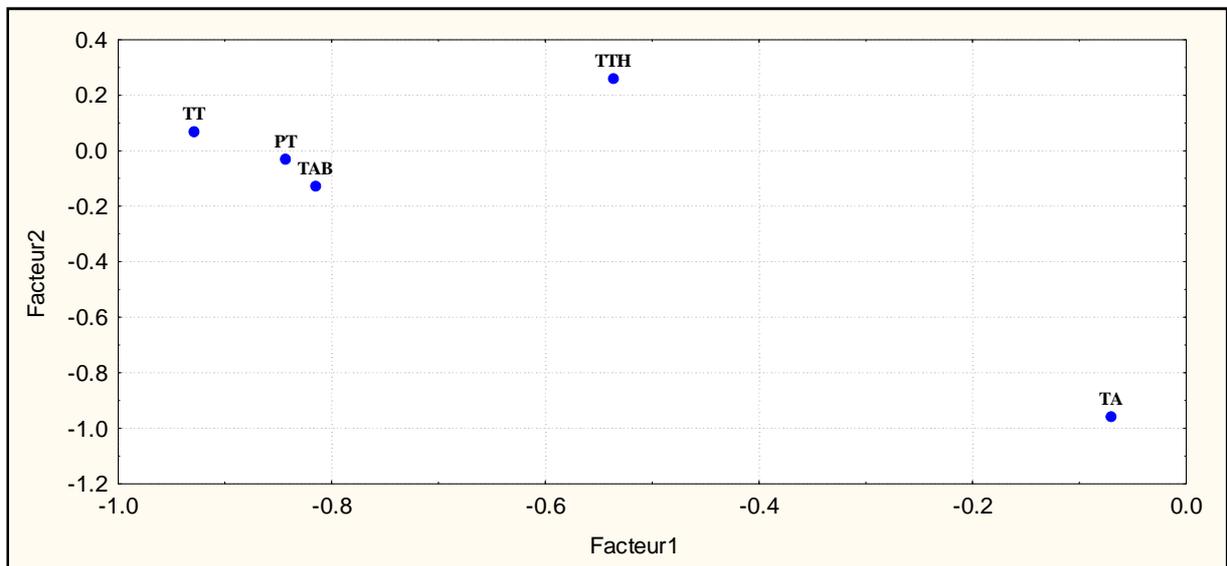


Figure 47 : cercle de corrélation montrant les rapports entre les différents paramètres analysée chez les faux bourdons issus de la reine et de l'ouvrière.

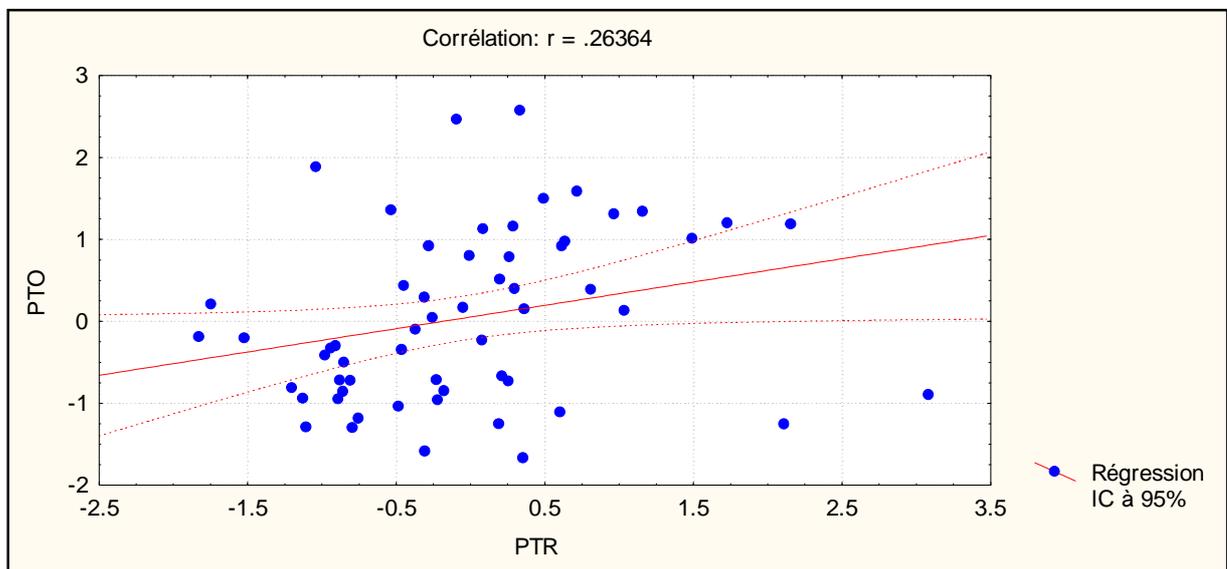
On remarque le regroupement des deux paramètres : poids total et taille de l'abdomen, on remarque aussi la proximité de la taille total par rapport au poids total et à la taille total et l'éloignement de la tailles du thorax et la taille de l'aile par rapport aux autres paramètres.

### I.1.3 ANALYSE D'UN MEME TYPE DE PARAMETRE DISCRIMINE PAR LES DEUX VARIETES ETUDIEES

#### ➤ TEST DE STUDENT

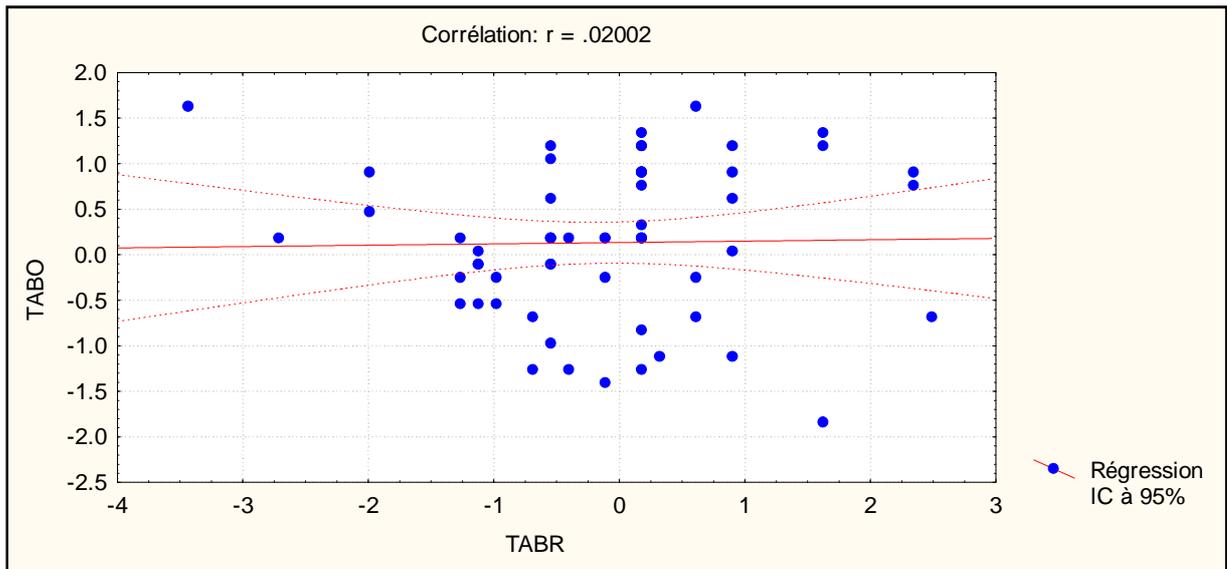
- PTR (Poids Total de la Reine) /PTO (Poids Total de l'Ouvrière)  
DIFFERENCE SIGNIFICATIVE  $P < 0,05$
- TABR (Taille Abdomen de la Reine) /TABO (Taille Abdomen de l'Ouvrière)  
DIFFERENCE SIGNIFICATIVE  $P < 0,05$
- TTHR (Taille Thorax de la reine) /TTHO (Taille Thorax de l'Ouvrière)  
DIFFERENCE SIGNIFICATIVE  $P < 0,05$
- TTR (Taille Total de la Reine) /TTO (Taille Total de l'Ouvrière)  
DIFFERENCE SIGNIFICATIVE  $P < 0,05$
- TAR (Taille d l'aile de la Reine) /TAO (Taille de l'Aile de l'ouvrière)  
DIFFERENCE SIGNIFICATIVE  $P < 0,05$

#### ➤ REGRESSION SIMPLE



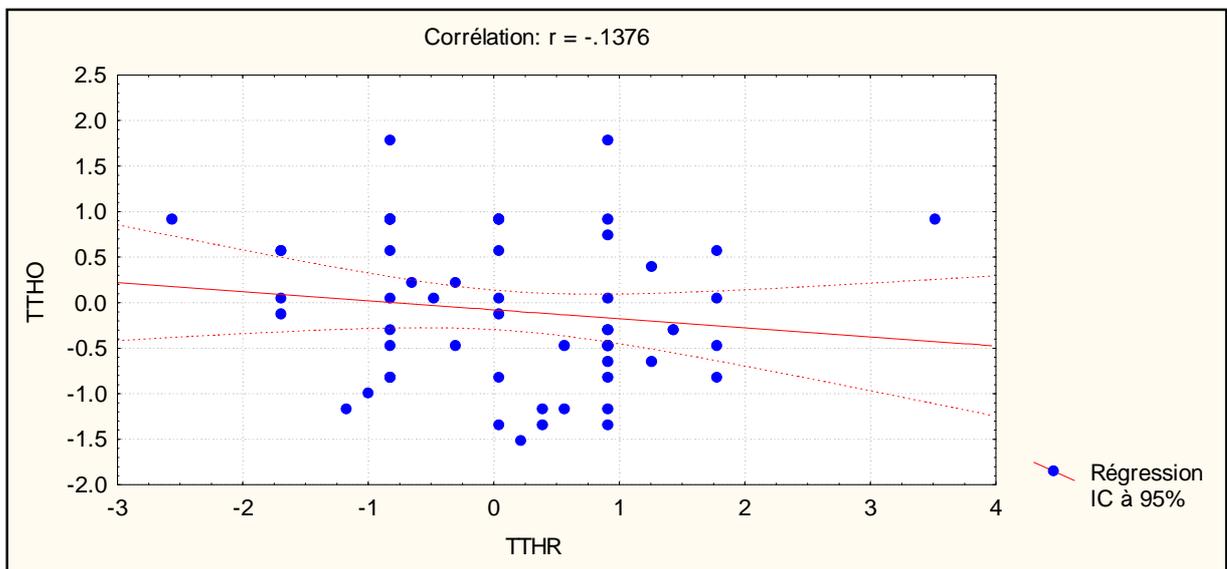
**Figure 48 : Ajustement linéaire du poids total des males issue de l'ouvrière en fonction du poids total des males issue de la reine.**

On Remarque qu'il y a une faible corrélation entre le poids total des faux bourdons issus de reines et le poids total des faux bourdons issus d'ouvrières, ce qui informe sur le fait qu'il ne varie pas de la même manière.

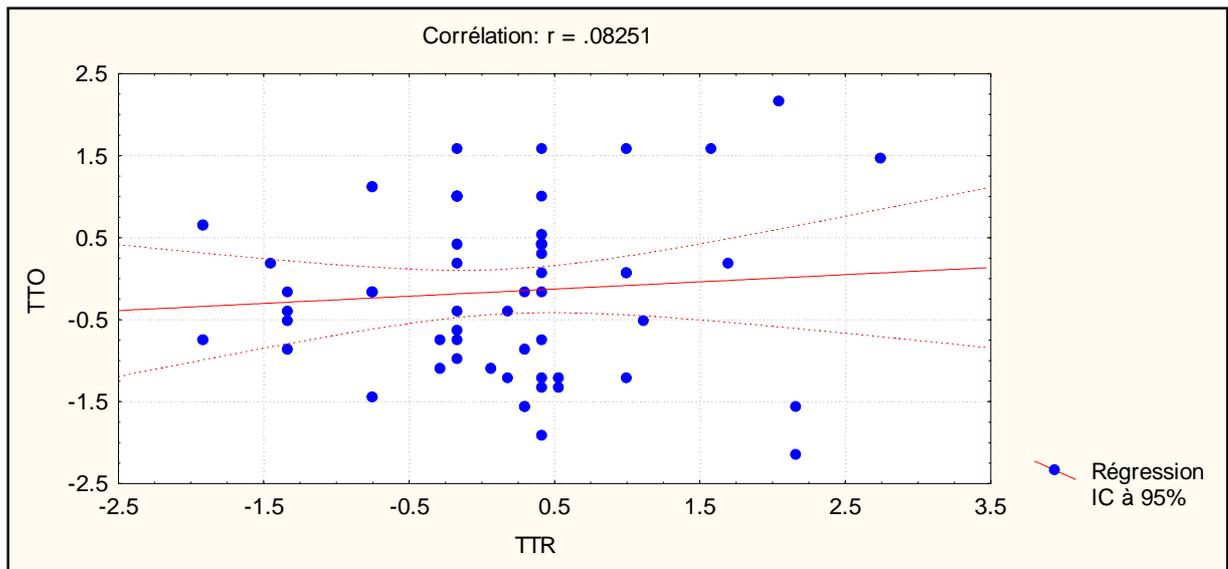


**Figure 49 : Ajustement linéaire de la taille de l’abdomen des males issue de l’ouvrière en fonction de la taille de l’abdomen des males issue de la reine.**

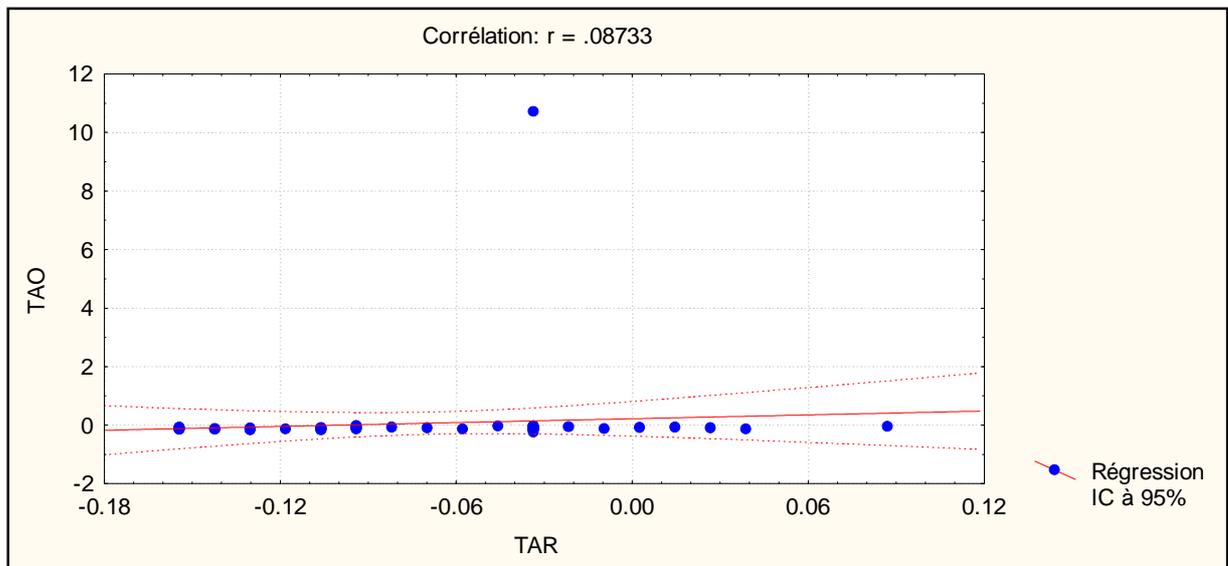
On Remarque une corrélation très faible  $r=0.02$  entre la taille de l’aile des males issus de reine et ceux issus d’ouvrière ce qui informe sur le fait qu’il n’y a pas de relation entre ces deux paramètres.



**Figure 50 : Ajustement linéaire de la taille du thorax des males issue de l’ouvrière en fonction de la taille du thorax des males issue de la reine**



**Figure 51 : Ajustement linéaire de la taille total des males issue de l’ouvrière en fonction de la taille total des males issue de la reine**

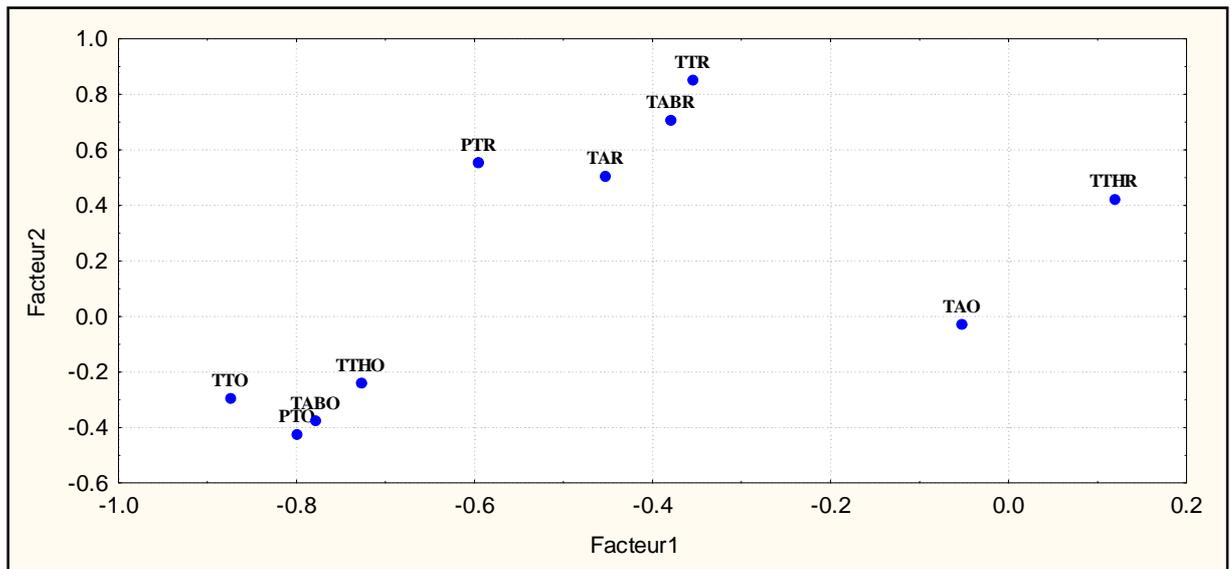


**Figure 52 : Ajustement linéaire de la taille de l’aile antérieure des males issue de l’ouvrière en fonction de la taille de l’aile antérieure des males issue de la reine.**

On Remarque qu’il y a une faible corrélation entre le poids total, la taille totale, la taille de l’abdomen, la taille du thorax et la taille de l’ailes des faux bourdons issus de reines et le poids total, la taille totale, la taille de l’abdomen, la taille du thorax et la taille de l’aile des faux bourdons issus d’ouvrières, ce qui informe sur le fait que ces paramètres ne varient pas de la même manière selon leur provenance.

➤ ACP

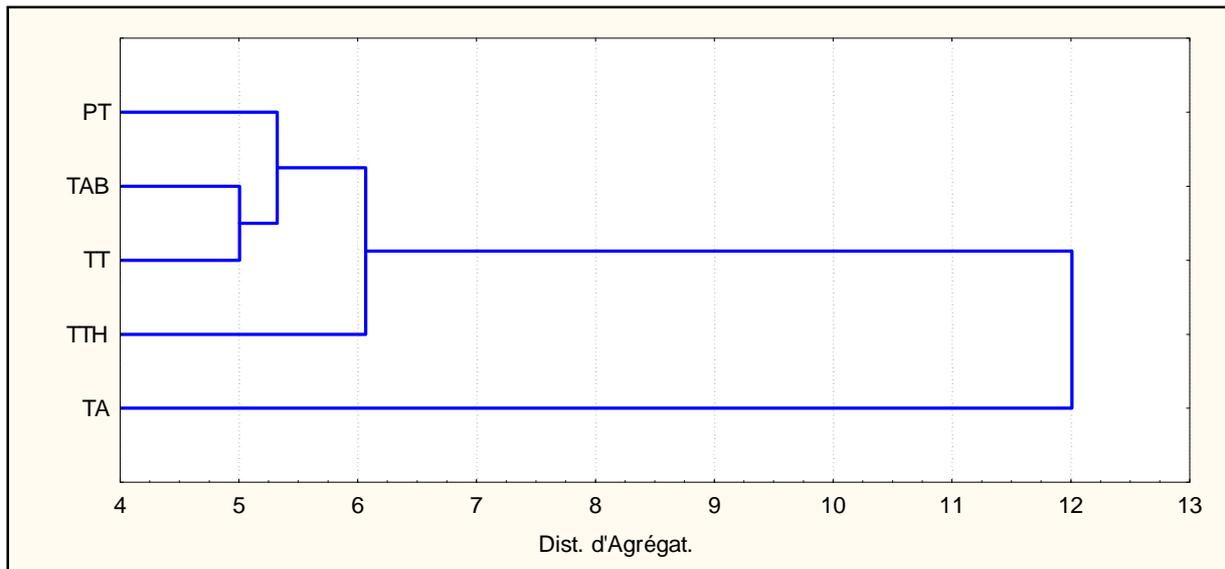
❖ CERCLE DE CORRELATION



**Figure 53 : cercle de corrélation montrant les rapports entre les différents paramètres analysés chez les deux variétés de faux bourdon.**

On Remarque que les caractères : taille totale le poids total la taille de l'abdomen et la taille du thorax ce regroupe ensemble pour ce qui est des males issus d'ouvrières, tandis que pour les males issus de reines c'est les paramètres : poids total, taille total t'aile de l'aile qui se regroupent. Et on remarque qu'il n'y a pas de chevauchement entre les paramètres de chaque type.

➤ CAH

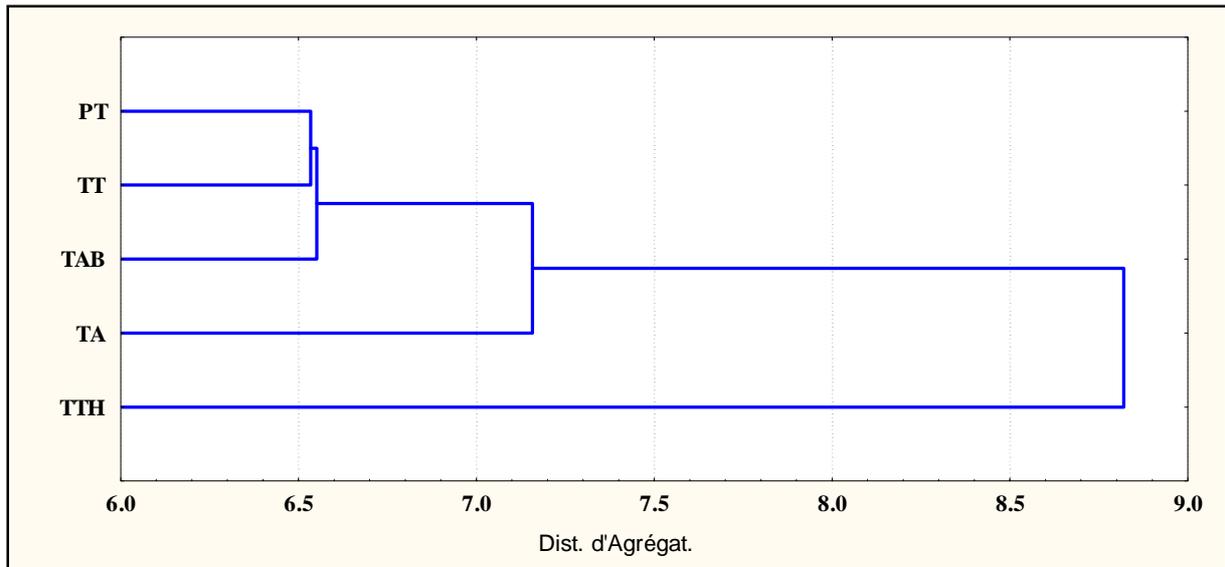


**Figure 54 : classification ascendante hiérarchique des distances euclidiennes existant entre les différents paramètres analysés chez les faux bourdons issus de la reine.**

On remarque que les distances sont très proches entre la taille de l’abdomen, le poids total et la taille totale pendant que la taille du thorax et de l’aile sont éloignés des trois autres paramètres.

**TABLEAU DES DISTANCES**

	<b>PT</b>	<b>TAB</b>	<b>TTH</b>	<b>TT</b>	<b>TA</b>
<b>PT</b>	0.0	5.5	6.6	5.3	13.0
<b>TAB</b>	5.5	0.0	6.5	5.0	12.0
<b>TTH</b>	6.6	6.5	0.0	6.1	12.4
<b>TT</b>	5.3	5.0	6.1	0.0	13.3
<b>TA</b>	13.0	12.0	12.4	13.3	0.0

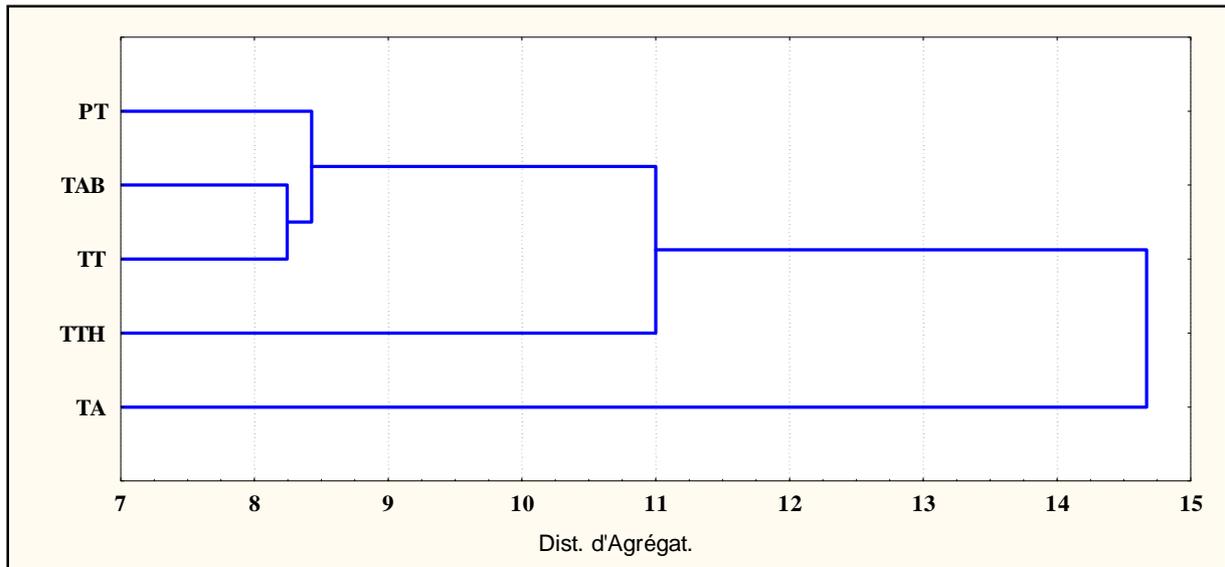


**Figure 55 : classification ascendante hiérarchique des distances euclidiennes existant entre les différents paramètres analysés chez les faux bourdons issus de l’ouvrière.**

On remarque que les distances sont très proches entre la taille totale et le poids total, la taille de l’abdomen se rapproches des précédents paramètres (PT et TT) pendant que la taille du thorax et de l’aile sont éloigné des trois autres paramètres ce qui confirme les précédent teste (ACP, Régressions)

**TABLEAU DES DISTANCES**

	PT	TAB	TTH	TT	TA
PT	0.0	8.0	11.0	6.53	7.16
TAB	8.0	0.0	12.4	6.55	8.43
TTH	11.0	12.4	0.0	9.17	8.82
TT	6.5	6.6	9.2	0.00	7.35
TA	7.2	8.4	8.8	7.35	0.00



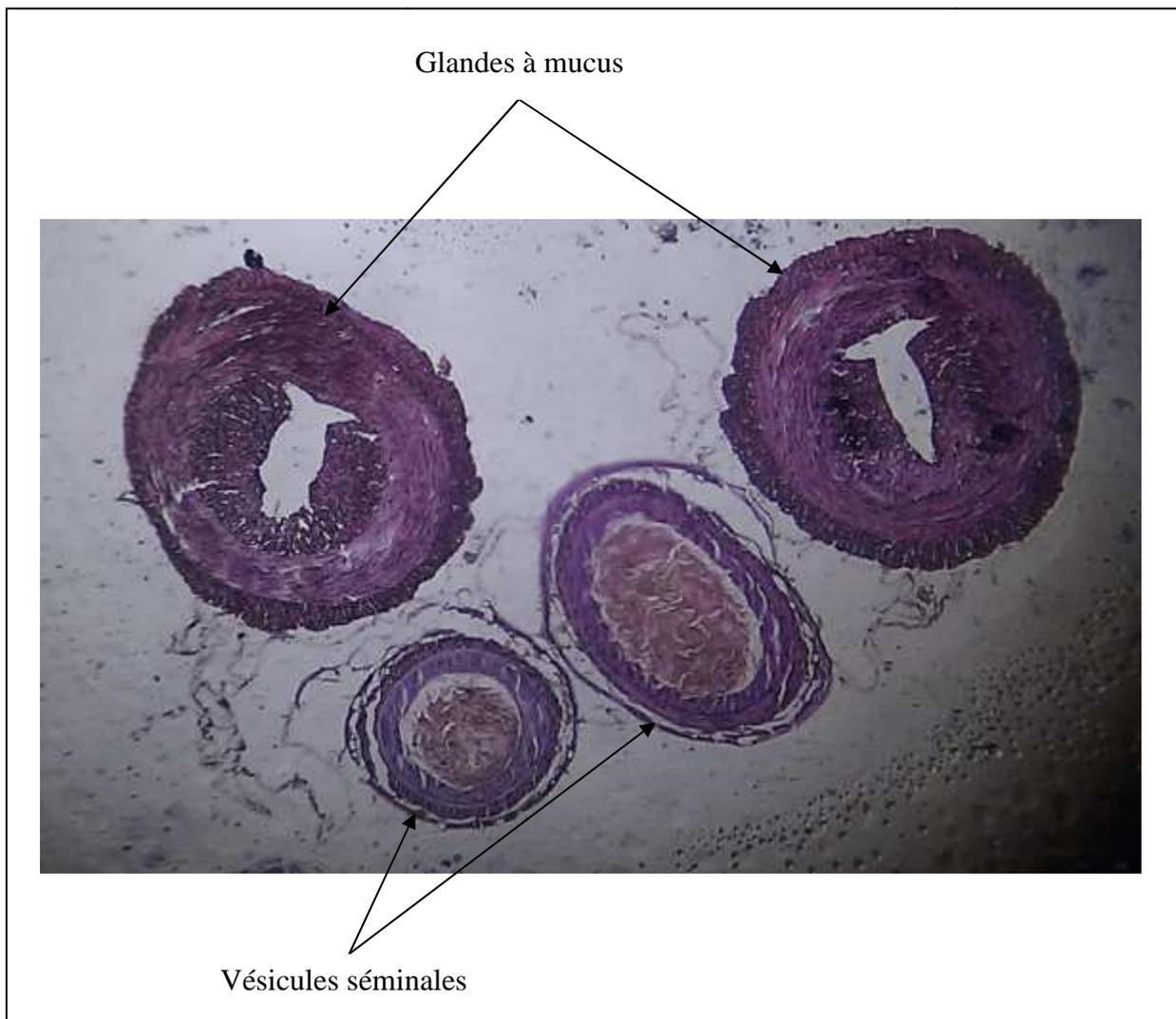
**Figure 56 : classification ascendante hiérarchique combinée des distances euclidiennes existant entre les différents paramètres analysés chez les faux bourdons issus de la reine et de l’ouvrière.**

On remarque que les distances sont très proches entre la taille de l’abdomen, le poids total et la taille totale pendant que la taille du thorax et de l’aile sont éloignés des trois autres paramètres. Ce qui vient confirmer les précédents tests séparés.

**TABLEAU DES DISTANCES**

	PT	TAB	TTH	TT	TA
PT	0.0	9.7	12.8	8.4	14.9
TAB	9.7	0.0	14.0	8.2	14.7
TTH	12.8	14.0	0.0	11.0	15.2
TT	8.4	8.2	11.0	0.0	15.2
TA	14.9	14.7	15.2	15.2	0.0

## II. Résultats préliminaires de l'étude histologique du système reproducteur mâle



**Figure 57 : Coupe transversal d'une paire de glande à mucus et d'une paire de vésicules séminales du mâle d'abeille *Apis mellifera*. (G : X4)**

Pendant les dissections nous avons pu constater que les glandes mucus et les vésicules séminales allaient morphologiquement de paires, Nous avons pu à travers notre étude histologique et l'observation finale des lames sous microscope photonique que les glandes à mucus apparaissent bien en compagnie des vésicules séminales.

## ➤ vésicule séminale



**Figure 58 : coupe transversal au niveau de la vésicule séminale du mâle d'abeille *Apis mellifera*. (G : X10)**

En comparant la figure 58 avec les travaux de Marc E. COLIN et Laurent GAUTHIER (2006) et de Vinícius Albano Araújo (2005) nous pouvons clairement dire que Cette paire de vésicule séminale est composée d'un mur extérieur muni d'un simple épithélium adhérent à la membrane basale, suivie d'une couche musculaire. Les spermatozoïdes nagent librement dans la lumière, les vésicules séminales de l'appareil reproducteur des males échantillonnés ne varient dans la forme, la taille ou l'organisation structurelle entre eux.

On distingue à l'intérieur les spermatozoïdes alignés dont les têtes sont fichées dans la muqueuse nourricière. La vésicule séminale est entourée de deux couches musculaires qui se contractent lors de l'éjaculation (Colin & Gauthier, 2006).

## ➤ Glande à mucus



**Figure 59 : coupe transversal au niveau d'une glande à mucus du mâle d'abeille *Apis mellifera* (G : X10)**

La paroi de la glande à mucus consiste en une fine couche épithéliale, une épaisse couche musculaire ; il est recouvert par une gaine peritriciale : les cellules épithéliales sont larges et ont une construction en forme de colonne organisées en une seule bande elles contiennent un noyau central sphérique et des inclusions cytoplasmiques granulaires (Colin & Gauthier, 2006).

**II. Discussion**

Les résultats obtenues à partir des différents tests statistiques effectués montrent que les mâles issus d'ouvrières et ceux issus de reines présentent des différences et des similitudes en ce qui concerne leur morphométrie.

La taille de l'abdomen et le poids total varient positivement chez les deux types de faux bourdons, ce qui est peut-être dû au fait que l'abdomen abrite la grande majorité des organes du faux bourdon (notamment le système reproducteur) ce qui fait de lui la partie du corps la plus importante en poids et détermine ainsi le poids total du mâle.

La taille du thorax n'évolue pas de la même manière chez les deux types de faux bourdons, ce qui nous amène à dire que la taille du thorax n'a pas de grande incidence sur le poids total du mâle et ce, peut-être, est dû à la différence de taille des cellules d'élevage des deux types de mâles. Il faut signaler que les mâles issus d'ouvrières sont élevés dans des petites cellules tandis que les mâles issus d'œuf de reines sont élevés dans des cellules plus grandes.

Le poids total et la taille totale varient de la même manière et de façon positive chez les deux types de faux bourdons. Leurs évolutions identiques est logique vu que plus la taille augmente, plus le développement du corps et des organes internes est grand, donc le poids augmentera de la même façon.

L'évolution de la taille du thorax n'est pas liée à celle de l'abdomen, ce qui explique le fait que ces deux paramètres n'influent pas l'un sur l'autre.

La relation entre la taille de l'aile et les quatre autres paramètres est inexistante, ce qui veut dire que l'évolution de l'un des paramètres que sont la taille de l'abdomen, la taille du thorax, la taille totale et le poids total n'agit en aucun cas sur celle de la taille de l'aile. Cela nous prouve clairement que le développement de l'aile est indépendant vis à vis des autres caractères.

## **II.6 ACP**

On remarque que les paramètres: la taille de l'abdomen, la taille totale et le poids total se rejoignent et sont très proche ce qui montre que ce sont des paramètres qui changent ensemble.

Pour la taille du thorax on dira qu'il est lié faiblement au reste, et pour la taille de l'aile on a la confirmation que sa variation et son développement est indépendante des autres paramètres morphométriques.

## **II.7 Régressions variables similaires.**

### **II.7.1 Poids total des mâles issus de reine et poids total de ceux issus d'ouvrières.**

Il y a une faible liaison entre le poids total la taille totale la taille du thorax et la taille de l'abdomen des deux types de faux bourdons, ce qui nous permet de poser la supposition que le poids d'un mâle issu de reine et celui issu d'une ouvrière n'auront jamais le même poids total. Ceci peut être expliqué par le fait que les faux bourdons n'ont pas la même provenance et ne développent pas de la même manière vu que les faux bourdons issus d'ouvrière sont émergés à partir de cellule d'ouvrière et non de mâle. (SCHLÜNS, 2003)

### **II.7.2 CERCLE DE CORRELATION (RELATION ENTRE PARAMETRES)**

Le rapprochement entre les trois paramètres : taille totale, poids total et la taille de l'abdomen prouve que les variations de la taille de l'abdomen influent en grande partie sur celles de la taille totale et le poids total. Un peu moins en ce qui concerne la taille du thorax et aucune influence de la taille de l'aile sur un des autres paramètres.

### **II.7.3 CAH (CLASSIFICATION HIÉRARCHIQUE ASCENDANTE)**

La CAH nous confirme que le poids total, la taille de l'abdomen et la taille totale sont très proches et diffèrent de manière similaire. Le même constat en ce qui concerne la taille du thorax par rapport aux autres paramètres mais en moindre incidence, et le détachement de la taille de l'aile qui n'a aucune relation avec les quatre autres paramètres.

- **ANALYSE D'UN MEME TYPE DE PARAMETRE DISCRIMINE PAR LES DEUX VARIETES ETUDIEES**

➤ **REGRESSION SIMPLE**

La faible corrélation entre le poids total la taille totale la taille du thorax et la taille de l'abdomen des deux types de faux bourdons peut être expliqué par le fait que les faux bourdons n'ont pas la même provenance et ne se développe pas de la même manière vu que les faux bourdons issus d'ouvrière sont émergés à partir de cellule d'ouvrière et non de mâle.

Il n'y a aucune relation entre la taille de l'aile des faux bourdons issus de reines et ceux issus d'ouvrières et ce parce que le développement de l'aile est indépendant des autres comme exprimé précédemment.

➤ **ACP**

❖ **CERCLE DE CORRELATION**

Les quatre paramètres : taille totale, poids total, taille de l'abdomen et la taille du thorax Sont liées et ce parce que le développement de l'abdomen et moyennement le développement du thorax contribuent au développement de la taille et du poids total, et la différence de regroupement des paramètres entre les deux types de faux bourdons peut être expliqué par le fait qu'il y a une différence caractéristique entre les deux.

## **Conclusion**

Les résultats préliminaires de notre étude montrent que les mâles haploïdes d'abeille domestique *apis mellifera intermissa* présentent des similitudes et des différences.

Notre présente étude nous a clairement démontré que les mâles issus de reines et ceux issus d'ouvrières n'avaient pas le même poids, et ce à cause de la différence des conditions de développement des deux (grandes cellules pour les mâles issus de reines et petites cellules d'ouvrière pour les mâles issus d'ouvrières) ;

Aussi nous avons pu conclure que la taille de l'abdomen jouait un rôle prépondérant dans le poids total de l'individu chez les deux types de faux bourdons, et que le poids total quant à lui déterminait la taille totale du mâle chez les deux types.

La taille du thorax quant à elle joue un rôle mineur en ce qui concerne le poids total de l'individu, chez les mâles issus de reine et un rôle quasi nul chez les mâles issus d'ouvrières.

Le développement des ailes du mâle faux bourdons est tout à fait indépendant des autres paramètres tel que le poids ou la taille de l'individu, ce qui nous renseigne sur le fait que l'aile se développe en parallèle du corps mais suit sa propre courbe de progression et ne suit pas les autres paramètres.

Pour ce qui est du volet histologique de notre étude, nous pouvons conclure que les organes sexuels du mâle, les vésicules séminales et les glandes à mucus vont de paires, et que la muqueuse nourricière au niveau des glandes à mucus est vitale pour la survie et la bonne maturation des spermatozoïdes. Cependant une étude plus approfondie et plus orientées vers le domaine histologique nous permettra de mieux comprendre les différences existantes ou non entre les vésicules séminales et les glandes à mucus des mâles selon leur provenance, c'est-à-dire issus de reine ou issus d'ouvrières.

## Perspectives

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 :

- La conduite d'études sur les abeilles en général pour connaître un peu mieux l'abeille locale *Apis mellifera intermissa* et poser les bases pour sa connaissance et sa caractérisation pour les générations futures.
- 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.
- Essayer de dresser 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.
- Développer et mieux analyser les différents aspects de l'histologie du faux bourdon pour une plus ample connaissance de son système reproducteur.
- Préserver la race locale *Apis mellifera intermissa* et *Apis mellifera intermissa*.

Adam G. (2010). La biologie de l'abeille. Ecole d'apiculture Sud-Luxembourg <<http://ekladata.com/QPHGzNqBPBpKwpdho6j-krOSMLc.pdf>> (consulté le 25/03/2013)

Adjlane N, Doumandji S et Haddad N. (2012). La prévalence de la nosérose dans les colonies d'abeilles *apis mellifera intermissa* dans la région médiouseptentrionale de l'Algérie. *Lebanese Science Journal*. 13, 65-73.

Anchling F. (2009). La vision chez l'abeille - un sens très complexe. *Abeille de France*.

Anonyme. (2006). Dossier de presse. Union Nationale de l'Apiculture Française.

Anonyme. (2013). <[www.infovisual.info/02/041\\_fr.html](http://www.infovisual.info/02/041_fr.html)>

Araújo VA, Zama U, Neves CA, Dolder H et Lino-Neto J. (2005). Ultrastructural, histological and histochemical characteristics of the epithelial wall of the seminal vesicle of mature *Scaptotrigona xanthotricha* moore males (Hymenoptera, apidae, meliponini). *Braz. J. morphol. Sci.* 22(4), 193-201.

Barbançon JM. (2002). Soigner et protéger les abeilles. *Le traité rustica de l'apiculture*. Rustica éditions. 86-118.

Ben Hamida B. (1999). Enemies of bees. In: Colin M.E, Ball B.V et Kilan i M. (ed.). *Bee disease diagnosis*, 147-165 <<http://om.ciheam.org/om/pdf/b25/99600245.pdf>> (date)

Biri M. (2002). *Le grand livre des abeilles*. Cours d'apiculture moderne. De Vecchi. Paris.

Biri M. (2010). *Tout savoir sur les abeilles et l'apiculture*. 7<sup>ème</sup> édition. De Vecchi. Paris.

Blackiston H. (2009). *Beekeeping for dummies*. 2<sup>ème</sup> édition. For dummies. Indianapolis.

Cobey S. Processus d'insémination de la reine. <[euphony.net.be/abeille/elv/processus\\_insemination.html](http://euphony.net.be/abeille/elv/processus_insemination.html)>

Colin ME et Gauthier L, (2006). *Abeilles et compagnie*. N° 111.

Colin ME. (1982). La varroase. *Revue scientifique et technique - Office international des épizooties*. 1, 1177-1189.

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

De Roth L. (1980). *Reproduction de l'abeille*. *Revue l'abeille*.

Didier B. (2009). Le Guêpier d'Europe. *Insectes*. 3, p 36.

Domerego R, Imbert G et Blanchard C. (2007). *Les remèdes de la ruche*. Alpen éditions. Monaco.

- Franck P, Garnery L, Solignac M et Cornuet JM. (2000). Molecular confirmation of a fourth lineage in honeybees from the near east. *Apidologie*. 31, 167-180.
- Fresnay J. (1966). L'insémination artificielle des reines d'abeille. *Revue Ann. Abeille*. 3, 251-263.
- Hause R. (2004). *Aethina tumida* : la menace se précise. *Insectes*. 3, 15-17
- 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
- Maissonasse A. (2010). Communication chimique et régulations sociales dans la colonie d'abeilles (*Apis mellifera L.*). Thèse de Doctorat. Université d'Avignon. Avignon.
- Marchenay P et Bérard L. (2007). L'homme, l'abeille et le miel. *De borée*, 223.
- Mateescu C. (2013). Les produits récoltés par l'abeille et leurs rôles dans l'alimentation < [www.apiservices.com/anagercea/alimentation.pdf](http://www.apiservices.com/anagercea/alimentation.pdf) >
- Nguyen B.K, Saegerman C et Haubruge E. (2009). Etude sur la contamination des miels par *Paenibacillus larvae* en Région wallonne et relation avec l'expression clinique de la loque américaine dans les colonies d'abeilles domestiques. *Annales de Médecine Vétérinaire*. 153, 219-222.
- Paterson P. (2008). L'apiculture. QuæCTA presses agronomiques de Gembloux. Gembloux.
- Pelletier N. (2010). Le déclin des populations d'abeilles au Québec : causes probables, impacts et recommandations. Thèse de doctorat. Université de Sherbrooke. St-Colomban.
- Ravazzi G. (2007). Abeilles et apiculture. De Vecchi. 159.
- Rossant A. (2011). Le miel, un composé complexe aux propriétés surprenantes. Thèse de doctorat. Université de Limoges. Limoges.
- Ruttner F. (1988). Biogeography and taxonomy of honeybees. Springer. New york.
- Schluns H, Schluns EA, Van praagh J, Moritz RFA. (2003). Sperm numbers in drone honeybees (*Apis mellifera*) depend on body size. *Apidologie*. 34,577–584.
- Simoneau A. (2002). La loque américaine. Laboratoire de pathologie animale L'Assomption, Québec.
- Toudert F. (2011). Contribution à l'étude des effets subletaux de l'imidaclopride sur la physiologie des ouvrières et des reines de l'abeille domestique (*Apis mellifera intermissa*).
- Weiss K. (1985). L'apiculteur du weekend. Editions européennes apicoles.
- Jackson JT, Tarry DR, Fahrbach SE. (2010). Histological estimates of ovariole number in honeybee Queens, *Apis mellifera*, reveal lack of correlation with other queen quality measures. *Journal of Insect Science*. 11, 1-11.

***Faux bourdon issu des ruches au niveau de l'université le:  
10/04/2013***

<b>10/04/2013</b>	<b>poids des faux bourdons (mg)</b>	<b>Taille de l'abdomen (mm)</b>	<b>Taille du thorax (mm)</b>	<b>Taille total du faux bourdon (mm)</b>	<b>Taille des ailes (mm)</b>
<b>faux bourdon 1</b>	<b>166,2</b>	<b>7</b>	<b>6,5</b>	<b>14</b>	<b>12</b>
<b>Faux bourdon 2</b>	<b>220,8</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>12</b>
<b>Faux bourdon 3</b>	<b>199</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>12</b>
<b>Faux bourdon 4</b>	<b>201,6</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>11</b>

*Faux bourdon issu des ruches au niveau de l'université le:  
14/04/2013*

14/04/2013	poids des faux bourdons (mg)	Taille de l'abdomen (mm)	Taille du thorax (mm)	Taille total du faux bourdon (mm)	Taille des ailes (mm)
Faux bourdon 1	207,9	7	5	15	12
Faux bourdon 2	192,7	6,5	7,5	14,5	12
Faux bourdon 3	177,4	7	5	14	11
Faux bourdon 4	189	5	6,5	14,5	11,5
Faux bourdon 5	163,8	4,5	6,5	14,5	11
Faux bourdon 6	196,1	5,5	6,5	14,5	12
Faux bourdon 7	170,9	6,5	6	14	12
Faux bourdon 8	206	6,5	5,5	14,5	11,5
Faux bourdon 9	136	5,5	4,5	13	11

*Faux bourdon issu des ruches au niveau d'el kseur le: 15/04/2013*

15/04/2013	poids des faux bourdons (mg)	Taille de l'abdomen (mm)	Taille du thorax (mm)	Taille total du faux bourdon (mm)	Taille des ailes (mm)
Faux bourdon 1	195,8	6	5	15	12
Faux bourdon 2	171,6	6,5	5,5	15	12
Faux bourdon 3	265,5	8	6	16,5	12
Faux bourdon 4	181,2	6,5	5,5	15	13
Faux bourdon 5	170,1	6,5	5,5	15	12
Faux bourdon 6	129,7	6,5	4,5	13,5	12

*Faux bourdon issue des ruches au niveau de l'université le:  
28/04/2013*

28/04/2013	poids des faux bourdons (mg)	Taille de l'abdomen (mm)	Taille du thorax (mm)	Taille total du faux bourdon (mm)	Taille des ailes (mm)
Faux bourdon 1	239,5	8,5	5,5	17	12
Faux bourdon 2	188,2	7	4,5	14,5	11,5
Faux bourdon 3	227,4	7	5	14,5	12
Faux bourdon 4	187,2	6,5	5	13,5	11
Faux bourdon 5	186,9	7,5	5	14,5	11,5
Faux bourdon 6	211,4	7	5	15	11,5
Faux bourdon 7	149,6	6	4	13	11,5

*Faux bourdon issue des ruches au niveau de l'université le:  
28/04/2013 (issue de l'ouvriere)*

13/05/2013	poids des faux bourdons (mg)	Taille de l'abdomen (mm)	Taille du thorax (mm)	Taille totale du faux bourdon (mm)	Taille des ailes (mm)
Faux bourdon 1	190,9	6,3	5,2	14,5	11
Faux bourdon 2	207,1	7	5,8	16	11,5
Faux bourdon 3	223,3	7,7	5,5	15,5	11
Faux bourdon 4	189,6	7	6	15	11,5
Faux bourdon 5	182,4	7,5	5	14,9	10,2
Faux bourdon 6	220,8	7	6	15,5	12
Faux bourdon 7	183,4	7	5	14,5	11,2
Faux bourdon 8	182,9	7	5,5	14	11,1
Faux bourdon 9	216,9	8	5,8	16	11,4
Faux bourdon 10	204,5	7,2	5	14,8	11,2
Faux bourdon 11	204,6	7,7	6	15,6	11,1
Faux bourdon 12	215,5	7,6	6	15,5	11,5
Faux bourdon 13	173	7,5	5,4	14	11
Faux bourdon 14	147,5	6,5	5	13,5	11
Faux bourdon 15	180	6,8	5	14	11
Faux bourdon 16	153,5	5,6	5,9	12,8	11
Faux bourdon 17	210,4	7	5,5	15	11,8
Faux bourdon 18	186,9	7,3	5,4	14,5	VAROA
Faux bourdon 19	184,6	7	5,5	13,9	11,1
Faux bourdon 20	212	7,4	6	15,9	11
Faux bourdon 21	251,1	7,5	5,8	15	12
Faux bourdon 22	212,4	7,7	6	15,5	11,5

<b>20/05/2013</b>	<b>Poids des faux bourdons (mg)</b>	<b>Taille de l'abdomen (mm)</b>	<b>Taille du thorax mm)</b>	<b>Taille totale du faux bourdon (mm)</b>	<b>Taille des ailes (mm)</b>
Faux bourdon 23	189,9	6,8	6	14,3	11,1
Faux bourdon 24	211,3	7,3	6,5	15,5	11,5
Faux bourdon 25	216,4	7,8	6	15,1	11,5
Faux bourdon 26	231,7	7	6	15,2	12
Faux bourdon 27	248	7,7	5,2	14,7	11,9
Faux bourdon 28	158,5	7,5	4,8	14,2	11,2
Faux bourdon 29	201,2	7,7	5,8	15	11,5
Faux bourdon 30	200,8	7,5	5,5	16	11,4
Faux bourdon 31	193,1	8	6	16	11,7
Faux bourdon 32	206,1	7,8	6,5	16,5	11,4

*Faux bourdon issu d'un rucher au niveau de Bolzazene (melbou)  
le: 20/05/2013 (issue de la reine)*

20/05/2013	Poids des faux bourdons (mg)	Taille de l'abdomen (mm)	Taille du thorax (mm)	Taille totale du faux bourdon (mm)	Taille des ailes (mm)
Faux bourdon 1	176,2	7,5	5	15,5	12
Faux bourdon 2	154,1	7,5	5,7	15,6	11,5
Faux bourdon 3	178,6	7	5,5	15	12
Faux bourdon 4	186,2	7	6	15,5	12,5
Faux bourdon 5	184,4	7,3	5,5	16	12
Faux bourdon 6	196,7	8	6	16,4	12
Faux bourdon 7	186	8,5	6,2	16,1	12,3
Faux bourdon 8	172,4	6,8	5,3	14,9	11,6
Faux bourdon 9	184,8	6,8	5,2	14,9	12,4
Faux bourdon 10	154,9	6,4	5,6	14,8	11,9
Faux bourdon 11	188,8	7,3	6,3	15,5	12
Faux bourdon 12	173,8	7,3	5,8	15,1	12
Faux bourdon 13	181	7,5	5	15,5	12
Faux bourdon 14	238,2	8,6	6	16,5	12,2
Faux bourdon 15	165,8	7	6	15	12,1
Faux bourdon 16	184,2	7	5,1	15	12,6

*Faux bourdon issue des ruches au niveau de l'université le:  
23/05/2013 (issue de l'ouvriere)*

23/05/2013	Poids des faux bourdons (mg)	Taille de l'abdomen (mm)	Taille du thorax (mm)	Taille totale du faux bourdon (mm)	Taille des ailes (mm)
Faux bourdon 1	158,2	7,5	5,7	14,8	11,5
Faux bourdon 2	158,6	7	5,2	13,9	11,6
Faux bourdon 3	159,9	7	5,5	14,5	11,6
Faux bourdon 4	164,6	6,4	4,6	14,3	11,9
Faux bourdon 5	131,8	6,4	5,3	13,6	11,2
Faux bourdon 6	154,8	6,7	4,8	13,6	11,6
Faux bourdon 7	172,2	6,9	5,3	14,7	11,8
Faux bourdon 8	143,4	6,4	4,7	13,3	11,2
Faux bourdon 9	169	7,1	4,8	14,7	11,7
Faux bourdon 10	143,5	6	5,6	13,6	11,1
Faux bourdon 11	170,3	6,8	4,8	14,2	11,4
Faux bourdon 12	167	7	5,8	14,8	11,4
Faux bourdon 13	151,7	6,7	5,3	14,3	11,1
Faux bourdon 14	134,1	6,2	5,2	13,6	10,8
Faux bourdon 15	152,3	6,7	5,2	13,4	11,3
Faux bourdon 16	145,4	5,9	4,7	13,3	11
Faux bourdon 17	173,4	6,9	5,6	14,5	11,3
Faux bourdon 18	158,4	6,7	5,3	13,7	11,1
Faux bourdon 19	169,5	6,8	5,3	14,1	11,5
Faux bourdon 20	155,9	6,5	5,2	13,7	11,3

<b>20/05/2013</b>	<b>Poids des faux bourdons (mg)</b>	<b>Taille de l'abdomen (mm)</b>	<b>Taille du thorax (mm)</b>	<b>Taille totale du faux bourdon (mm)</b>	<b>Taille des ailes</b>
Faux bourdon 21	142,4	6	5,1	13,3	10,8
Faux bourdon 22	142,2	6,1	5	13	11,1
Faux bourdon 23	175,9	7,4	5,1	15	11,2
Faux bourdon 24	149,5	6	4,7	13,8	11
Faux bourdon 25	152	6,1	5,2	13,5	11,2
Faus bourdon 26	154,6	6,5	4,9	14	11

*Faux bourdon issue d'un rucher au niveau d'el hama (amizour) le:  
20/05/2013 (issue de la reine)*

25/05/2013	Poids des faux bourdons (mg)	Taille de l'abdomen (mm)	Taille du thorax (mm)	Taille totale du faux bourdon (mm)	Taille des ailes (mm)
Faux bourdon 1	153,3	6,1	4,8	13,5	11,7
Faux bourdon 2	151,3	6,6	4,5	13,4	11,4
Faux bourdon 3	172,6	6,2	6	14,5	11,8
Faux bourdon 4	170,2	6,5	6	14,8	11,2
Faux bourdon 5	147,1	6	5,8	14	11,4
Faux bourdon 6	157,6	6,8	5,7	14,9	11,1
Faux bourdon 7	127,4	6,1	5,3	13,5	11
Faux bourdon 8	156,1	6,8	6,3	14,7	11,4
Faux bourdon 9	152,4	6,1	6	14,5	11
Faux bourdon 10	145	6,1	6	14,4	11,2
Faux bourdon 11	147,7	6,6	6	14,9	11,4
Faux bourdon 12	156,5	7,1	6	15	11,3
Faux bourdon 13	168,4	7	6,2	15	12
Faux bourdon 14	165,2	6,4	5,5	14,5	11,2
Faux bourdon 15	153,8	7,5	6	15,1	11,1
Faux bourdon 16	154,7	6,2	4,9	14,4	11
Faux bourdon 17	159,4	6,2	4,3	13,8	11,2

## ***Résumé***

---

Cette étude nous a permis de comparer deux types de faux bourdons, ceux issus de reines et les autres issus d'ouvrières. Nous avons pu savoir les points communs et les points de divergences entre les faux bourdons issus d'œufs d'ouvrières et les faux bourdons issus d'œufs de reines.

L'étude nous a aussi permis de nous pencher à travers une approche de l'histologie de l'appareil reproducteur du faux bourdon, à travers laquelle nous avons pu observer deux entités que sont les vésicules séminales et les glandes à mucus.

Mots clefs : Morphométrie ; histologie ; appareil reproducteur ; glande à mucus ; vésicule séminale

## ***Abstract***

---

The present study gave us the chance to compare between two types of drones, drones emerged from honeybee queen eggs and others emerged from honeybee worker. We could find some similarities and differences between these two types of drones.

Also, we could try to study the histology of drone's reproductive system, and we find out two entities which are the mucus gland and the seminal vesicle.

Key words: Morphometry; histology; reproductive system; mucus gland; seminal vesicle.