

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

المدرسة الوطنية العليا للبيطرة الحراش – الجزائر

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE VÉTÉRINAIRE EL-HARRACH - ALGER

## THÈSE

En vue de l'obtention du diplôme de magister en Sciences Vétérinaires.

### THÈME

Étude biométrique de quelques caractères  
morphologiques de l'abeille tellienne *Apis  
mellifera intermissa* dans le nord de  
l'Algérie

Par M<sup>lle</sup> Halima HAMI

#### Jury:

M <sup>lle</sup> AIN-BAAZIZ H	Professeur E.N.S.V d'Alger.	Présidente.
Mr BERKANI M L	Professeur E.N.S.A d'Alger.	Rapporteur.
Mr BENYOUCEF M T	Professeur E.N.S.A d'Alger.	Examineur.
M <sup>me</sup> BERKANI-GHALEM Z	Maître de conférences-A- E.N.S d'Alger.	Examinatrice.
M <sup>me</sup> MEZIANE F.Z	Maitre Assistante –A- E.N.S.A. d'Alger.	Examinatrice.
M <sup>me</sup> GAOUAS Y	Maitre Assistante –A- E.N.S.V. d'Alger.	Examinatrice.

Soutenue le 16 /03/ 2014

*A la mémoire de mon très cher père*

## **Remerciements**

*Avant tout je remercie mon DIEU ALLAH, le Tout Puissant et le très Miséricordieux, de m'avoir donné, la foi, la santé et la volonté pour accomplir ce modeste travail.*

*C'est un agréable devoir d'exprimer mes remerciements à toutes les personnes qui, d'une manière ou d'autre ont contribué à l'accomplissement de ce travail.*

*Ma profonde reconnaissance et gratitude, va tout d'abord à monsieur M<sup>r</sup> BERKANI Mohamed L, Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El-Harrach Alger, d'avoir accepté de diriger ce travail, et pour ses orientations, sa patience, son aide, sa compréhension et ses précieux conseils qui m'ont guidés dans la réalisation de ce travail. Qu'il soit assuré de ma sincère reconnaissance. Enfin, je suis très sensible à la touchante gentillesse qu'il a constamment manifestée à mon égard.*

*Je remercie également M<sup>lle</sup> AIN-BAAZIZ H, Professeur à l'école nationale supérieure vétérinaire ENSV d'Alger, pour l'honneur qu'elle m'a fait de présider le jury de cette thèse.*

*Je tiens également à exprimer mes sincères remerciements, mon profond respect et ma gratitude aux membres de jury qui ont consacré leurs temps à examiner ce travail :*

- *Mr BENYOUCHEF Mohamed T, Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El-Harrach Alger ;*
- *M<sup>me</sup> BERKANI-GHALEM Z, Maîtres de Conférences -A- à l' E.N.S d'Alger*
- *M<sup>me</sup> MEZIANE F, Maitre assistante à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'Alger ;*
- *M<sup>me</sup> GAOUAS Y, Maitre Assistante -A- à l'école nationale supérieure vétérinaire, ENSV d'Alger.*

*Mes sincères gratitudees vont aussi à M<sup>me</sup> DOUMANDJI, pour m'avoir accueilli au sein du laboratoire de département de Zoologie à l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie ,Alger, et pour avoir guidé mes premiers pas dans le cadre de la biométrie de l'abeille lors de la réalisation de mes mensurations au laboratoire.*

*Je souhaite adresser mes vifs remerciements également à toute l'équipe de ce laboratoire.*

*Un grand merci aux apiculteurs, plus que pour leurs appui matériel et la motivation qu'ils m'ont aidé à obtenir les prélèvements.*

*Tel travail n'aurait sans doute pas abouti sans le soutien de ma famille et de mes amis. Je tiens à remercier tout particulièrement ma famille qui m'a accompagné et soutenu tout au long de la réalisation de ce travail.*

*Enfin, je réitère mes remerciements à toutes les personnes qui de près ou de loin m'ont aidé dans la réalisation de ce travail.*

## Liste des figures

<b>Figure1.</b> Phylogénie des Apoidea formes basée sur la morphologie des adultes et le séquençage de 5 gènes (d'après Danforth <i>et al.</i> 2006.....	4
<b>Figure 2.</b> La classification systématique de l'abeille.....	5
<b>Figure 3.</b> Cladogramme des principales espèces du genre <i>Apis</i> (d'après Alexander 1991).....	5
<b>Figure 4.</b> Aire de distribution des espèces du genre <i>Apis</i> (d'après Ruttner 1988, Otis et al 1996 et Smith et Hagen 1996).....	6
<b>Figure5 .</b> L'aire naturelle de répartition de l'abeille domestique recouvre l'Europe, l'Afrique et le Proche Orient. Cette espèce est subdivisée en 26 races ou sous-espèces géographiques réparties dans 4 lignées évolutives . Ouest-méditerranéenne (M), Africaine (A), nord méditerranéenne (C), et orientale (O).....	9
<b>Figure 6.</b> La carte d'Algérie avec la localisation des échantillons. (ArcGis.10).....	34
<b>Figure 7 .</b> les caractères morphologiques mesurés.....	39
<b>Figure 8 .</b> Valeurs des moyennes des caractères morphologiques pour les vingt wilayas de nord de l'Algérie en 2011 en micromètre sauf la longueur de langue en mm.....	39
<b>Figure 9 .</b> Représentation cartographique des moyennes des caractères morphométriques en 2011 .....	42
<b>Figure 10 .</b> Comparaison des caractères morphométriques en 2011.....	42
<b>Figure 11.</b> Projections des points moyens des caractères morphométriques en 2011 sur le premier plan factoriel d'une analyse en composante principale.....	43
<b>Figure 12 .</b> Projection des points moyens des colonies d'abeille selon la région en 2011 sur le premier plan factoriel d'une analyse en composante principale.....	44
<b>Figure 13 .</b> Carte des corrélations entre les caractères morphométriques.....	45
<b>Figure 14 .</b> Valeurs des moyennes des caractères morphologiques pour les vingt wilayas de nord de l'Algérie en 2013 en micromètres.....	46

<b>Figure15</b> . Représentation cartographique des moyennes des caractères morphométriques en 2013.....	47
<b>Figure16</b> . Comparaison entre les caractères morphométriques étudiés en 2013.....	47
<b>Figure 17</b> . Projections des points moyens des caractères morphométriques en 2013 sur le premier plan factoriel d'une analyse en composante principale.....	48
<b>Figure18</b> . Projection des points moyens des colonies d'abeille selon la région en 2013 sur le premier plan factoriel d'une analyse en composante principale.....	49
<b>Figure19</b> . Carte des corrélations.....	50
<b>Figure20</b> . Valeurs des moyennes globales des trois régions de nord de l'Algérie durant les deux années 2011-2013 en ( $\mu\text{m}$ ).....	51
<b>Figure21</b> . Comparaison entre les zones d'études durant les années 2011 et 2013.....	52
<b>Figure 22</b> . Le nombre des valeurs moyennes les plus élevées pour chaque zone pour les deux années d'étude.....	53
<b>Figure 23</b> . Représentation cartographique des valeurs des caractères morphométriques obtenues en 2011 et 2013 par zone d'étude.....	53
<b>Figure 24</b> . Projection des points moyens des colonies d'abeille selon la zone et l'année d'étude sur le premier plan factoriel d'une analyse en composante principale.....	54
<b>Figure 25</b> . Carte des corrélations des zones d'étude.....	56

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1.</b> Les races d'abeilles domestiques .....	8
<b>Tableau 2.</b> Cordonnées géographiques des localités d'échantillonnage.....	35
<b>Tableau 3.</b> Effet de la région sur les caractères morphologiques des abeilles ouvrières dans différentes zones de nord de l'Algérie durant l'année 2011.....	41
<b>Tableau 4.</b> Valeurs propres et variabilité des six facteurs.....	43
<b>Tableau 5 .</b> Matrice de corrélation entre les caractères morphométriques étudié en 2011.	44
<b>Tableau 6.</b> Effet de la région sur les caractères morphologiques des abeilles ouvrières dans différentes zones de nord de l'Algérie durant l'année 2013.....	46
<b>Tableau 7.</b> Valeurs propres et variabilité des six facteurs.....	48
<b>Tableau 8.</b> Matrice de corrélation des caractères morphométriques étudiés.....	50
<b>Tableau 9 .</b> Valeurs des moyennes globales des trois régions de nord de l'Algérie durant les deux années 2011.2013 en ( $\mu\text{m}$ ).....	51
<b>Tableau 10.</b> Valeurs propres et variabilité des six facteurs.....	54
<b>Tableau11.</b> Matrice de corrélation entre les zones d'étude en 2011 et 2013.....	55
<b>Tableau 12.</b> Analyses biométriques issues du fichier de la station d'Apiculture expérimentale .....	56

## SOMMAIRE

**Introduction**

**Listes des figures**

**Liste des tableaux**

**Résumé**

<b>Introduction</b> .....	1
<b>I. PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE</b> .....	3
<b>CHAPITRE I : SYSTEMATIQUE ET DIVERSITE DE L'ABEILLE DOMESTIQUE</b> .....	3
1.1. Systématique .....	3
1.2. Diversité des abeilles mellifères .....	7
<b>CHAPITRE II : LA MORPHOMETRIE</b> .....	10
2.1. Historique.....	10
<b>CHAPITRE III : METHODES UTILISEES POUR MESURER LES CARACTERES MORPHOLOGIQUES</b> .....	15
<b>CHAPITRE IV. CARACTERES MORPHOMETRIQUES DE RACE D'ABEILLE</b> .....	21
4.1. Caractères de la tête .....	21
4.1.1. Largeur de la tête.....	21
4.1.2. Longueur de langue.....	21
4.2. Caractères de thorax.....	23
4.3. Caractères de l'abdomen.....	26
<b>CHAPITRE V : ÉTUDES BIOLOGIQUES SUR DES RACES D'ABEILLE</b> .....	28
5.1. Activité d'élevage de couvain d'ouvrières .....	28
5.2. Activité de stockage de nourriture .....	29
5.3. Comportement hygiénique.....	29

<b>CONCLUSION</b> .....	32
<b>II. MATERIELS ET METHODES</b> .....	32
1. Objectif de l'étude.....	33
2. Présentation des sites d'échantillonnage .....	33
3. Matériel biologique et méthodes de mesures .....	35
3.1. Matériel biologique.....	35
3.1.1. L'Abeille Tellienne Algérienne .....	35
3.1.2. L'Abeille saharienne .....	36
3.2. Caractères morphologiques et méthodes de mesure .....	36
3.3 Analyses statistique.....	39
<b>III. RESULTATS</b> .....	40
<b>1. Caractères morphométriques de l'abeille tellienne pour les différentes régions de nord de l'Algérie</b> .....	40
1.1. Caractères morphométriques mesurés durant l'année 2011 .....	40
1.1.1 .Analyse descriptive.....	40
1.1.2.Analyse en composantes principales ACP.....	43
1.1.3.Analyse des corrélations entre les caractères morphométriques	44
1.2. Caractères morphologiques mesurés durant l'année 2013.....	45
1.2.1 Analyse descriptive des moyennes des caractères morphométriques .....	45
1.2.2.Analyse en composantes principales ACP.....	48
1.2.3.Analyse des corrélations entre les caractères morphométriques	49
1.3.Caractères morphométriques par zone d'étude durant les années d'étude .50	
1.3.1. Analyse descriptive des moyennes des caractères par zone durant la période 2011.2013 .....	50

1.3.2. Analyse en composante principale ACP.....	53
1.3.3. Analyse des corrélations entre les trois zones d'études .....	56
2. Comparaison entre la race d'abeille locale <i>apis mellifera intermissa</i> et autres races .....	58
<b>IV. DISCUSSION.....</b>	<b>59</b>
<b>V. CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>65</b>
<b>VI. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE.....</b>	<b>66</b>

## RESUME

L'étude des caractères morphométriques des abeilles est l'une des étapes d'un programme de conservation de leur diversité. L'objectif de cette étude est de déterminer les caractéristiques morphométriques d'*Apis mellifera intermissa* au Nord de l'Algérie afin d'établir la pureté des colonies d'abeilles. Des échantillons d'un minimum de 60 abeilles par localité et par rucher sont collectés dans 20 ruches installées dans les 20 wilayas étudiées durant les années 2011 et 2013. Les mesures relatives aux six caractères morphométriques des ouvrières, l'indice cubital, longueur de la langue, tomentum, coloration et pilosité sont effectuées avec un stéréo-microscope. L'analyse des indices cubitaux a montré qu'en dehors des abeilles de l'Est qui avaient une valeur moyenne de 2,30, les abeilles de toutes les autres localités avaient des indices inférieurs à 2,30. Les résultats ont montré que les abeilles peuvent être classées selon la valeur de leur indice cubital, en trois groupes assez distincts. Cette étude ayant révélé une variation significative dans les caractères morphométriques de l'abeille au Nord de l'Algérie, il importe d'adopter des stratégies appropriées pour la conservation de leur diversité.

**Mots clés :** *Apis mellifera intermissa*, biométrie, indice cubital, le nord de l'Algérie.

## SUMMARY

The study of morphometric characters of bees is one of the steps of a conservation program diversity. The objective of this study is to determine the morphometric characteristics of *Apis mellifera intermissa* in the north of Algeria to establish the purity of bee colonies. Samples of a minimum of 60 bees apiary location and are collected in 20 hives in 20 sites studied during the years 2011 and 2013. The measures relating to the six morphometric characters of the workers, the cubital index, tongue, tomentum, pilosity and coloring are made with a stereo-microscope. The analysis of cubital index showed that bees outside East which had an average value of 2.30, the bees all other localities had lower 2,30 indices. The results showed that the bees can be classified according to the value of their cubital index, in three rather distinct groups. This study having revealed a significant variation in the morphometric characters of the bee in the North of Algeria, it is important to adopt suitable strategies for the conservation of their diversity.

**Keywords :** *Apis mellifera intermissa*, biometrics, cubital index, north of Algeria.

## ملخص

دراسة الخصائص المورفومترية للنحل هي واحدة من خطوات برنامج الحفظ الخاص بتنوعه والهدف من هذه الدراسة هو تحديد هذه الخصائص للنحلي شمال الجزائر وهذا من اجل تحديد نقاوة سلالة النحل المحلي. قمنا بجمع عينات من ما لا يقل عن 60 نحلة في كل موقع من 20 منحل موجود في 20 ولاية المدروسة خلال العامين 2011, 2013. المقاييس المتعلقة بالخصائص الست للنحلة العاملة, المؤشر المرفقي, طول اللسان اللون, الأهداب, أجريت بواسطة مجهر stéréo-microscope .

تحليل المؤشرات المرفقية أثبتت أن القيمة الوسطية لنحل المنطقة الشرقية هي 2,30 اما فيما يخص القيمة الخاصة لنحل المناطق الوسطية و الغربية فتقل عن 2,30. اظهرت النتائج ان النحل يمكن تصنيفه وفقا لقيمة مؤشره المرفقي ,الي ثلاث مجموعات متميزة الي حد ما بينت هذه الدراسة تفاوت واضح في الخصائص المورفومترية لنحل شمال الجزائر. من المهم الاعتماد علي استراتيجيات ملائمة للحفاظ علي التنوع.

الكلمات المفتاحية :

*Apis mellifera intermessa*, بيومتري, مؤشر مرفقي , شمال الجزائر

# *Introduction*

## INTRODUCTION

L'abeille *Apis mellifera* L, est répandue en Afrique, l'Europe, et des régions de l'Asie avec une large diversité des sous-espèces qui peuvent être classifiées avec les outils morphométriques (Ruttner *et al.*, 1978). Ils ont suggéré que l'abeille *A. mellifera* se divise en trois différents branches biogéographiques : (A) celle de la région de sud et centre d'Afrique, (M) celle de l'Europe et l'Afrique du Nord et (C) celle de nord de méditerranéen. Plus tard, Ruttner(1988) a ajouté la branche (O), qui inclut la sous-espèce de moyen orient. Elles diffèrent dans leur morphologie, comportement et physiologie selon l'ambiance des conditions qu'elles se sont adaptées (Ruttner, 1992).

Basé principalement sur les caractères morphologiques, plus de douzaine de sous-espèces ont été décrites dans les lignées ((Ruttner, 1992; Sheppard *et al.*, 1997) . les études morphométriques ont fourni une grande quantité d'informations sur la structure d'espèces *du A.mellifera* L (Garnery *et al.*, 2004). La discrimination entre les sous-espèces d'abeille est importante pour l'apiculture et la biodiversité de préservation d'abeille (Tofilski, 2004).La plupart des aspects pour différencier des groupes d'abeille, basés sur des données morphologiques, ont employé des caractéristiques multiples de corps, y compris la taille de corps d'ouvrière, longueur de poils, longueur d'aile et largeur et longueur de la langue (Bucó *et al.* 1987; Rinderer *et al.* 1993; Crewe *et al.*, 1994; Ftayeh *et al.* 1994; Diniz-Filho and Malaspina, 1995; Quezada- Euan *et al.*, 2003). les mesures de l'aile sont très importantes pour la classification d'abeille (Nielsen *et al.*, 1999).La plupart des méthodes de classification d'abeille mesurent les caractères antérieurs de l'aile, qui sont typiques pour chaque race pure (Kauhausen-Keller *et al.*, 1994). L'Index Cubital (le rapport A/B des longueurs de deux veines d'aile) a été considéré le caractère le plus important utilisé pour la classification d'abeille. Beaucoup de sous-espèces *de A.melifera.* ont été décrites et distinguées principalement selon leurs valeurs d'index cubital (Toflisky, 2004; Rostecki *et al.*, 2007).

Plusieurs travaux avec *A. mellifera* impliquant les caractères morphologiques ont montré que l'environnement a une forte influence dans la morphologie de l'abeille (Eischen *et al.*, 1982 ; Milne and Friars, 1984; Milne *et al.*, 1986). ainsi les pratiques apicoles et l'importation des abeilles étrangères pourraient induire une forte diversité des populations d'abeille (Drazic *et al.*, 2004; Rotais *et al.*, 2004). L'introduction des sous-espèces d'abeille dans différents secteurs géographiques par des apiculteurs a produit des mélanges de ces sous-espèces dans beaucoup de régions du monde (Arias *et al.*, 2006).

L'apiculture en Algérie est extrêmement antique, où l'abeille a été gardée pendant plusieurs années, elle est adaptée aux conditions de climat du pays, aux maladies et aux parasites. Elle a été étendue partout en Algérie y compris la région de sud. De nos jours, les abeilles endémiques de l'Algérie sont ; *Apis mellifera intermissa* dans la région nord et *Apis mellifera sahariensis* la au sud. Ces deux espèces d'abeille ont des caractères morphologiques, physiologiques et comportementaux de différentes ressources génétiques.

Ces dernières années, les analyses morphométriques sont devenues un outil pour la caractérisation de la génétique (Andereb *et al.*, 2008). Beaucoup de méthodes ont été employées en mesurant les caractères morphologiques. Ces méthodes ont été développées à partir de l'utilisation des microscopes, jumelles, projecteurs à l'utilisation des programmes des machines. Malheureusement, la plupart de ces méthodes dépendent seulement de mesurer les caractères antérieurs d'aile.

Le but de ce travail c'est de :

1. Développer une méthode semi automatique simple en mesurant les caractères morphologiques de l'abeille (stéréo-microscope),
2. Caractériser la population d'abeille de différents étages bioclimatiques a différentes régions de l'Algérie,
4. Et de faire une comparaison entre les caractères morphologiques de l'abeille locale de l'Algérie et d'autres races d'abeille de références.

*Données  
Bibliographiques*

## PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

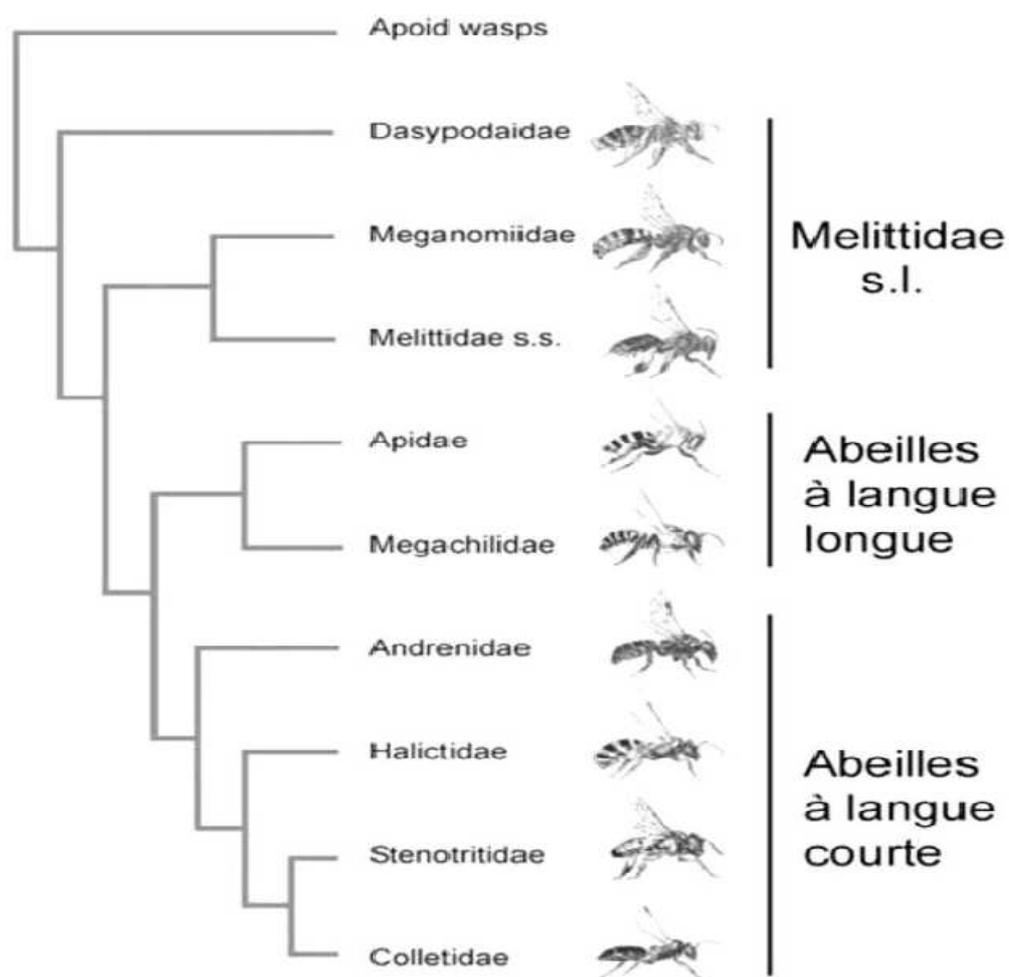
### CHAPITRE I : SYSTEMATIQUE ET DIVERSITE DE L'ABEILLE

#### 1.1. Systématique

Les abeilles sont des hyménoptères apocrites du groupe des Aculéates et de la superfamille des Apoidea. Elles forment un groupe monophylétique dérivé d'un groupe paraphylétique de guêpes apoïdes prédatrices, les Spheciformes (Brothers 1998; Danforth *et al.* 2006; Michener 2007). Elles sont vraisemblablement apparues au mi Crétacé, en même temps que la diversification des plantes à fleurs (Grimaldi 1999; Engel 2001 ; Crepet *et al.* 2004; Grimaldi et Engel 2005). Les hypothèses quant à leur origine et leur diversification sont principalement basées sur les fossiles d'abeilles (Michener et Grimaldi 1988; Poinar et Danforth 2006), de plantes (Hu *et al.* 2008) et des analyses phylogénétiques (Danforth *et al.* 2013).

La première classification moderne des abeilles est proposée dans la thèse de doctorat de Charles D. Michener (Michener 1944). Celle-ci, basée sur l'étude de la morphologie de la glosse, considère la famille des Colletidae comme groupe basal. Cependant, plusieurs auteurs, dont Michener lui-même, ont lancé l'hypothèse que le groupe basal du clade des abeilles est soit celui des Melittidae, soit celui des abeilles à longue langue, soit encore celui d'un groupe monophylétique constitué par les deux premiers (Michener 2000, 2005 ; McGinley 1980 ; Radchenko *et al.* 1994). Récemment, Danforth *et al.* (2006) ont démontré de manière convaincante la position dérivée des abeilles à langue courte ainsi que la position basale du groupe paraphylétique des Melittidae (fig.1).

Un autre point sur lequel les avis divergent concerne le nombre de familles d'abeilles actuellement reconnues. Selon Michener (2000), les abeilles sont divisées en 7 familles contemporaines : les familles d'abeilles à longues langues (Megachilidae et Apidae) et les familles d'abeilles à courtes langues (Colletidae, Stenotritidae, Andrenidae, Halictidae, Melittidae). Danforth *et al.* (2006) ont quant à eux reconnu 9 familles existantes (avec les Melittidae contenant les Dasypodidae, Meganomiidae et Melittidae) (fig.1). Une de ces familles est la famille des Apidae. Les Apidae ont trois sous-familles: Xylocopinae, Nomadinae et Apinae.



**Figure 1.** Phylogénie des Apoidea formes basée sur la morphologie des adultes et le séquençage de 5 gènes (d'après Danforth *et al.* 2006).

La sous-famille des Apinae est composée de quatre tribus: les Euglossini, les Bombini, les Meliponini et les Apini (Kimsey 1984; Winston et Michener 1977). La tribu des Apini se résume au genre *Apis*. Le genre a longtemps inclus quatre espèces seulement : *Apis mellifera*, *Apis florea*, *Apis dorsata* et *Apis cerana* (Ruttner 1988) (fig.2). Il compte actuellement neuf espèces réparties en quatre groupes: *Apis mellifera*; *Apis florea* et *Apis andreniformis*; *Apis dorsata* et *Apis laboriosa*; *Apis cerana*, *Apis koschevnikovi*, *Apis nigrocincta* et *Apis nuluensis* (Otis 1996). *Apis nigrocincta* et *Apis nuluensis* n'ont été décrites ou redécrites que très récemment (Otis 1996; Tingek *et al.* 1996). Le rapide changement morphologique, mis en évidence par l'analyse des fossiles, suggère que le

genre aurait subi une radiation adaptative au début de l'Oligocène (Culliney 1983; Engel 1998). Les analyses morphologiques, comportementales, et biogéographiques montrent que les abeilles construisant leur nid dans des cavités (les groupes *Apis mellifera* et *Apis cerana*) forment un groupe monophylétique (Alexander 1991; Ruttner 1988; fig3). A l'exception d'*Apis mellifera*, les espèces du genre *Apis* ont une aire de répartition sud-est asiatique (fig .4). L'Asie est donc scion toute vraisemblance le berceau du genre *Apis* (Deodikar *et al.* 1958).

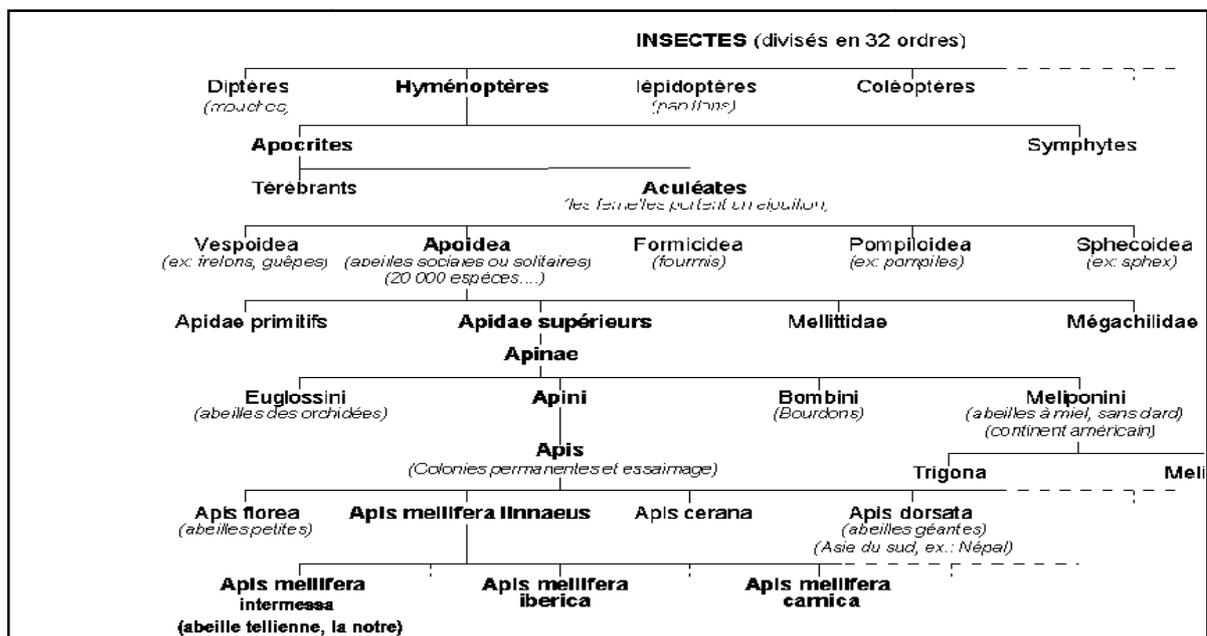


Figure 2 : la classification systématique de l'abeille

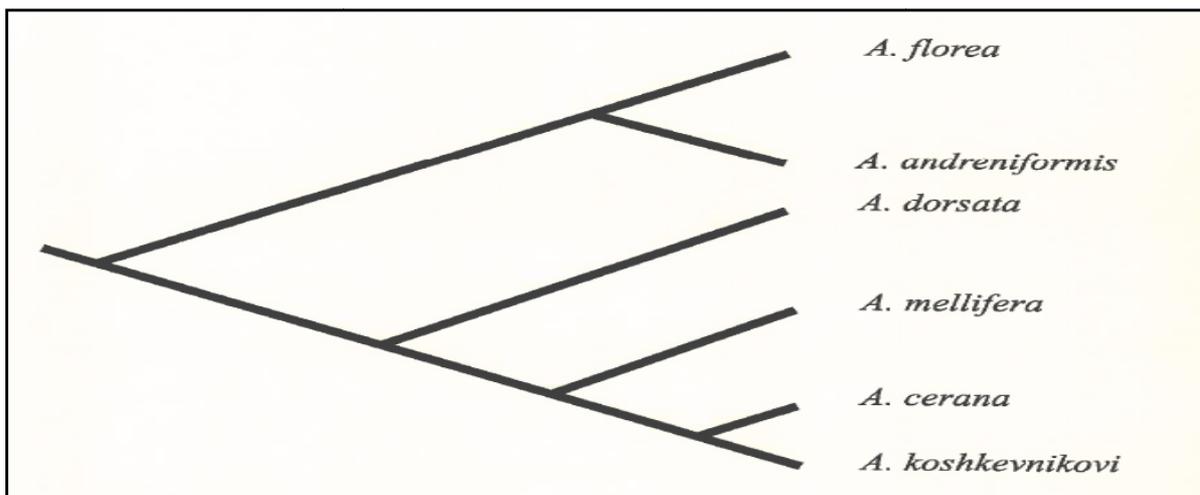
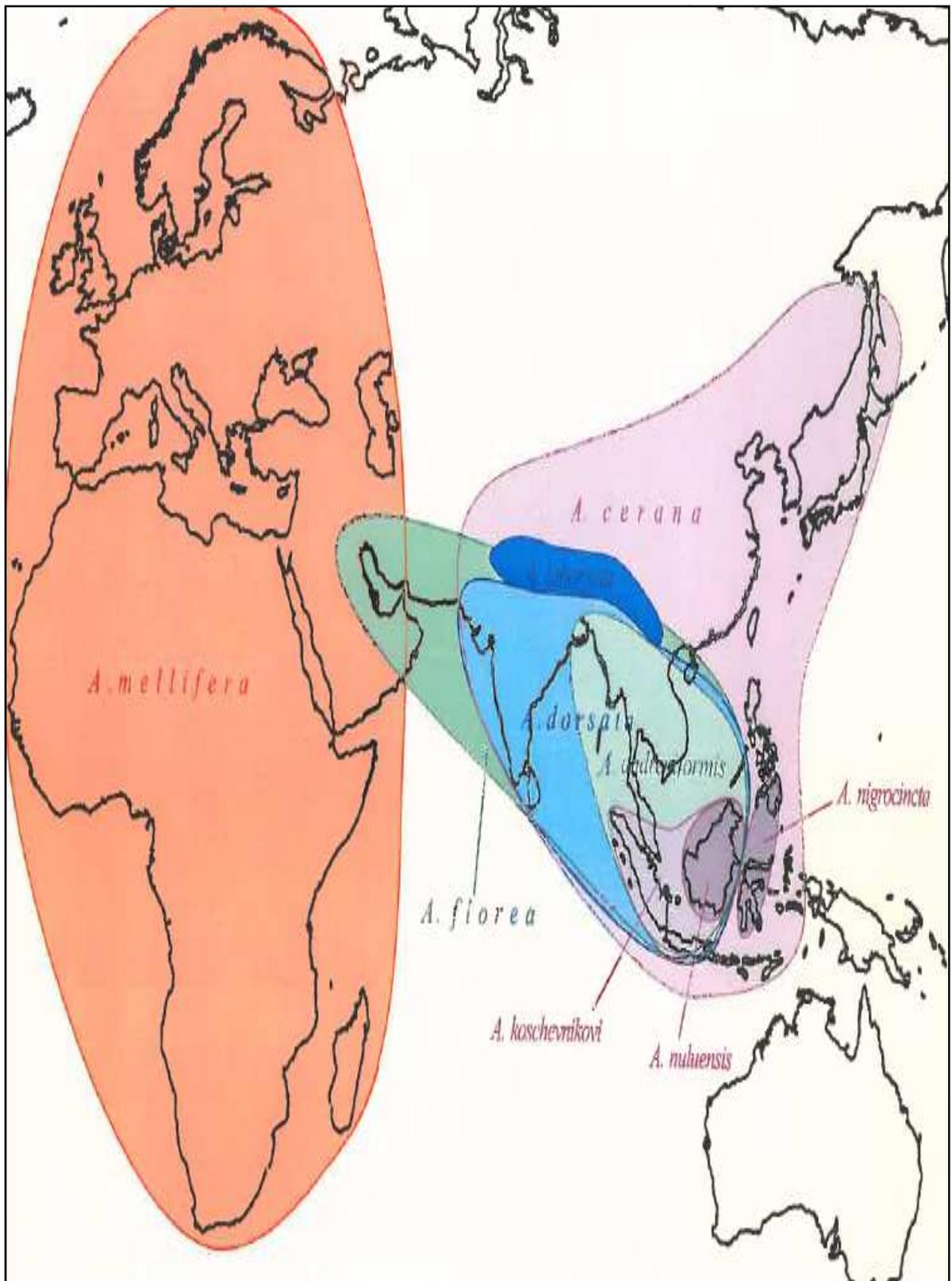


Figure 3 : Cladogramme des principales espèces du genre *Apis* (d'après Alexander 1991)



**Figure 4 :** Aire de distribution des espèces du genre *Apis* (d'après Ruttner 1988, Otis et al 1996 et Smith et Hagen 1996)

## 1.2. Diversité des abeilles mellifères

Comme chez la plupart des espèces, la biodiversité de l'abeille mellifère ou l'abeille domestique s'est mise en place en fonction de nombreux facteurs incluant : l'histoire et la démographie des populations, l'éventuel isolement de groupes de populations, les migrations naturelles, mais également l'adaptation aux conditions locales sous l'action de la sélection Darwinienne. Ainsi, l'abeille domestique *Apis mellifera* occupe une aire géographique très vaste et montre une variabilité morphologique et génétique très structurée. L'aire de répartition naturelle de l'abeille domestique s'étend à l'Afrique, à l'Europe et au Moyen-Orient. Dans son aire de distribution d'origine, 26 sous-espèces (ou races géographiques) ont été décrites sur la base de caractères morphologiques, écologiques et comportementaux.

La répartition géographique de la diversité observée suggère l'existence de 4 lignées évolutives (fig5.tab1) chez l'abeille, chacune regroupant chacune plusieurs races géographiques: la lignée M (races ouest-méditerranéennes), la lignée A (races africaines), la lignée C (races nord-méditerranéennes), et la lignée O (races de la Turquie et du Caucase).

Comme de nombreuses espèces sauvages, la diversité de l'abeille, sur son aire de répartition naturelle, subit les effets des pratiques humaines en général (fractionnement des habitats), et agricoles en particulier (utilisation inadaptée voire massive de pesticides, monoculture). Ces pratiques conduisent, de manière générale, à une diminution de la biodiversité végétale qui risque de faire disparaître certaines adaptations locales, en particulier à des plantes sauvages. Dans le cas plus précis de l'usage inadapté des pesticides, qui entraîne une forte dépopulation, ces pratiques risquent d'appauvrir le réservoir génétique d'un nombre important d'espèces (dont celui de l'abeille) et de fragiliser les capacités d'adaptation (réponses aux variations de l'environnement) de celles-ci.

La variabilité naturelle de l'espèce clé qu'est l'abeille doit donc être protégée

Il apparaît donc particulièrement important, et urgent, de caractériser le niveau de différenciation des populations locales de l'abeille domestique au moyen d'outils performants (moléculaires, morphométriques, comportementaux), afin d'évaluer le niveau de différenciation et de variation des populations locales, d'estimer l'importance des effets écologiques sur la variabilité des populations.

Ces deux étapes sont particulièrement importantes avant d'envisager la préservation de la biodiversité des abeilles en Algérie, et qui sont essentielles à une meilleure gestion de la biodiversité du cheptel.

**Tableau 1 :** Les races d'abeilles domestiques

1. A.m. <i>Anatolia</i>	Maa	(1953)
2. A.m. <i>Adami</i>	Ruttner	(1975)
3. A.m. <i>Cypria</i>	Pollmann	(1879)
4. A.m. <i>Syriaca</i>	Buttel-Reepen	(1906)
5. A.m. <i>Meda</i>	Skorikov	(1929)
6. A.m. <i>Caucasica</i>	Gorbadlev	(1906)
7. A.m. <i>Armenia</i>	Scorpio	(1929)
8. Am. <i>lamarckii</i>	Cockerell	(1906)
9. A.m. <i>Yemenitica</i>	Ruttier	(1975)
10. A.m. <i>Litorea</i>	Smith	(1961)
11. A.m. <i>Scutellata</i>	Lepeletier	(1836)
12. A.m. <i>Adonsonii</i>	Latreille	(1804)
13. A.m. <i>Monticola</i>	Smith	(1961)
14. A.m. <i>Capensis</i>	Escoholtz	(1821)
15. A.m. <i>Urucalor</i>	Latreille	(1804)
16. Am. <i>Sahariensis</i>	Baldensperger	(1924)
17. Am. <i>Intermissa</i>	Buttel-Reepen	(1906)
18. A.m. <i>Iberica</i>	Goetze	(1964)
19. A.m. <i>Mellifera</i>	Linnaeus	(1758)
20. A.m. <i>Sicua</i>	Montagano	(1911)
21. A.m. <i>Ligustica</i>	Spinola	(1806)
22. A.m. <i>Cecropia</i>	Kiesenwetter	(1860)
23. A.m. <i>Macedonica</i>	Ruttner	(1987)
24. A.m. <i>Carnica</i>	Pollmann	(1879)



**Figure5** : L'aire naturelle de répartition de l'abeille domestique recouvre l'Europe, l'Afrique et le Proche Orient. Cette espèce est subdivisée en 26 races ou sous-espèces géographiques réparties dans 4 lignées évolutives : Ouest-méditerranéenne (M), Africaine (A), nord méditerranéenne (C), et orientale (O).(d'après Garnery 2010)

## CHAPITRE II : LA MORPHOMÉTRIE

### 2.1. Historique

Les abeilles ont été parmi les premiers insectes à faire l'objet d'études sur les caractères morphométriques. Ces études originaires de Russie dans le début des années 1900 quand il y avait une nécessité de rechercher des abeilles avec des langues longues rouges pour des fins de pollinisation du trèfle (Daly, 1992). Apparemment, les premières mesures des pièces de l'exosquelette d'abeilles ont été enregistrées par Koshevnikov en 1900 (Alpatov, 1929).

Des travaux similaires ont été réalisés, comme ceux de Martynov (1901) et Kulagin (1906) traitant des problèmes de variation de l'abeille domestique (Alpatov, 1929). D'un point de vue statistique le plus grand inconvénient de ces premières études morphométriques a été le nombre restreint d'observations utilisées.

Une percée est venue en 1916 quand Chochlov (1916) a réalisé la première étude morphométriques à l'aide d'un nombre suffisant d'abeilles pour l'analyse statistique. Il a mesuré la trompe de 1899 abeilles représentant six races géographiques avec trois colonies par race et au moins 100 abeilles par colonie.

Entre 1924 et 1929 Michailov (1924, 1926) et Alpatov (1925, 1929) ont étudié l'influence de différents facteurs environnementaux sur les races d'abeilles qui repose sur une importante collection d'individus à partir de nombreux endroits de l'Union Soviétique (URSS). Ils ont trouvé une relation linéaire positive entre la longueur de la trompe (la taille du corps) et la latitude des localités le long de transit allant de la Mer Baltique aux chaînes montagneuses du Caucase (Ruttner, 1988). De nombreux autres caractères qui pourraient être facilement mesurée à partir du corps sont les ailes et les pattes des abeilles. Elles ont été ajoutées par Alpatov à celles déjà utilisées dans les études antérieures morphométriques.

Au cours de la même période aux États-Unis, plusieurs auteurs ont préparé des documents importants sur la biométrie abeille (Merrill, 1922; Phillips, 1929). Des statistiques de l'échantillon de base tels que les moyennes, les écarts-types, les coefficients de variation, les taux des différences et des coefficients de corrélation furent calculés pour comparer la répartition géographique et la variabilité au sein des espèces afin d'établir des différences entre les races

européennes.

Goetze a ajouté de nouveaux individus à la liste Alpatov des variables biométriques, à savoir les longueurs des sections de la veine cubitale dans l'aile antérieure (Goetze, 1930), les longueurs sur l'abdomen (Goetze, 1940) et les indices de nervation alaire (Goetze, 1964). L'indice cubital était dérivé de deux des longueurs veine cubitale et, sur la base de simples statistiques univariées, est encore utilisé par les apiculteurs pour faire la distinction entre les races européennes (Goetze, 1964; Ruttner, 1988; Daly, 1992).

Jusqu'en 1964, l'analyse morphométriques des abeilles reposait uniquement sur des statistiques d'échantillons et des méthodes univariées. DuPraw (1964, 1965) a été le premier à introduire des angles de l'aile et les méthodes multivariées dans la morphométrie des abeilles. En utilisant 373 ouvrières d'Europe, d'Afrique et d'Asie, il a appliqué une analyse discriminante de 15 variables basé sur la nervation de l'aile antérieure et il a réussi à établir des grappes (DuPraw,1965) correspondant de très près aux races géographiques telles qu'elles sont actuellement définies par (Ruttner,1988).

Les méthodes multivariées ont également été utilisées pour discriminer entre les écotypes dans la race (Lefebvre, 1968; Tomassone et Fresnaye, 1971) et entre les lignées génétiques (Lefebvre et al.,1968). Ruttner (1978) a introduit beaucoup de caractères que ceux utilisées par Alpatov, Goetze et DuPraw et il a établi un ensemble standard de 40 variables dont il se servait dans la classification des abeilles du monde en appliquant une analyse discriminante.

Ruttner et al (1978) et Daly et Balling (1978) ont montré que le nombre de caractères nécessaires pour la discrimination races les unes des autres pourrait être considérablement réduit. Les caractères saisis dans l'analyse discriminante varient en fonction de la région d'étude. Seulement dix caractères ont été nécessaires pour la séparation adéquate des abeilles de différents groupes géographiques en Afrique (Ruttner et al., 1978). En effet, Crewe et al. (1994) en utilisant l'ensemble complet de caractères Ruttner a montré que dix caractères suffi pour la région d'Afrique australe.

L'introduction de l'analyse multivariée pour la morphométrie des abeille était une importante percée qui a ouvert la voie à d'autres techniques d'analyse multidimensionnelle: des composantes principales et des analyses factorielles utilisées pour détecter des groupes de colonies au sein des

populations (Ruttner et al, 1978.;Ruttner, 1988), quant à l'analyse discriminante, elle est employée pour confirmer la séparation de groupes afin de déterminer les variables les plus discriminantes et de calculer les pourcentages de colonies correctement classés (Ruttner, 1988; Daly, 1992).Les phénogrammes ou dendrogrammes sont utilisés pour représenter les distances (distance de Mahalanobis et autres) entre les clusters (Tomassone et Fresnaye, 1971; Cornuet et al, 1975; Cornuet et Garnery, 1991a; Daly, 1992) avec un intervalle de confiance de 75% à 95% afin de vérifier l'importance de la discrimination (Cornuet, 1982).Pour les analyses de la variance multivariée (ANOVA) ,elles sont utilisées dans le test des différences significatives de moyenne multivariée entre les groupes (Rinderer et al., 1990).

L'utilisation de ces procédures multivariées en morphométrie pour la plupart des 24 races géographiquement définies d'*Apis mellifera* décrites par Ruttner peuvent être facilement distinguées (Cornuet et Garnery, 1991a). Rinderer et al. (1990) ont montré que les séparations de races, même les hybrides F1 d'abeilles africanisées et européennes peuvent être classées en utilisant la discriminante avec l'analyse multivariée.

## **2.2. Effets sur l'environnement**

Un certain nombre d'auteurs ont, toutefois, insisté sur la susceptibilité des caractères morphologiques aux effets environnementaux (Alpatov, 1929; Grout, 1937; Daly et Balling, 1978;.Spivak et al,1988; Cornuet et Garnery, 1991a; Daly et Morse, 1991; Nazzi, 1992). Des preuves solides de l'influence de l'environnement à la fois sur le phénotype morphologique et comportementale existent (Murphy, 1973; Falconer, 1989). La variance phénotypique exposé à un usage particulier de caractère dans une population est définie comme la somme de la variance génotypique, la variance de l'environnement et la variance du gène liées à ce caractère. Ceci est résumé dans une formule de base de la génétique quantitative (Falconer, 1989):où la variance de l'environnement et l'héritabilité  $h^2$  influencent sur la variance génotypique.

Un paramètre génétique, est défini au sens étroit comme étant le rapport de l'additif de la variance génétique(VG), à la variance phénotypique (VP) (Falconer, 1989; Moritz et Southwick, 1992). La valeur de l'héritabilité varie de zéro (aucune influence génétique sur le caractère) à un (toute variation du caractère est produite génétiquement). L'héritabilité est donc souvent dénommé le coefficient de détermination génétique.

L'influence de la variation induite par l'environnement et le contrôle génétique ne peut pas être facilement séparée (Thorpe, 1976). Szabo et Lefkovitch (1992) ont montré que les modèles de couleur de l'abeille sont moins de 40% héritable (soit  $h^2 < 0,40$ ). Cela implique que plus de 60% de la variance totale phénotypique est attribuée à l'environnement, les modèles de couleur des reines d'*Apis mellifera* ont été corrélées avec la température au cours du développement résultant de pigmentation plus foncée des abeilles à des températures plus basses (Tsuruta et al, 1989; Spivak et al, 1990).

Daly et al. (1991) ont constaté que les abeilles sauvages, sont dérivés à partir de stocks introduits en Californie il ya 100 ans, ont montré des variations géographiques. Aussi Nazi (1992) a montré que la plupart des angles de nervation des ailes et d'autres caractères morphologique associés à l'aile antérieure des abeilles hybrides ont été soumis aux variations saisonnières. Ruttner (1988) et Goetz et Koeniger (1992) ont déclaré que la taille de la cellule de couvain (comme l'a fait Grout, 1937), la quantité de couvain et la qualité de nourriture de couvain peuvent influencer sur les caractères morphologiques. Comme les plantes à fleurs dépendent des précipitations (Hepburn et Radloff, 1995) on peut raisonnablement supposer que les précipitations d'une région pourrait indirectement avoir une incidence sur la quantité et la qualité de la nourriture et donc influencer sur les caractères phénotypiques.

Ruttner (1988) a montré que les caractères morphologiques et l'altitude géographique sont fortement corrélés. Les mesures de la taille du corps, des poils, de la trompe et des pattes postérieures sont fortement corrélées avec la latitude géographique. Il existe des corrélations entre les caractères morphologiques et l'altitude indiquant la présence de courte distance (Mattu et Verma, 1984; Ruttner, 1988; Meixner et al 1989,1994).

Cependant, cette corrélation entre les caractères morphométriques et l'altitude géographique ne peut pas être généralisée vu les différenciations qui existent entre les races d'abeilles qui se trouvent dans les mêmes altitudes, comme pour l'abeille *Apis mellifera lamarkii* (une petite abeille jaune) qui se trouve dans la même altitude avec l'abeille *Apis mellifera intermissa* (une grande abeille noire) (Ruttner, 1988), et celles de l'abeille *Apis mellifera monticola* (abeille sombre) et l'abeille *Apis mellifera monticola* (abeille jaune) des hauts plateaux d'Ethiopie (Ruttner, 1992; Radloff et Hepburn, 1997a).

Certains caractères morphologiques ont également été démontrés par un certain nombre d'auteurs présentant des héritabilités élevées. Roberts (1961) estime que les héritabilités élevées pour la largeur d'aile, la longueur de la langue et l'index cubital concernent surtout les abeilles pures et les hybrides. L'héritabilité de la longueur de la langue, l'index cubital, les surfaces du tibia, du fémur et du méta-tarse, et les longueurs de poils ont été estimés comme importantes et significatives chez les abeilles (Poklukar et Kezi, 1994). Alsq Moritz et Klepsch (1985), en analysant les abeilles de race *Apis mellifera capensis*, ont constaté que les estimations de l'héritabilité ( $h^2$ ) pour certaines longueurs et les angles des nervures de l'aile antérieure étaient élevées

En utilisant la méthode d'analyse statistique, Oldroyd et al. (1991), ont également obtenu des estimations d'héritabilité élevées de la taille du corps et les angles des ailes des dix populations d'abeilles.

Cependant, l'estimation des valeurs d'héritabilité diffèrent généralement entre les populations d'abeilles (Oldroyd et al, 1991). Les caractères morphologiques en général semblent avoir une héritabilité importante que celle des caractères comportementaux des colonies d'abeilles (Collins et al, 1984;. Moritz et al, 1987;. Bienefeld et Pirchner, 1990).

La méthode d'analyse statistique permet d'estimer l'héritabilité des caractères des ouvrières dans leur colonie maternelle. Cela peut réduire l'effet de l'environnement, partant, pourrait se traduire par des estimations plus élevées d'héritabilité.

Oldroyd et al. (1991) ont montré que les valeurs estimées de l'héritabilité ont diminuées en moyenne d'environ 41% lorsque les échantillons ont été élevés dans des environnements non-maternels. Cornuet et Garnery (1991a) ont soutenu que la morphométrie "donne seulement une mesure indirecte de la diversité génétique».

Par ailleurs, des techniques morphométriques ont échouées de détecter les abeilles hybrides (Guzman-Novoa et al, 1994). Par conséquent, il est nécessaire d'utiliser d'autres méthodes discriminatoires fondées sur les sources d'information indépendantes à la discrimination entre les races d'*Apis mellifera* (Spivaketal., 1988). Nazzi (1992) a suggéré que l'information génétique doit être incluse avec morphométrie lors de l'analyse de la structure des populations d'abeilles.

Les développements récents dans l'utilisation de la chromatographie gazeuse et l'applicabilité de l'utilisation de phéromones en assurant l'intensité et la direction du flux de gènes entre les populations d'abeilles (Hepburn et al, 1994) a conduit à des investigations complémentaires sur ces marqueurs génétiques.

### **CHAPITRE III : MÉTHODES UTILISÉES DANS LA MESURE DES CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES**

Ruttner *et al.* (1978) ont pris les mesures des caractères morphologiques pour l'abeille ouvrière sur un projecteur de profil (Leitz) avec un grossissement de 50 fois(x 50), et pour les caractères (poils, tergites, couleur, veines cubitales) sur un stéréo-microscope avec un grossissement de 40 fois (x40).

Mattu et Verma (1984) ont mesuré les différents caractères morphologiques de l'abeille en disséquant 15 ouvrières par échantillon avec l'aide d'un stéréo-microscope équipé d'une balance oculaire. Des mesures de différents angles de venation d'aile ont été prises avec l'aide d'un projecteur de diapositives.

El-Sarrag *et al.* (1992) ont mesuré les différents caractères morphologiques des ouvrières d'abeille à l'aide d'un oculaire de micromètre fixé dans un stéréo-microscope.

Meixner (1992) a employé de diverses méthodes pour différencier les races d'abeille et il a prouvé que des mesures biométriques qui ont été faites par un ordinateur peuvent séparer les races.

Padilla *et al.* (1992) ont préservé les ouvrières d'abeille congelés a (- 20°C) pour les disséquer plus tard pour l'analyse morphométriques. Ils ont examiné les pièces disséquées en utilisant un système d'analyse d'image et le programme d'IMAGO de l'université de Cordoba, un groupe de travail sur les mesures de caractères morphologiques à l'Espagne.

Rinderer *et al.* (1993) ont enregistré les données morphométriques par un microscope, une tablette d'adigitizer, un ordinateur portable (PC) et un programme morphométriques.

Steinhage *et al.*(1997) ont développé une méthode semi-automatisée pour obtenir des mesures d'aile qui réduit la durée de l'analyse et la précision est améliorée pour identifier l'espèce d'abeille.

Kandemire *et al.*(2000) ont placé les ailes antérieures et les pattes derrière des ouvrières d'abeille sur des lamelles pour l'analyse morphométrique. Les lamelles ont été projetées sur un écran TV qui mesure 10 caractères morphologiques.

Oliveira-Jr *et al.* (2000) ont utilisé 20 abeilles par échantillon pour mesurer la longueur et la largeur des ailes et la longueur de l'antenne avec l'aide d'un verre magnifiant Leica, équipé d'une règle millimétrique oculaire.

Ruttner *et al.*(2000) ont mesuré un total de 38 caractères sur, au moins, 15 abeilles par colonie en utilisant un stéréo-microscope et un système de mesure visuel PC-BASÉ.

Mai-Itza *et al.*(2001) ont disséqué 30 faux bourdons d'abeille par échantillon et elles ont placé les ailes antérieures droites de chaque individu dans des caches diapositives. Elles ont également mesuré 175 caractères morphométriques de l'aile antérieure à l'aide d'un microscope, un convertisseur analogique/numérique, un PC et un programme morphométrique.

Edriss *et al.*(2002) ont mesuré les caractères morphologiques sous un stéréo-dissecting-microscope équipé d'un réticule calibré de micromètre.

Morris-Olson (2002) a mesuré les caractères d'aile d'abeille en utilisant une photo microscope Olympus SZHIO

Souza *et al.*(2002) ont placé le tibia gauche de la troisième paire de patte d'abeille sur une lamelle et ils ont mesuré la longueur et la largeur du tibia à l'aide d'un micromètre oculaire.

Yakoub (2002) a mesuré les caractères morphologiques de l'abeille en plaçant leurs corps sur des lamelles et à l'aide d'un microscope binoculaire de stéréoscope et un micromètre oculaire. Les valeurs des mesures ont été changées aux valeurs millimétriques avec une règle millimétrique.

Schnider *et al.*(2003) ont mesuré les caractères de l'aile d'abeille par un appareil-photo quia projeté leurs images dessus à un moniteur d'ordinateur, employant alors le programme de la mesure TV.

Sirali *et al.*(2003) ont disséqué 25 ouvrières d'abeille par échantillon. Ils ont mesuré les caractères morphologiques (longueur et largeur d'aile antérieures, longueur de poils, largeur des tergites, longueur la patte derrière, tomentum et paramètres et pigmentation de sternum) par a microscope équipé d'un micromètre oculaire.

Sheppard et Meixner (2003) ont disséqué 15 abeilles ouvrières par échantillon pour mesurer 39 caractères morphométriques. Des angles de venation d'aile et les caractères de la taille ont été mesurés en utilisant un appareil-photo CCD combiné avec un système de mesure sur-écran. Les caractères de la pigmentation et la pilosité ont été mesurés avec un microscope et un micromètre oculaire.

Chlebo et Kopernicky (2004) ont employé « Discriminant Analysis with Numerical Output (DAWINO) » cette méthode est basée sur l'analyse discriminante de 30 caractères d'aile à déterminer à quelle race les échantillons étaient identifiés avec la plus grande probabilité.

Tofilski (2004) a employé un programme machine, qui accepte des images à fond gris des ailes d'abeille, pour automatiser le processus de la détermination de l'index cubital.

Haddad et Fuchs (2004) ont disséqué 10 abeilles ouvrières par échantillon pour une analyse morphométrique. Ils ont mesuré 37 caractères morphologiques (16 caractères de taille, 11 pour les angles, 7 caractères de couleur et 3 caractères de poils) employant un stéréo-microscope et un a système de mesure assisté par un ordinateur basé sur un système visuel et un programme de mesure.

Hantjina *et al.*(2004) ont conduit une analyse morphométrique et géométrique en utilisant les coordonnées de 19 bornes limites localisées pour veiner les intersections des ailes gauches de l'abeille. Les coordonnées de borne limite ont été traitées, en utilisant l'Excel, des progiciels excellents de TPS et de NTSYS.

Mazeed (2004) a employé « Slide-Scan » relié à un ordinateur qui montrent l'aile antérieure de l'abeille ouvrière sur le moniteur, 17 points d'intervention d'aile ont été choisis pour établir un système de coordonnées représentant 17 points de celle-ci pour exécuter micro-taxonomiquement l'abeille (*Apis mellifera* L.) en Egypte en utilisant le modèle de venation d'aile.

Gencer et Firatli (2005) ont effectué la comparaison morphologique des faux bourdons élevés dans des colonies avec reine et colonies d'ouvrières. Pour les mesures morphologiques, (aile antérieure droite, aile postérieure droite et pattes) ont été prises avec un appareil-photo numérique (Leica DC 100) attaché à un stéréo-microscope.

Jones *et al.* (2005) ont enlevé les quatre ailes de chaque abeille et ils ont placé ces ailes sur des plaques en verre. Ils ont photographié toutes ces ailes à l'aide d'un appareil-photo et d'un microscope numériques (Leica IM300 avec un logiciel IM1000 et photo-microscope M400). Ils ont mesuré sept caractères morphométriques (de veines de ces ailes) et ils ont compté le nombre de nervations en utilisant un programme machine Objet-Image Pre2.11, à une balance de 150:1.

Baylac *et al.* (2006) ont présenté un système expert pour la détermination des ouvrières d'abeille basé sur la morphologie d'aile. Chaque aile est caractérisée par un ensemble des dix-neuf 2D coordonnées des bornes limites qui décrivent les endroits des interactions principales de veine.

Cakmak *et al.* (2006) ont mesuré 38 caractères morphométriques en utilisant un stéréo-microscope et un système de mesure visuel PC-BASÉ.

Arias *et al.* (2006) ont mesuré 23 caractères morphologiques pour 10 ouvrières d'abeille pour chaque colonie. Des abeilles ont été préservées en éthanol de 95% alors ont été disséquées, l'aile postérieure droite, patte postérieure droite et le quatrième sternite abdominal ont été montés sur le verre de lamelles et mesurés à l'aide d'un « computer assisted techniques ».

Francoy *et al.* (2006) ont développé une méthodologie simplifiée pour distinguer les races d'abeille. Les ailes droites de 50 ouvrières ont été placées entre les lamelles de microscope et ont été alors photographiés avec un appareil-photo numérique attaché à un stéréo-microscope. Ils ont marqué cinq bornes limites facilement identifiées par images numérisées de la cellule de l'aile

antérieure de 50 ouvrières. Ils ont également développé un logiciel pour calculer les angles entre les différentes nervures de l'aile.

Tan *et al.*(2006) ont exécuté les caractères morphométriques en utilisant un stéréo-microscope. Ils et un ordinateur basé sur un système visuel et un programme de mesure.

Mcmullan et brun (2006) ont mesuré l'index cubital en utilisant le programme de Beemorph, le programme morphométrique d'analyse d'aile d'abeille.

Mostajeran *et al.*(2006) ont disséqué 20 abeilles ouvrières par colonie pour déterminer la longueur de la langue, la longueur et la largeur d'aile antérieure et postérieure, l'index cubital, la longueur de tibia, la longueur et la largeur du métatarse. Elles ont utilisé un microscope stéréo-dissecting adapté avec une réticule calibré de micromètre.

Tofilski (2006) a exécuté la discrimination entre trois sous-espèces d'abeilles par la morphométrie et la géométrie. Il a disséqué cent ouvrières pour rassembler les ailes antérieures. Ensuite, en obtenant les images d'ailes, 18 jonctions de veine (bornes limites choisies) ont été détectées automatiquement avec le logiciel « Draw Wing software ».

Meixner *et al.*(2007) ont conduit une analyse morphométrique de 38 caractères, en disséquant 15 ouvrières par échantillon et en effectuant des mesures de la taille et le venation en utilisant un stéréo-microscope et un système de mesure assisté par un ordinateur équipé d'un écran visuel et une règle de mesure.

Adl *et al.*(2007) ont rassemblé 20 jeunes abeilles ouvrières par échantillon qui ont été conservées dans de l'éthanol à 70% afin d'effectuer des examens morphologiques. Ensuite, ils ont disséqué ces ouvrières (la langue, l'aile antérieure droite et la patte derrière droite) et ces parties de corps ont été montées sur un projecteur. Onze caractères morphologiques ont été mesurés sous un stéréo-microscope avec un micromètre oculaire.

Rostecki *et al.*(2007) ont fait une comparaison de diverses abeilles pour mesurer l'index cubital. Ils ont rassemblé trente ailes antérieures droites. Ils ont scanné les préparations sur un verre de scanners (avec différents résolutions 600, 2400 et 4800 dots per inch (dpi)). L'index cubital a été déterminé à l'aide d'un microscope de Mst 131 avec l'oculaire micrométrique ou à

l'aide d'un ordinateur en envoyant l'image scannée dans un logiciel Flugelindex2, dans lequel les mesures ont été marquées.

Jevtic *et al.*(2007) ont étudié la longueur de la langue, la longueur et la largeur de l'aile, et largeur et index tarsal des ouvrières d'abeille. Toutes les parties à examiner étaient séparées du corps (tête, ailes et pattes), étendues sur des plaques en verre et examinées sous un microscope binoculaire optique d'Olympus, avec un grossissement de x 25.

Alburaki et Alburaki (2008) ont employé une microscopie binoculaire avec un micromètre oculaire pour déterminer l'index cubital et le nombre de crochets sur les ailes postérieures. Les ailes ont été séparées et fixées sur une lamelle en utilisant un liquide de saccharose. Ils ont également utilisé une lamelle métrique et un microscope de grossissement de (10x) pour mesurer la longueur de la langue, bandes de couleur sur la 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> tergites, tomentum et longueur de poils de 5<sup>ème</sup> tergite (pilosité).

Andereb *et al.*(2008) ont disséqués des abeilles ouvrières et ils ont fixé la mangue, patte postérieure droite, aile antérieure droite et aile postérieure sur une lamelle en utilisant un adhésif. Ils ont mesuré la longueur et largeur de l'aile antérieure et l'aile postérieure, de différents angles et de longueur des veines d'aile, la longueur de tibia, fémur et métatarse, la largeur des métatarses et la longueur de la langue. Pour les observations morphométriques, l'analyseur d'image « IMAGEPRO version 3.0.1 » été utilisé.

Marghitas *et al.*(2008) ont étudié 8 caractères morphométriques par l'utilisation d'un stéréomicroscope avec un appareil-photo s'est relié à l'ordinateur, l'importance et la clarté de l'image ont été ajustées après que l'image a été capturée avec toutes les parties intéressantes de l'abeille, et que les mesures morphométriques ont été réalisées avec le programme, « Quick Photo Micro 2.2 ».

Shaibi *et al.*, (2009) ont analysé morphologiquement dix abeilles ouvrières par échantillon, pour chaque échantillon 37 caractères mesurés (16 mesures de longueurs, 7 de coloration, 3 pour la pilosité et 11 d'angles d'aile. Des caractères de pigmentation et les longueurs de poils ont été analysés au microscope. Les autres caractères étaient mesurés avec un appareil-photo CCD combiné avec un système de mesure (Bee2).

## CHAPITRE IV. CARACTERES MORPHOMETRIQUES D'ABEILLE

### 4.1. Caractères de la tête

#### 4.1.1. Largeur de la tête

Oliveira-Jr *et al.*(2000) ont trouvé que la largeur de la tête des ouvrières africanisées est étendue de 3.55 à 3.75 mm (avec une moyenne de 3.7 mm), alors que la longueur de la tête elle est de 3.31 à 3.44 mm (avec une moyenne de 3.38 mm).

Yakoub (2002) a mesuré la largeur de la tête de l'abeille carniolienne, abeille syrienne et hybride F<sub>1</sub> de gouvernement d'Alexandrie. Les moyens principaux de la largeur étaient de 3.94, 3.93 et 3.81 mm pour l'hybride F<sub>1</sub>, abeille carniolienne et abeilles syriennes, respectivement.

Gencer et Firatl (2005) ont comparé quelques caractères morphologiques de faux bourdons de l'abeille caucasienne en Turquie. Ils ont constaté que la largeur de la tête des faux bourdons était 4.52, 4.36 et 4.04 mm pour ceux qui sont élevés en colonie à reine et colonie d'ouvrières, respectivement.

#### 4.1.2. Longueur de langue

Kaschef (1959) a rapporté que les longueurs de la langue des ouvrières de l'abeille égyptienne (*Apis mellifera fasciata*) de sept zones différentes étaient tout à fait semblables.

Mohamed *et al.*(1964) ont constaté que la longueur de la langue était de 6.36 mm pour l'abeille *Apis mellifera carinca*.

Ruttner (1975) a rapporté que la langue de l'ouvrières d'abeille caucasiennes était plus longue que celles des ouvrières de l'abeille (*Apis mellifera lamarckii*) par 1.7 mm.

Atallah *et al.*(1988) ont comparé les caractères morphologiques de l'abeille égyptienne, Carniole et l'abeille italienne dans la région de Minia. Les buse des ouvrières égyptiennes diffère sensiblement de celles de l'abeille de Carniole et races italiennes.

Aly *et al.*(1989) ont constaté que les moyens de longueur de la trompe étaient de 6.21, 6.08 et 5.41 mm pour les abeilles de Carniole, italiennes et égyptiennes, respectivement.

El-sarrag *et al.*(1992) ont constaté que la longueur de la langue de l'abeille soudanaise s'est étendue de 4.91 mm à 6.00 mm avec la moyenne de 5.375 mm.

El-Ansary (1998) a mentionné que la longueur de la langue *Apis mellifera mellifera* varie entre 5.7 à 6.4 mm, *Apis mellifera ligustica* varie de 6.3 à 6.6 mm et pour *Apis mellifera carnica* , elle varie de 6.4 à 6.8 mm tandis qu'il enregistrait plus de 7.2 mm de *Apis mellifera caucasica*.

Yakoub (2002) a mesuré la longueur de langue de l'abeille carniolienne, abeille syrienne et hybride F1 en Egypte. Les moyens de la longueur de la langue étaient de 6.26, 6.20 et 6.02 mm sont respectivement pour l'abeille carniolienne, l'hybride F1 de la race carniolienne et la syrienne,

Sirali et al (2003) ont prouvé que les moyennes de la longueur de langue des ouvrières d'abeille dans 12 endroits à la plaine de Harran en Turquie se sont étendues de 5.939 à 6.382 mm. Quand aux valeurs de la longueur de langue de toutes les ouvrières de douze endroits combinées, elles se sont étendues de 5.37 à 6.87 (avec la moyenne de 6.058 mm).L'analyse statistique a montré des différences significatives entre les localités d'échantillonnage.

Chlebo et Kopernicky (2004) ont constaté que la longueur de la langue varie de 6.513 à 6.658 mm pour les lignés choisies des ouvrières de Carniole dans la Slovaquie.

Akyol *et al.*(2006) ont constaté que la longueur de langue des abeilles caucasiennes était de 6.967 mm.

Adl *et al.*(2007) ont conduit une analyse morphologique d' *Apis mellifera meda* d'Urmia, Tehran et Tabriz en Iran, *Apis mellifera anatolica* de Kirsehir et Beypazari dans l'Anatolie central, et *Apis mellifera caucasica* de Posof dans nord-est d'Anatolie. Ils ont constaté que la longueur de la langue des abeilles iraniennes s'est étendue de 6.35 à 6.44 mm, abeilles d'Anatolie central de 6.56 à 6.58 mm, tandis que celle des abeilles caucasiennes était de 6.54 mm.

Jevtic *et al.*(2007) ont prélevés des ouvrières d'abeille de sept écotypes de six régions en Serbie pour l'analyse morphologique. Ils ont constaté des variations entre différents écotypes, aussi bien qu'entre des colonies du même écotype. La moyenne de la langue la plus longue a été trouvée dans des colonies représentant l'écotype de Moravski (6.61 mm) et la plus courte dans l'écotype de Pesterski (6.07 mm).

Alburaki et Alburaki (2008) ont comparé certaines caractéristiques morphologiques de deux populations syriennes d'abeille. Ils ont constaté que la moyenne de la longueur de buse d'ouvrière était de 6.18 mm à Damas et de 6.27 mm aux alentours. La moyenne globale des abeilles syriennes était de 6.23 mm comparés à 6.26 mm de la même race à la banque de données .

Marghitas *et al.*(2008) ont trouvé que la longueur de la langue de l'ouvrière dans les régions de montagne de Transylvania étaient plus longue (6.21 mm) que celle dans les régions inférieures (5.99 mm).

#### **4.2 Caractères de thorax**

Mattu et Verma (1989) ont indiqué que les caractéristiques de thorax sont importantes pour la classification des différentes races d'abeilles.

El-Sarrag *et al.*(1992) ont rassemblés des groupes d'ouvrières des colonies sauvages dans 50 localités au Soudan pour des études morphométriques. Ils ont constaté que des longueurs des ailes antérieures de 7.88 à 9.07 mm (avec une moyenne de 8.369 mm), les largeurs des ailes antérieures se sont étendues de 2.72 à 3.3 mm (avec une moyenne de 2.994 mm), et des valeurs d'index cubital qui varient de 1.85 à 3.09 (avec une moyenne de 2.26).

Padilla et al (1992) ont entrepris une étude morphométrique des abeilles andalouses (*Apis mellifera iberica*).Ils ont constaté que les longueurs des ailes antérieures varient de 9.446 à 9.785 mm, les largeurs des ailes antérieures varient de 3.039 à 3.180 mm, et l'index cubital est de 1.469 à 1.857.

El-Ansary (1998) a mentionné que l'index cubital d'*Apis mellifera mellifera* s'est étendu de 1.3 à 2.1 (avec une moyenne de 1.5 à 1.7), alors que celui d'*Apis mellifera carnica* change de 2 à 5 (avec la moyenne de 2.4 à 3).

Karacaoglu et Firatli (1998) ont mesuré certaines caractéristiques morphométriques d'abeilles d'Anatolie (*Apis mellifera anatolica*) dans trois endroits d'Anatolie central et deux à la Mer Noire. Ils ont constaté que les moyennes de longueur et de largeur d'aile étaient de 9.15 et 3.13 mm, respectivement. L'index cubital s'est avéré 2.12.

Yakoub (1998) a mesuré l'index cubital de trois races d'abeilles, la carniolienne, l'italienne et l'abeille égyptienne. Les valeurs d'index cubital se sont étendues de 2.45 au 3.56 (avec une moyenne de 2.94) pour la carniolienne, de 1.84 à 4.25 (avec une moyenne de 2.63) pour l'Italienne, et de 1.9 à 3.36 (avec une moyenne de 2.56) pour les abeilles égyptiennes.

Kandemire et al (2000) ont prélevé des abeilles de 36 provinces en Turquie et ils ont trouvé que les moyennes cubital de A qui varient de 0.50 à 0.61 mm, B cubital de 0.21 à 0.27 le mm, des moyennes de la longueur d'aile antérieure qui s'étendent de 8.03 à 9.25 mm et la largeur d'aile antérieure de 2.70 à 3.38 mm. Ils ont également trouvé des différences significatives dans la distance C et la distance D entre les localités.

Oliveira-Jr et al (2000) ont mesuré quelques caractères morphométriques d'abeilles africaine au Brésil. Ils ont constaté que les moyennes de la longueur et de la largeur d'aile antérieure varient respectivement de 8.53 à 8.78 mm et 2.93 à 3.04 mm.

Ruttner et al (2000) ont déterminé des mesures de taille des parties de corps dans 5 sous-espèces d'*Apis mellifera* et la population de Massandaran d'*Apis mellifera meda*. Les valeurs de longueur et largeur d'aile antérieure se sont avérées de 9.27 et 3.2 mm; 9.29 et 3.11 mm ; 9.1 et 3.2 mm ; 9.33 et 3.13 mm ; 3.06 mm et 8.91 ; 8.15 et 3.1 mm ; 2.86 et 8.5 mm pour *Apis mellifera meda* (Massandaran), *Apis mellifera mellifera*, *Apis mellifera ligustica*, *Apis mellifera caucasica*, *Apis mellifera meda*, *Apis mellifera anatolia* et *Apis mellifera syriaca*, respectivement.

Yakoub (2002) a constaté que les moyennes de longueur et de largeur d'aile antérieure étaient de 9.7 et 3.19 mm; 8.71 et 3.04 mm ; et 8.89 et 3.15 mm pour l'abeille de carniolle, syrienne et hybride (F1), respectivement. Des valeurs de l'index cubital varient de 2.52, 2.41 et 2.48 pour ces abeilles.

Sirali et al (2003) ont mesuré les caractères d'aile antérieure des ouvrières d'abeille dans 12 différents endroits de la plaine de Harran en Turquie. Ils ont constaté que la longueur d'aile

antérieure s'étend de 8.814 à 9.298 mm (avec une moyenne de 8.949 mm). La largeur d'aile antérieure s'étend de 2.911 à 3.176 mm (avec une moyenne de 3.038 mm). Valeurs d'index cubital varient de 2.024 à 2.178 (avec une moyenne de 2.067).

Chlebo et Kopernicky (2004) ont trouvé l'index cubital des lignés de Slovaquie de l'abeille de carniole change de 2.8743 à 3.2257. En outre, longueur et largeur d'aile antérieure de la ligné de Tatranka étaient de 9.28 mm et de 3.29 mm, respectivement.

Kandemire et al (2005) ont rassemblé des ouvrières d'abeille de huit populations en Turquie, d'un endroit d'Azerbaïdjan et un autre d'Autriche dans le but de réaliser une analyse morphométrique. Ils ont constaté que les moyennes cubitales de A se sont étendus de 0.473 à 0.564 mm et les moyennes cubitales B étendu de 0.197 à 0.271 mm. Les moyennes des longueurs des ailes antérieures sont étendues de 2.805 à 3.452 mm. Les valeurs de l'index cubital se sont étendues de 1.953 à 2.783. En outre, la distance C varie de 0.767 à 0.978 mm, alors que la distance D allait de 1.813 à 1.898 mm.

Akyol et al (2006) ont constaté que la longueur et la largeur d'aile antérieure des abeilles caucasiennes étaient 9.306 et 3.226 mm, respectivement. La valeur d'index cubital s'est avéré 2.108.

Arias et al (2006) ont étudié la variation morphologique des populations d'abeille prélevée en France, l'Espagne méridionale, du Portugal et du Maroc. Ils ont trouvé la longueur et la largeur de l'aile antérieure, les moyennes cubitales de A et de B étaient 9.28, 3.12, 0.28 et 0.50 mm; 9.22, 3.09, 0.28 et 0.48 mm, 9.22, 3.12, 0.27 et 0.48 mm; 9.09, 3.11, 0.22 et 0.55 mm pour les régions précédemment mentionnées, respectivement.

Mcmullan et brun (2006) ont mesuré l'index cubital pour les abeilles élevées dans des cellules de taille de (5.48 et 5.04) et ils ont constaté que les valeurs étaient respectivement de 1.61 et 1.64.

Adl et al (2007) ont comparé *Apis mellifera meda* d'Urmia, de Tehran et de Tabriz en Iran à *Apis mellifera anatoliaca* de Kirsehir et Beypazari dans l'Anatolie central, et avec *Apis mellifera caucasica* de Posof dans le nord-est d'Anatolie. Les moyennes de la longueur et de la largeur des ailes antérieures étaient de 9.14 et 3.09 mm; 9.31 et 3.16 mm; 9.12 et 3.14 mm; 9.27 et 3.12 mm; 9.33 et 3.19 mm; 9.51 et 3.24 mm, pour les régions précédemment mentionnées respectivement.

Les valeurs d'index cubital étaient 2.537, 2.584, 2.308, 2.155, 1.864 et 2.184 pour les mêmes régions, respectivement.

Jevtic et al (2007) ont constaté que la moyenne de longueur d'aile antérieure des abeilles carniolienne de différentes régions de la Serbie était 9.61 mm. Les abeilles de la région de Banat et du Pester ont eu les plus longues ailes (9.82 et 9.77 mm, respectivement), et ceux de l'éco-type de Timok ont eu les ailes les plus courtes (9.48 mm). En outre, la moyenne de largeur d'aile antérieure était de 3.21 mm. Les ailes les plus larges ont été trouvées dans Timok (3.38 mm) et le plus étroit dans Kopaonik (3.09 mm).

Alburaki et Alburaki (2008) ont comparé certaines caractéristiques morphométriques de deux populations syriennes d'abeille (Damas et ses alentours). Ils ont trouvé que les valeurs de l'index cubital étaient de 2.27 et 2.07 aux populations précédemment mentionnées, respectivement (avec une moyenne de 2.17) comparés à la valeur 2.28 de la même race de la banque de données.

Shaibi et al (2009) ont comparé des abeilles de Lybie aux échantillons de référence de *Apis mellifera intermissa*, *Apis mellifera sahriensis*, *Apis mellifera ligustica*, *Apis mellifera lamarckii*, *Apis mellifera jemenitica* et *Apis mellifera litorea*. Ils ont trouvé que les moyennes de la longueur et la largeur d'aile antérieure étaient de 8.93 et 3.00 mm; 9.00 et 3.02 mm; 8.96 et 3.03 mm; 9.19 et 3.22 mm; 8.23 et 2.78 mm; 8.25 et 2.85 mm; et 8.30 et 2.86 mm, pour les sous-espèces précédemment mentionnées, respectivement. Les valeurs d'index cubital étaient 2.27, 2.20, 2.52, 2.59, 2.33, 2.33 et 2.40 pour les mêmes sous-espèces, respectivement.

#### **4.3. Caractères de l'abdomen.**

El-Sarrag et al (1992) ont constaté que les moyennes de longueur (3ème + 4ème) tergite abdominal étaient 3.748 mm pour l'abeille soudanaise.

Padilla et al (1992) ont mesuré les moyennes de la longueur du 4ème tergite abdominal des abeilles andalouses qui étaient de 0.547 mm.

Yakoub (2002) a constaté que les longueurs de décalage de piqûre étaient respectivement de 2.34 mm, 2.26 mm et 2.24 mm pour l'hybride F1, la carniolienne et la syrienne.

Akyol et al (2006) ont constaté que la largeur du tomentum des abeilles caucasiennes était de 1.072 mm.

Adl et al (2007) ont mesuré les valeurs de la longueur du 3ème et 4ème tergite pour les abeilles iraniennes, d'Anatolie central et caucasienne. De telles valeurs étaient respectivement de 2.16, 2.23 et 2.24 mm pour le 3ème tergite des trois races, alors que les longueurs des 4èmes tergites étaient respectivement de 2.09, 2.16 et 2.17 mm pour les mêmes races,

Marghitas et al (2008) ont mesuré la taille de corps (T3+T4) de l'abeille (*Apis mellifera carpatica*) des populations de région de Transylvanie. La taille de corps des abeilles n'était pas différente d'une manière significative ( $p = 0.60775$ ).

Shaibi et al (2009) ont comparé les abeilles de la Lybie aux échantillons de référence de *Apis mellifera intermissa*, *Apis mellifera sahriensis*, *Apis mellifera ligustica*, *Apis mellifera lamarckii*, *Apis mellifera jemenitica* et *Apis mellifera litorea*. Ils ont constaté que le diamètre longitudinal de tergite 3 (T3), 4 (T4) et des moyennes de taille de corps (T3+T4) étaient de 2.19, 2.13 et 4.32 mm; 2.24, 2.17 et 4.41mm ; 2.17, 2.12 et 4.29mm ; 2.21, 2.18 et 4.39mm ; 2.12, 4.19mm 2.07and ; 2.00, 1.95 et 3.95mm ; et 1.97, 1.91 et 3.88 mm pour les sous-espèces précédemment mentionné , respectivement.

## CHAPITRE V : ÉTUDES BIOLOGIQUES SUR DES RACES D'ABEILLE

### 5.1. Activité d'élevage du couvain des ouvrières

Ruttner (1975) a mentionné que les abeilles, d'Afrique du nord, hivernent avec de petites colonies, un stockage de nourriture très réduit et un rythme d'élevage de couvain très moyen. L'élevage de nouvelles et jeunes abeille ne commence qu'avec les premiers apports de pollen du début de printemps. Plus les rentrées de pollen deviennent importantes et plus le développement du couvain s'intensifie avec la ponte de la reine.

Edris (1979) a constaté que les colonies de ces abeilles ont commencé l'activité d'élevage de couvain au début du mois de mars et atteint les maxima en avril et se poursuit ainsi, jusqu' à fin du mois de juin .L'intensité de la croissance du couvain coïncide avec la période de floraison des agrumes, des légumineuses (cultivées et spontanées) des borraginées, des crucifères

Kathy et Hultgren (1985) ont prouvé que la production de couvain est directement liée à la disponibilité du pollen de différentes espèces.

Buchler (1992) a mesuré des productions de couvain d'*Apis mellifera carnica*, *Apis mellifera mellifera*, et *Apis mellifera cecanica*. Les populations moyennes au début de l'hiver étaient à 8300 abeilles, à la fin de la saison hivernale à 6400abeilles, et à la mi juin à 23.500abeilles.

Yakoub (1998) a étudié l'activité d'élevage de couvain d'ouvrières pour les trois races d'abeilles (carniolienne, italienne et égyptiennes). Les nombres totaux des ouvrières produites pendant une année étaient respectivement de 133.510, 159.154 et 138.283 pour les trois races soit 37% d'ouvrières pour l'italienne, 29.5% pour la carniolienne et 28% pour l'égyptienne.

Mostajeran et al (2006) ont estimé l'héritabilité et les corrélations entre le secteur de couvain et certaines caractéristiques morphologiques dans les abeilles iraniennes (*Apis mellifera meda*). la corrélation entre la longueur de langue et le couvain était sensiblement négative ( $r = -0.38$ ).

## 5.2. Activité de stockage de nourriture

Ruttner (1979) a constaté que les abeilles domestiques ont commencé l'activité du rassemblement et du stockage de pollen en mois de mars et a atteint son activité plus élevée pendant les mois d'avril, de mai et de juin.

Aly *et al.*(1989) ont déclaré que les abeilles mellifères ont produit plus de miel que les autres espèces d'abeilles, et il y avait une corrélation fortement significative entre la longueur de langue et production de miel.

Yakoub (1998) a étudié le rendement de miel pour trois races, carniolienne, italienne et égyptienne. Les moyennes de production de miel dans le coton et le trèfle pour la ruche étaient de 7.25 kg, 12.45 et 11kg pour les races de carniolienne, italienne et égyptienne, respectivement.

Yakoub (2002) a signalé que l'activité de stockage de miel était forte dans les colonies les colonies syriennes, pendant mars et avril. Le stockage de miel a atteint ses valeurs plus basses pendant avril pour les races syriennes et races de Carniole.

Sahinler et Gul (2004) ont comparé certaines caractéristiques physiologiques de Mugla (*Apis mellifera anatoliaca.*), abeilles d'Italie et de Carniole. Les auteurs ont constaté que les surfaces de couvain étaient de 8, 3948.5 et 3451.0 cm<sup>2</sup>/ colonie, respectivement.

## 5.3.Comportement hygiénique

Pour l'abeille domestique le comportement hygiénique comporte l'identification et le déplacement du couvain malade, des cellules couvertes (Alves de Gramacho et Gonç, 2009b). La multiplication des reines d'abeilles pour le comportement hygiénique est salutaire pour l'apiculture commerciale, puisque le comportement hygiénique est associé à la résistance au *Varroa destructor* aussi bien qu'à la loque américaine et autres (Stanimirovi *et al.* 2008).

Rothenbuhler (1964) a démontré que le niveau de l'expression du comportement hygiénique était variable entre les colonies de différentes lignées.

De Guzman *et al.*(2002) ont évalué le comportement hygiénique des abeilles domestiques et les abeilles sauvages en comparant le taux de déplacement d'abeilles mortes par les deux, en

utilisant la technique de liquide d'azote. Ils ont prouvé que les abeilles sauvages ont uniformément enlevé des couvains morts que les colonies domestiques.

Kamel *et al.*(2003) a comparé le comportement hygiénique de deux populations d'*A mellifera* en Egypte, *Apis mellifera lamarckii* et *Apis mellifera carnica* (égyptienne). Ils ont trouvé des différences significatives entre ces deux lignes dans le pourcentage des cellules ouvertes à 24, et 48 heures et le pourcentage des colonies considérées comme exhiber le comportement hygiénique. Pour les deux fois de prélèvement, les colonies d'*Apis mellifera lamarckii* ont eu un niveau sensiblement plus élevé de comportement hygiénique que les colonies égyptiennes. À 24 heures les colonies d'*Apis mellifera lamarckii* avaient une moyenne de 72.5% de couvain mort et *Apis mellifera carnica* a eu une moyenne de 35.6%. À 48 heures, les colonies d'*Apis mellifera lamarckii* avaient la moyenne de 90.5% de couvain mort et *Apis mellifera carnica* avait une moyenne de 59.4%.

Stanimirovic *et al.*(2008) a analysé l'héritabilité du comportement hygiénique de l'abeille *Apis mellifera carnica* par trois générations de reine en Serbie. Ils ont constaté que l'expression du comportement hygiénique par la multiplication sélective a pu être augmentée et les meilleurs résultats ont pu être réalisés dans le F génération. Ils ont souligné que le F colonies multiplié pour le comportement hygiénique dans leur étude ne porte aucun coût apparent dans reproducteur et exécutions productives.

## CONCLUSION

La distinction entre les races d'abeilles est habituellement basée sur les traits morphologiques constatés par des mesures biométriques (Fresnaye 1965, Tomasone 1971). L'analyse statistique des données enregistrées permet un grand discernement des groupes intra spécifiques et aboutit à la séparation des écotypes dans une même race (Cornuet 1975).

Malgré tout, les éléments fournis par l'étude biométrique s'avèrent insuffisants pour décrire les phénomènes évolutifs au niveau d'une population naturelle soumise à des pollutions génétiques multiples et permanentes.

Technique complémentaire de la première, l'emploi des marqueurs enzymatiques séparés par électrophorèse (qui sera notre projet de doctorat), permet d'appréhender cet aspect de l'étude (Cornuet 1979).

*Matériel*  
*Et*  
*Méthodes*

## MATERIELS ET METHODES

### 1. Objectif de l'étude

En Algérie l'abeille a déjà fait l'objet de quelques études visant à déterminer les différentes populations existantes. La première race géographique décrite a été *Apis mellifera intermissa* L par Buttel-reepen (1906) (Ruttner 1968). Ses principales caractéristiques morphologiques sont données par Ruttner (1968). Son aire de distribution couvre l'Afrique du Nord (Tunis, Algérie et Maroc), Par la suite une deuxième race a été décrite par Baldensperger en 1924 et par Haccour en 1960 appelée *Apis mellifera sahariensis*. On la trouve au sud de l'Algérie et de Maroc. Sa mise au rang de race a été contestée par Ruttner (1968) qui la considérait à l'époque comme une forme de transition entre *Apis mellifera intermissa* et *adansonii*.

Toutefois, dans une étude plus récente *Apis mellifera sahariensis* est considérée comme une race à part entière (Ruttner et al, 1978). En 1961, Benoist énumère quelques espèces observées dans la région de Hoggar (Sahara). Cependant seul Saunders (1908) qui a travaillé sur les deux espèces locales existantes en Algérie. Alfken (1914) a travaillé sur l'abeille tellienne en Mitidja et dans la région de Média. Quant à Shulthess (1924), il s'est intéressé aux abeilles de la région de Tlemcen (Ouest algérien) et celles d'Annaba (Est algérien).

Le présent travail vise à approfondir la connaissance sur des populations d'abeilles algériennes en vérifiant l'homogénéité ou l'hétérogénéité de la race locale existante, tout en précisant son aire de répartition en Algérie et en recherchant une éventuelle différenciation géographique au sein même de cette race.

### 2. Présentation des sites d'échantillonnage

L'Algérie est traversé par deux chaînes de montagnes (Atlas tellien et atlas sahariens) qui définie trois régions bioclimatiques très différentes :

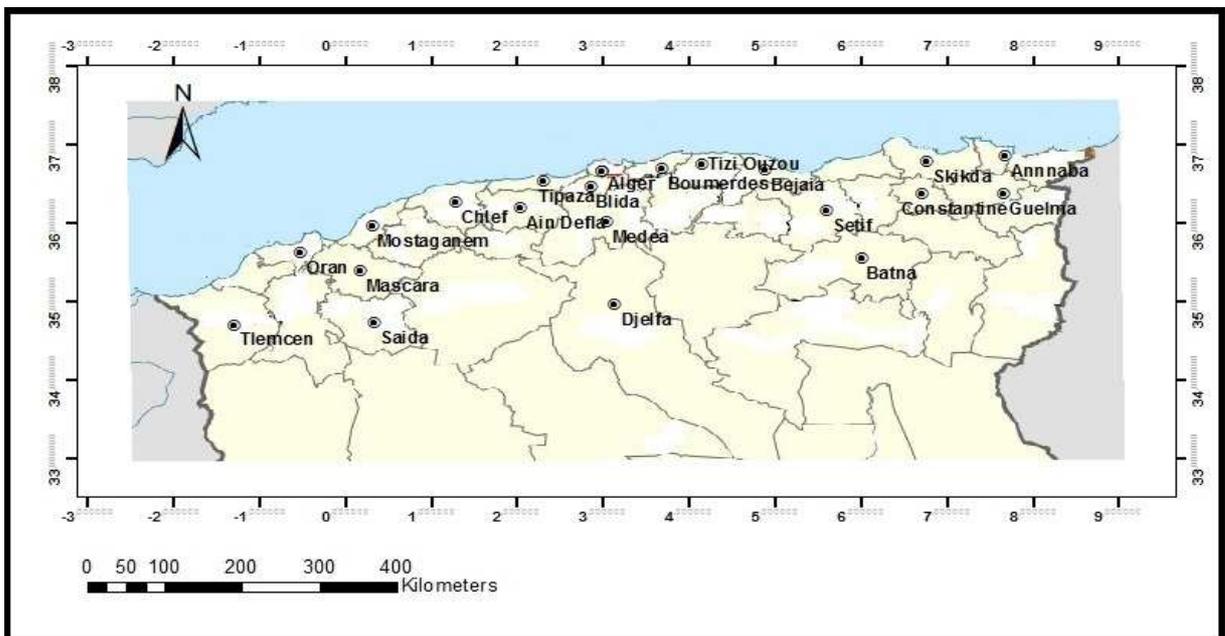
-Au nord, il y a la région du littoral à climat méditerranéen favorable et à une végétation diversifiée, aux multiples essences où les abeilles en tirent un grand profit.

-Plus au sud entre les deux chaînes de l'Atlas, les hauts plateaux à climats semi-aride, caractérisés par de vastes étendues de plaines céréalières.

-Au sud des deux premiers ensembles, une région désertique a climat semi aride aride ou les abeilles sont localisées essentiellement dans des oasis ou de petites étendues mises en valeur et irriguées et caractérisées par une végétation plus ou moins abondante.

Pour tenir compte de cette situation et disposer d'une représentation équilibrée de la population des abeilles de race tellienne, 20 sites de prélèvements ont été identifiés. La figure 6 et le tableau 2 illustrent leur répartition géographique. Ces sites des prélèvements sont regroupés en trois groupes en fonction des zones biogéographiques : la zone de l'Est Algérien (Sétif, Constantine, Guelma, Skikda, Annaba et Batna), celle du Centre (Tizi Ouzou, Boumerdes, Alger, Blida, Tipaza et Médéa) et enfin la zone de l'Ouest ( Chlef, Ain-Defla, Tissemsilt, Saida, Mascara, Oran, Mostaganem et Tlemcen).

Sur chaque site 2 à 5 colonies d'environ 60 abeilles ont été échantillonnées. Les abeilles ont été rapportées vivantes au laboratoire. Une fois au laboratoire, les abeilles ont été transvasées dans un congélateur dans l'attente d'être mesurées. Les prélèvements ont été effectués en 2011 et 2013.



**Figure6:** Localisation des sites de prélèvement des échantillons d'abeilles.(ArcGis.10)

**Tableau 2:**Caractéristiques et coordonnées géographiques des localités d'échantillonnage

Régions	wilayas	latitudes	longitudes	altitudes
EST	Sétif	36°11'20.34"N	5°24'51.83"E	1056 m
	Constantine	36°21'36.07"N	6°36'34.05"E	613 m
	Guelma	36°27'57.24"N	7°25'42.10"E	270 m
	Skikda	36°52'0.00"N	6°53'60.00"E	25 m
	Annaba	36°54'10.29"N	7°45'19.95"E	32 m
	Batna	35°32'60.00"N	6°10'0.00"E	1046 m
CENTRE	Tizi Ouzou	36°37'4.12"N	4°18'55.52"E	870 m
	Boumerdès	36°46'3.35"N	3°42'10.44"E	50 m
	Alger	36°45'10.39"N	3° 2'31.37"E	190 m
	Blida	36°28'49.80"N	2°50'2.06"E	236 m
	Tipaza	36°37'4.36"N	2°23'28.45"E	168 m
	Médéa	36°16'0.00"N	2°44'60.00"E	930 m
OUEST	Chlef	36° 9'58.80"N	1°20'0.78"E	109 m
	Ain defla	36° 4'22.51"N	1°59'17.35"E	487 m
	Tissemsilt	35°36'28.00"N	1°48'40.00"E	869 m
	Saida	34°50'26.71"N	0° 8'58.10"E	820 m
	Mascara	35°23'25.48"N	0° 8'58.20"E	617 m
	Oran	35°41'49.00"N	0°37'59.00"O	122 m
	Mostaganem	35°56'23.42"N	0° 5'23.16"E	68 m
	Tlemcen	34°52'57.99"N	1°19'0.01"O	789 m

### 3. Matériel biologique et méthodes de mesures

#### 3.1. Matériel biologique

Il existe dans notre pays deux races ou sous espèces d'abeilles autochtones :

- L'Abeille saharienne ou *Apis mellifera sahariensis* (Baldensperger).

-L'Abeille Tellienne *Apis mellifera intermissa*(Buttel – Reepen).

Ces races sont considérées comme homogènes etrustiques qui pourraient être mélangées involontairement ou volontairement suite à des tentatives d'introductions frauduleuses de reines étrangères.

##### 3.1.1. L'Abeille Tellienne Algérienne

L'origine L'aire de dispersion de l'Abeille Tellienne *Apis mellifera intermissa* se situe en Libye, en Tunisie, en Algérie et au Maroc, mais elle est plus répandue en Algérie. Leurs caractéristiques font d'elles qu'elles soient très agressives, nerveuses, essaimeuses, mais très

rustiques, fécondes et très bonnes récolteuses de pollen et de propolis. La valeur économique de cette race est moyenne. Cette abeille est très précieuse et est considérée comme une race primaire pouvant servir à d'éventuels travaux de recherche dans l'amélioration, la sélection et les croisements.

### 3.1.2. L'Abeille saharienne

Comme son nom l'indique cette abeille vit au niveau de la frange nord du Sahara surtout dans les oasis de la wilaya de Bechar et celles de Naama. Rarement elle fait des pénétrations sporadiques dans certains de régions de nord du pays.

### 3.2. Caractères morphologiques et méthodes de mesure

Les mesures ont été effectuées sur 60 ouvrières par site échantillonnée, les caractères retenus étant ceux décrits par les spécialistes (Goetze 1930 à 1963, Mackensen 1954, Ruttner 1963-1968, et surtout Fresnaye 1965). Les abeilles collectées ont été tuées à l'éther, comptées, mesurées suivant les différents caractères morphométriques et conservées dans de l'éthanol. Les mesures ont été effectuées sur des ouvrières car les mâles haploïdes ne sont pas représentatifs dans une population d'abeilles (Toullec, 2008). Ces mesures ont été faites à l'aide d'un stéréo-microscope équipé d'un appareil photographique. (fig.7.a.b.i).

Les mesures ont concerné selon Fresnaye (1965, 1974 et 1980) (fig.7.c) :

- la longueur de la langue, (fig.7.e)
- La pilosité du 5ème tergite abdominal, (fig.7.f)
- La couleur du 2ème tergite, (fig.7.h)
- La largeur du tomentum sur le 4ème tergite, (fig.7.g)
- La longueur de la nervure A de la 3ème cellule cubitale de l'aile antérieure droite,
- La longueur de la nervure B de la 3ème cellule cubitale de l'aile antérieure droite et le rapport de l'indice cubital.(fig.7.c)

- La coloration est mesurée sur le 2<sup>ème</sup> tergite abdominal au grossissement X 10. La détermination de la présence et de l'importance de taches jaunes sur les premiers tergites de l'abdomen a constitué, à l'origine, la base de la taxonomie des races d'abeilles. Elle est actuellement très controversée surtout en raison de sa grande variation naturelle (Goetze 1940, Ruttner 1952-1968, Gavarini 1953), mais aussi de l'imprécision des méthodes de mesures utilisées. Goetze 1940 a établi une classification de 9 catégories, du noir au jaune; l'estimation

est faite par comparaison avec des croquis de référence ou des abeilles conservées en collection. Cette méthode reste imprécise et subjective.

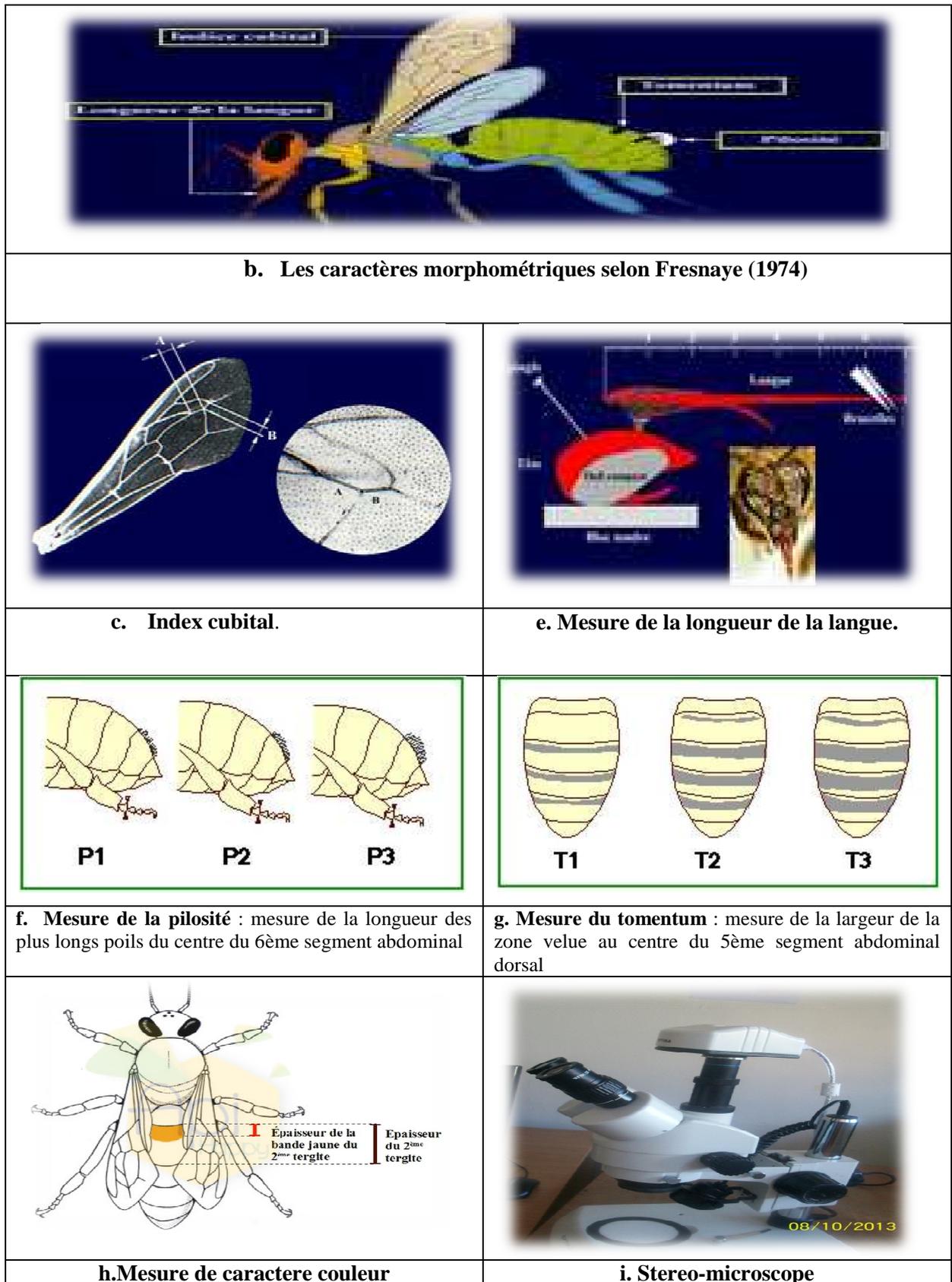
- La longueur des poils (pilosité) sur le cinquième tergite abdominal est mesurée avec un réticule oculaire à 120 divisions au grossissement X 40.

- La largeur du tomentum sur le quatrième tergite abdominal est mesurée au grossissement X 10. A noter qu'ici, c'est la largeur de la bande pileuse qui est utilisée et non l'index du tomentum comme cela est souvent pratiqué par d'autres auteurs.

- La longueur de la langue est mesurée au grossissement X 16 après avoir coupé et retourné la tête de l'abeille. La glosse est mise en extension à l'aide de pinces à dissection.

- L'index cubital (permet de définir une race ou son taux d'hybridation) est mesuré à l'aide du dispositif du Ruttner (1963) au grossissement X 40. Son mode d'utilisation est différent de celui qui est appliqué dans les analyses courantes. Le rapport de deux variables aléatoires est une nouvelle variable aléatoire dont l'étude est en général complexe même si l'on connaît les lois de distributions des variables qui servent à le calculer. Pour cette raison, les statisticiens n'aiment généralement pas l'utiliser directement, ils préfèrent le faire apparaître plus logiquement, par exemple en calculant la différence du logarithme des deux variables, c'est-à-dire le logarithme du rapport. L'estimation de la moyenne et de la variance de l'index cubital est calculée selon une des formules données par Myint tin(1965). En outre, le simple fait de « condenser n deux variables en une seule peut entraîner une perte d'information dont on ignore l'importance pour la suite de l'étude. Pour cette raison, et les données étant disponibles sans supplément de mesures, nous avons également utilisé les mesures de A et de B de l'indice cubital comme variables dans les calculs.

	
<p><b>a. Rassemblement des abeilles</b></p>	<p><b>b. Séparation des pièces de corps d'abeille</b></p>



**Figure 7 : les caractères morphologiques mesurés**

### **3.3 Analyses statistique**

La structure de la population ainsi que sa situation par rapport à des échantillons de référence ont été étudiées par l'analyse factorielle discriminante (Cornuet et al, 1975). La représentation des groupes dans les plans factoriels fait appel aux ellipses de confiance (Cornuet, 1982).

Les groupes individualisés par les analyses précédentes sont caractérisés par leurs statistiques élémentaires pour chacun des caractères dont la variabilité de ces derniers au sein des colonies est appréciée au moyen de leur moyennes et écart-type que nous avons inclus dans certaines analyses statistiques à l'aide de l'EXCEL, l'EXELSTAT 2013 et SPSS version 20.0.

*Résultats*  
*Et*  
*Discussion*

## Résultats

### 1. Caractères morphométriques de l'abeille tellienne pour les différentes régions de nord de l'Algérie

#### 1.1. Caractères morphométriques mesurés durant l'année 2011

##### 1.1.1. Analyse descriptive

Les données du tableau.3 et des fig.8 et 9, illustrent les valeurs moyennes des 6 caractères morphologiques des ouvriers d'abeilles telliennes issues des vingt wilayas d'étude durant l'année 2011.

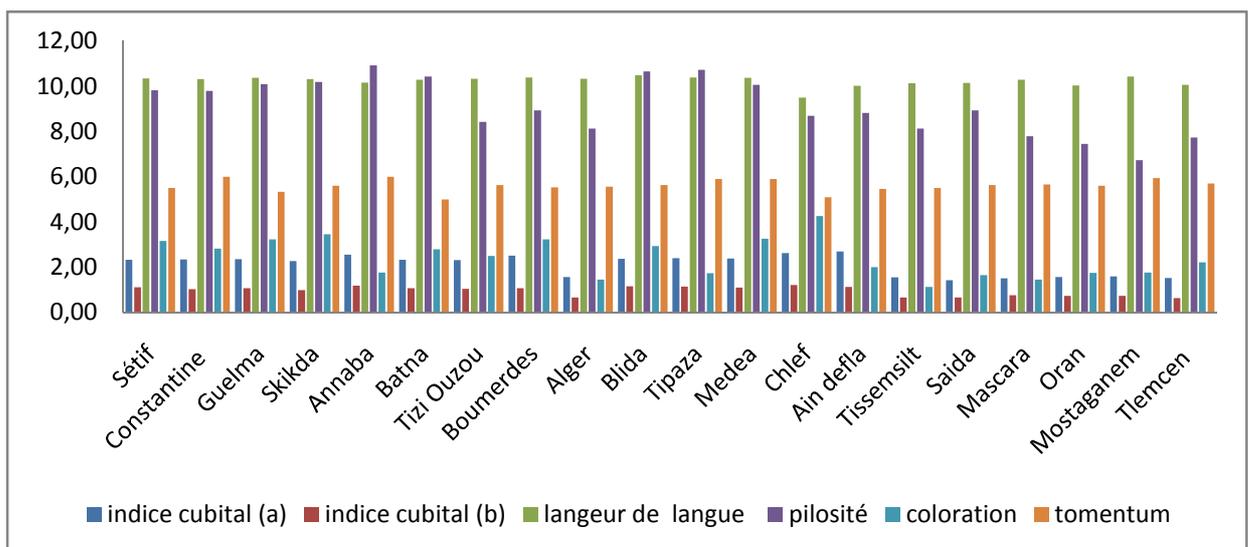
Les données des caractères morphologiques étudiés, pour toutes les zones, indiquent qu'il y a des différences dans les mesures. Les moyennes de la longueur de langue varient entre un minimum de 9,496 mm à Chlef et un maximum de 10,49 mm à Blida. Les moyennes de pilosité oscillent entre 6,73 $\mu$ m à Mostaganem à 10,93  $\mu$ m à Annaba, alors que les moyennes de tomentum varient de 5 $\mu$ m à Batna à 6  $\mu$ m pour Constantine et Annaba.

Les moyennes de l'index cubital (a) varient de 1,43  $\mu$ m à Saida et 2,69  $\mu$ m à Ain defla, tandis que celles de l'index cubital (b) varient de 0,6  $\mu$ m à Tlemcen et 1,21  $\mu$ m à Chlef. L'analyse statistique a prouvé qu'il y a des différences significatives entre les différentes régions pour les caractères morphologiques étudiés ( $P < 0.05$ ). Cette différence montre qu'il y a un effet de la région sur la morphométrie de l'abeille locale.

**Tableau 3:** Effet de la région sur les caractères morphologiques des abeilles ouvrières dans différentes zones du nord de l'Algérie durant l'année 2011

zone	wilaya	N	index cubital (a)	index cubital (b)	langueur de langue mm	Pilosité $\mu\text{m}$	Coloration $\mu\text{m}$	tomentum $\mu\text{m}$
Est	Sétif	30	2,33±0,12	1,12±0,09	10,35±1,97*	9,83±1,03*	3,16±0,68*	5,5±0,88*
	Constantine	30	2,34±0,17	1,03±0,06	10,32±1,46*	9,8±0,79*	2,83±1,29	6±0,85*
	Guelma	30	2,36±0,15	1,08±0,11*	10,373±2,54*	10,1±0,83	3,23±1,11	5,33±0,69*
	Skikda	30	2,27±0,14	0,99±0,10*	10,323±2,74*	10,2±1,01	3,46±0,66	5,6±0,61*
	Annaba	30	2,55±0,15	1,18±0,09	10,166±1,59*	10,93±1,03	1,76±0,95	6±0,63*
	Batna	30	2,33±0,14	1,07±0,09	10,286±2,18*	10,43±0,91	2,8±1,13	5±0,6*
Centre	Tizi Ouzou	30	2,32±0,18	1,05±0,07	10,33±1,50*	8,43±0,80*	2,5±0,99	5,63±0,60*
	Boumerdes	30	2,51±0,20	1,08±0,12*	10,396±1,66*	8,93±0,92*	3,23±0,61	5,53±0,61*
	Alger	30	1,57±0,15	0,66±0,07	10,33±4,63*	8,13±2,67*	1,46±1,02	5,56±0,66*
	Blida	30	2,37±0,17	1,16±0,11*	10,49±1,46*	10,66±1,07*	2,93±0,67	5,63±0,60*
	Tipaza	30	2,40±0,16	1,14±0,12*	10,393±2,11*	10,73±0,81	1,73±1,23	5,9±0,74*
	Médéa	30	2,38±0,18	1,1±0,13*	10,383±2,35*	10,06±1,06*	3,26±0,77	5,9±0,65*
Ouest	Chlef	30	2,62±0,22	1,21±0,11*	9,496±9,17*	8,7±1,39*	4,26±2,12*	5,1±0,83*
	Ain defla	30	2,69±0,17	1,13±0,12*	10,026±1,67*	8,83±1,31*	2±0,89	5,46±0,66*
	Tissemsilt	30	1,56±0,12*	0,66±0,08	10,143±5,46*	8,13±3,05*	1,13±1,05*	5,51±0,76*
	Saida	30	1,43±0,13*	0,67±0,06	10,156±6,60*	8,93±4,09*	1,65±1,14*	5,63±0,85*
	Mascara	30	1,51±0,12*	0,76±0,18	10,293±6,64*	7,8±2,54*	1,46±0,84*	5,66±0,74*
	Oran	30	1,57±0,15*	0,74±0,09	10,043±11,0*	7,46±2,30*	1,75±1,20*	5,61±1,06*
	Mostaganem	30	1,59±0,14*	0,73±0,07	10,43±4,95*	6,73±2,33*	1,76±0,95*	5,95±0,66*
	Tlemcen	30	1,53±0,12*	0,63±0,10*	10,063±8,17*	7,73±2,35*	2,21±1,20	5,71±0,89*

\* la différence entre les moyennes est significative au niveau de 0.05.



**Figure 8 :** Valeurs des moyennes des caractères morphologiques pour les vingt wilayas du nord de l'Algérie en 2011 en micromètre sauf la longueur de langue en mm

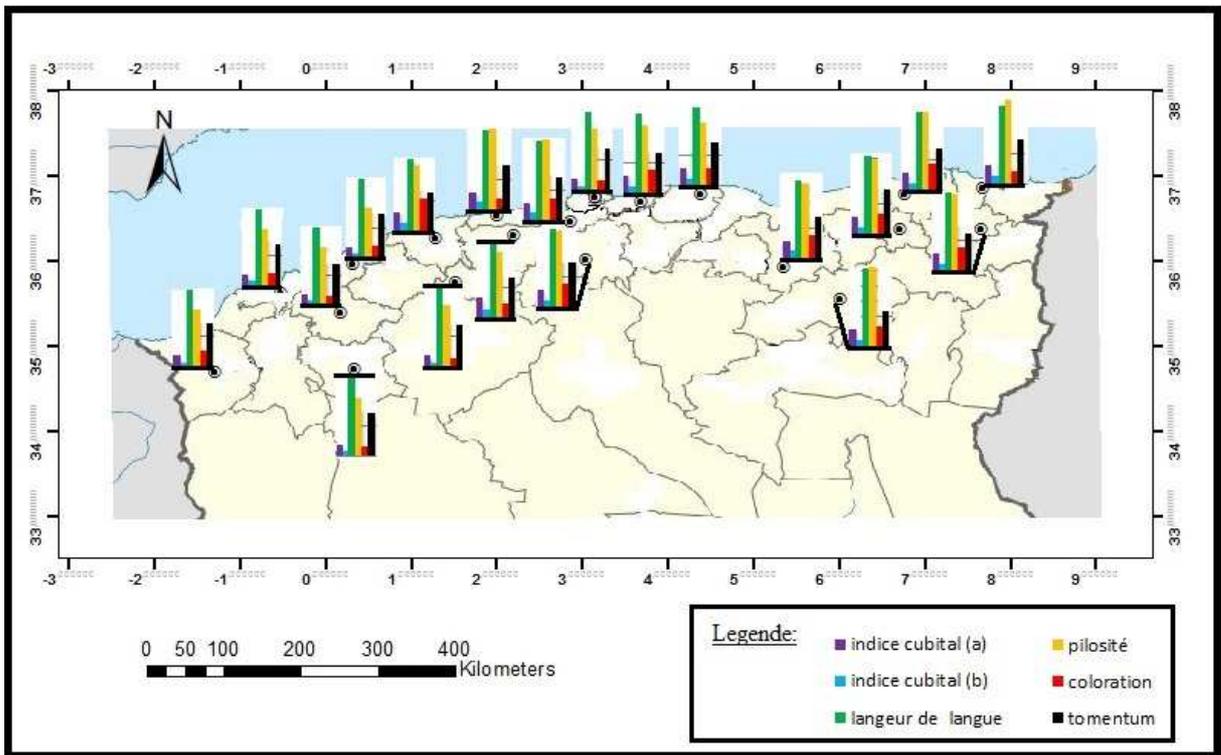


Figure 9 : Représentation cartographique des moyennes des caractères morphométriques en 2011

La figure 10 montre la comparaison des valeurs des caractères morphométriques, qui indique une nette différence entre les résultats obtenus pour chaque caractère. Il est à noter que les valeurs moyennes des caractères du tomentum, de la longueur de la langue et de l'indice cubital (a,b) sont plus homogènes que les caractères pilosité et coloration.

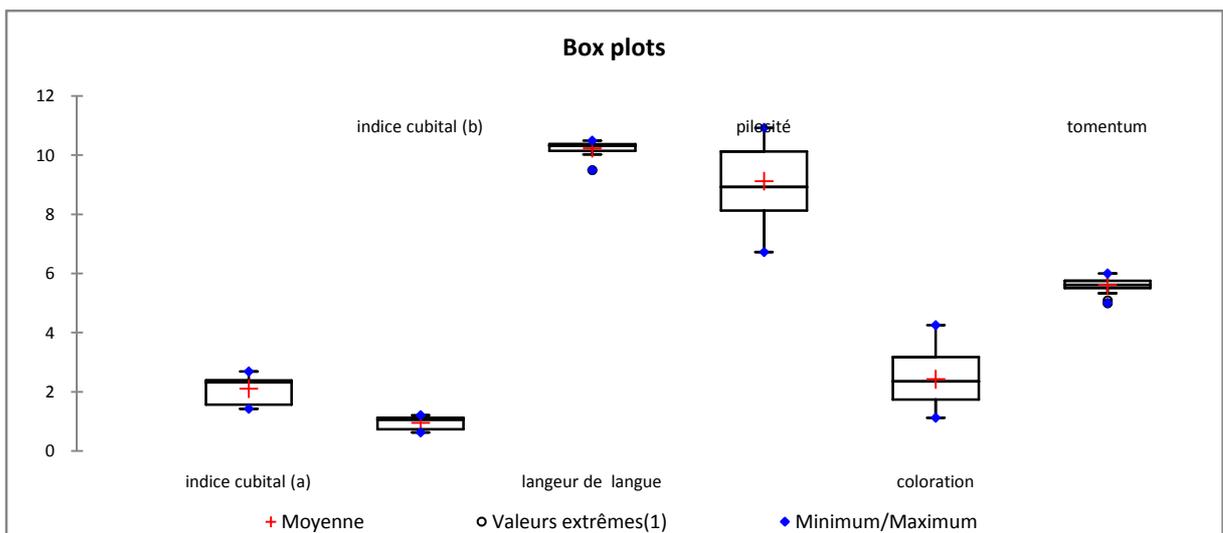


Figure 10 : Comparaison des caractères morphométriques en 2011

1.1.1. Analyse en composantes principales ACP

L'analyse en composante principale (ACP) des valeurs globales des mensurations des caractères morphométriques pour chaque zone a permis de séparer les colonies d'abeilles échantillonnées en 4 groupes distincts pour les caractères et aussi en 3 autres groupes distincts pour les wilayas. . L'interprétation graphique des résultats de l'ACP est réalisée principalement en fonction du plan 1-2 parce qu'il fournit le maximum d'information avec 78% de contribution a la variation totale (52% pour l'axe 1 et 26% pour l'axe 2).

Le tableau 03 présente les valeurs propres de la matrice de corrélations, la variabilité et les pourcentages cumulés de la variance expliquée par chacune des composantes principales pour l'ensemble de données de la matrice.

Le premier facteur ou la première composante principale (F1) prend en compte 52,62 % de la variabilité. C'est la plus importante puisque les autres valeurs sont plus faiblement notées (tab 4)

Tableau 4 : Valeurs propres et variabilité des six facteurs

	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Valeur propre	3,157	1,560	0,593	0,426	0,239	0,025
Variabilité (%)	52,624	26,003	9,877	7,098	3,975	0,424
% cumulé	52,624	78,627	88,503	95,601	99,576	100,000

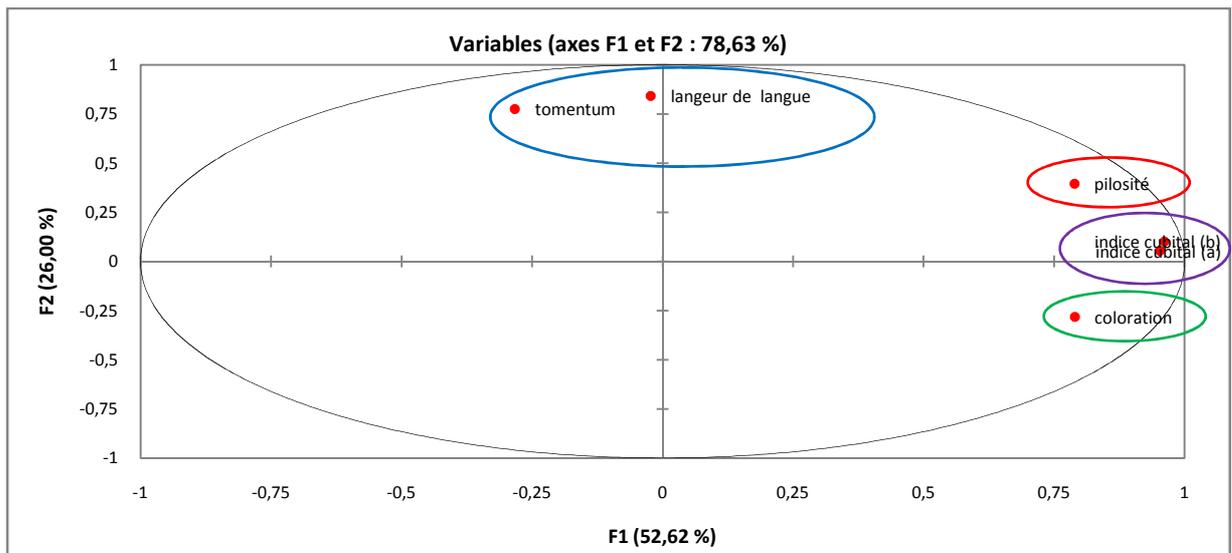
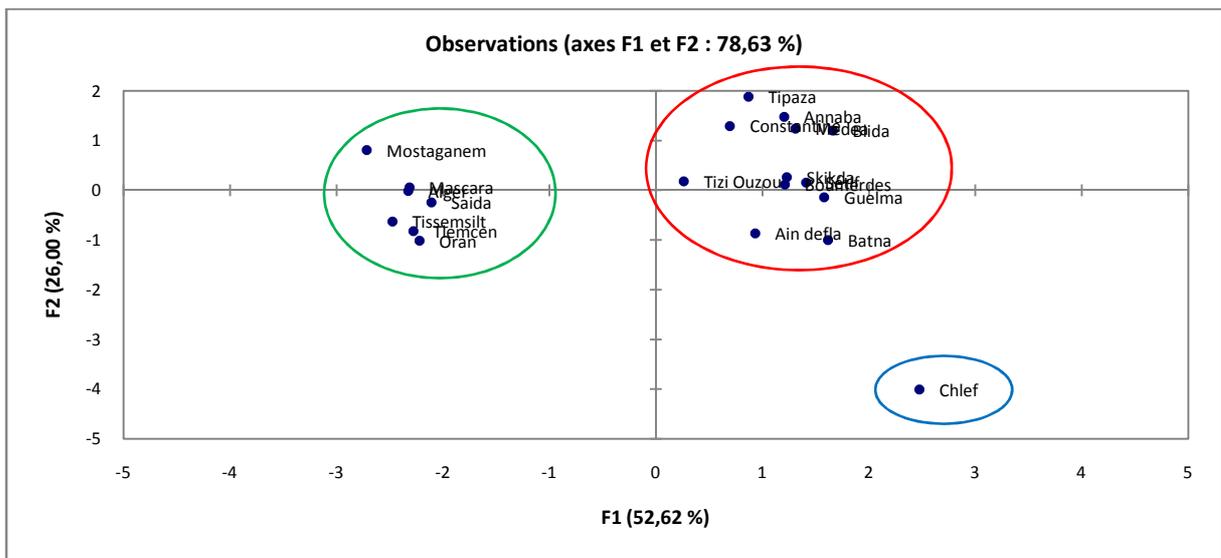


Figure 11: projections des points moyens des caractères morphométriques en 2011 sur le premier plan factoriel d'une analyse en composante principale

La figure 12 montre la projection des points moyens des caractères sur le premier plan d'une ACP. Il est à constater une nette différenciation en 3 groupes distincts.

Un premier groupe comprends les régions de l'Ouest (Mostaganem, Mascara, Saida, Tissemsilt, Tlemcen et Oran) avec des valeurs négatives pour le deuxième axe. Les échantillons avec des valeurs positives pour le deuxième axe, correspondent à des régions de Centre et l'Est. un dernier groupe qui correspond à Chlef avec une valeur négative pour le premier axe et positive pour le deuxième axe.



**Figure 12 :** projection des points moyens des colonies d'abeille selon la région en 2011 sur le premier plan factoriel d'une analyse en composante principale

### 1.1.2. Analyse des corrélations entre les caractères morphométriques

L'examen des corrélations des variables biométriques en 2011 montre que les variables biométriques sont positivement corrélées entre les différents caractères sauf le tomentum qui est négativement corrélé avec les autres caractères et la longueur de la langue qui est aussi négativement corrélée avec l'index cubital (a) et coloration. Le tableau (5) et la figure (13) montrent qu'il y avait une relation linéaire :

Positive statistiquement significative ( $r=0,97$ ,  $r=0,74$ ,  $r=0,69$ ,  $p=0,01$ ) entre l'index cubital (a) et (b) et l'index cubital (b) avec pilosité et l'index cubital (a) et la pilosité respectivement.

Positive mais non significative ( $r=0,007$ ,  $r=0,27$ ,  $r=0,41$ ,  $p=0,01$ ) entre l'index cubital (b) et la longueur de langue, longueur de la langue avec la pilosité et la longueur de langue et le tomentum respectivement.

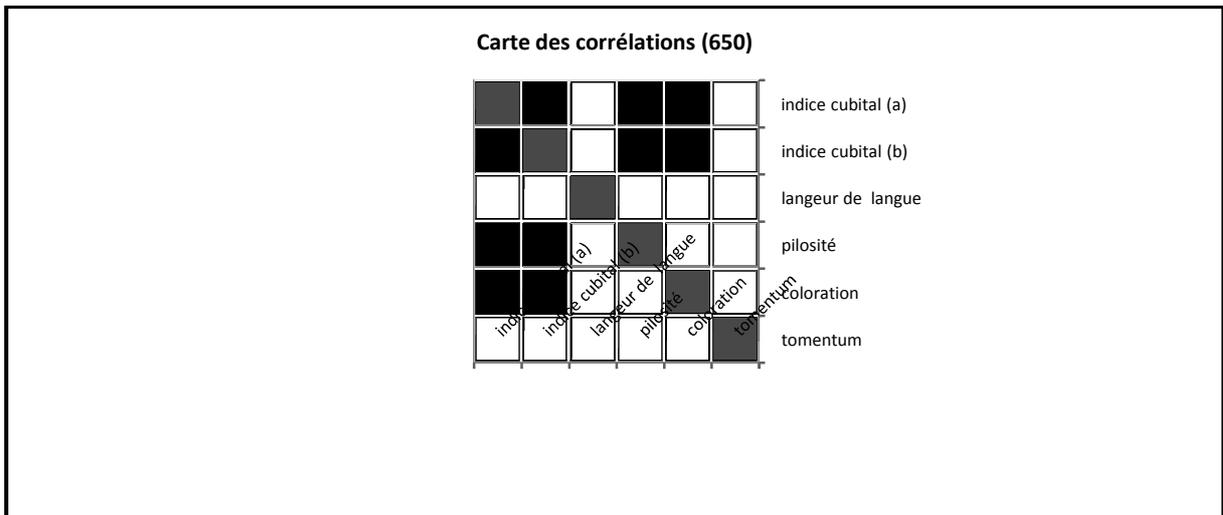
Négative mais non significative ( $r = -0,16$ ,  $r = -0,14$ ,  $r = -0,03$ ,  $p = 0,01$ ) entre respectivement les caractères du tomentum et l'index cubital (a,b) et la longueur de langue avec l'index cubital (a).

**Tableau 5** : Matrice de corrélation entre les caractères morphométriques étudiés en 2011

Matrice de corrélation (Pearson) :

Variabiles	index cubital (a)	index cubital (b)	langueur de langue	pilosité	coloration	tomentum
index cubital (a)	<b>1</b>	<b>0,972</b>	-0,036	<b>0,698</b>	<b>0,663</b>	-0,164
index cubital (b)	<b>0,972</b>	<b>1</b>	0,007	<b>0,744</b>	<b>0,659</b>	-0,143
langueur de langue	-0,036	0,007	<b>1</b>	0,271	-0,150	0,418
pilosité	<b>0,698</b>	<b>0,744</b>	0,271	<b>1</b>	0,415	-0,006
coloration	<b>0,663</b>	<b>0,659</b>	-0,150	0,415	<b>1</b>	-0,384
tomentum	-0,164	-0,143	0,418	-0,006	-0,384	<b>1</b>

*Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification  $\alpha = 0,05$*



**Figure 13** : carte des corrélations entre les caractères morphométriques

## 1.2. Caractères morphologiques mesurés durant l'année 2013

### 1.2.1 Analyse descriptive des moyennes des caractères morphométriques de la race locale

Le tableau (6) et de la figure (14 et 15) illustrent les valeurs moyennes des 6 caractères morphologiques étudiés pour les vingt wilayas du nord de l'Algérie.

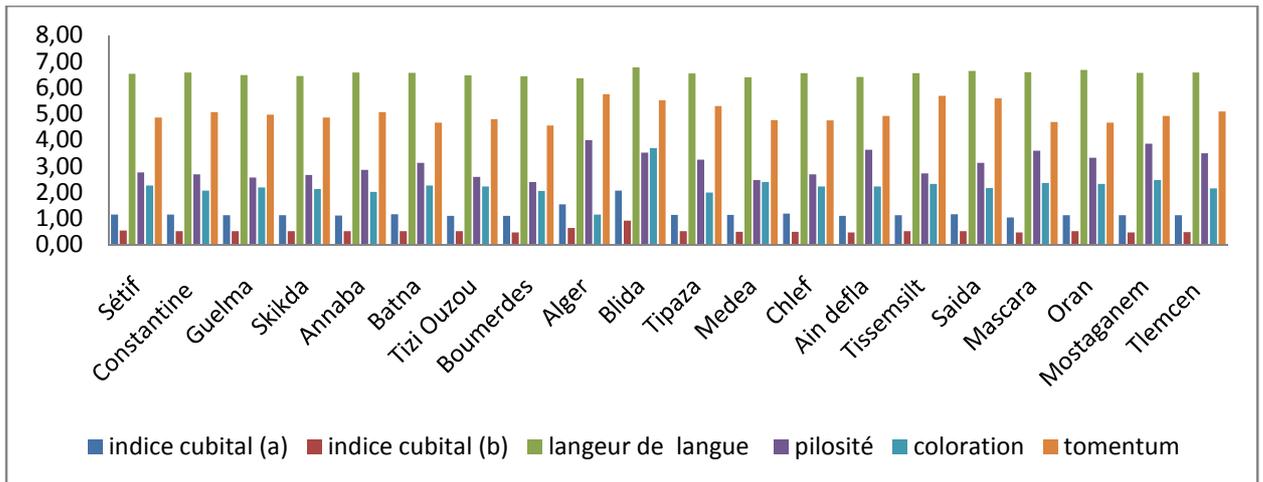
Les résultats indiquent qu'il y a des différences significatives entre les différentes régions étudiées.

La longueur moyenne de la langue la plus basse est obtenue dans la wilaya d'Alger (6,371mm) et la plus élevée est observée à Blida (6,776 mm). Quant aux valeurs moyennes de la pilosité, elles oscillent entre 2,4 µm à Boumerdès et 4 µm à Alger. Quant à l'index cubital, la moyenne la plus faible obtenue pour ce caractère est de 1.05 µm à Mascara et la plus élevée de 2,02µm notée à Blida. Elles oscillent entre 0,47 µm à Boumerdès et 0,93 µm à Blida. Pour les moyennes extrêmes du tomentum, elles varient entre 1,16 µm à Alger et 3,7 µm à Blida.

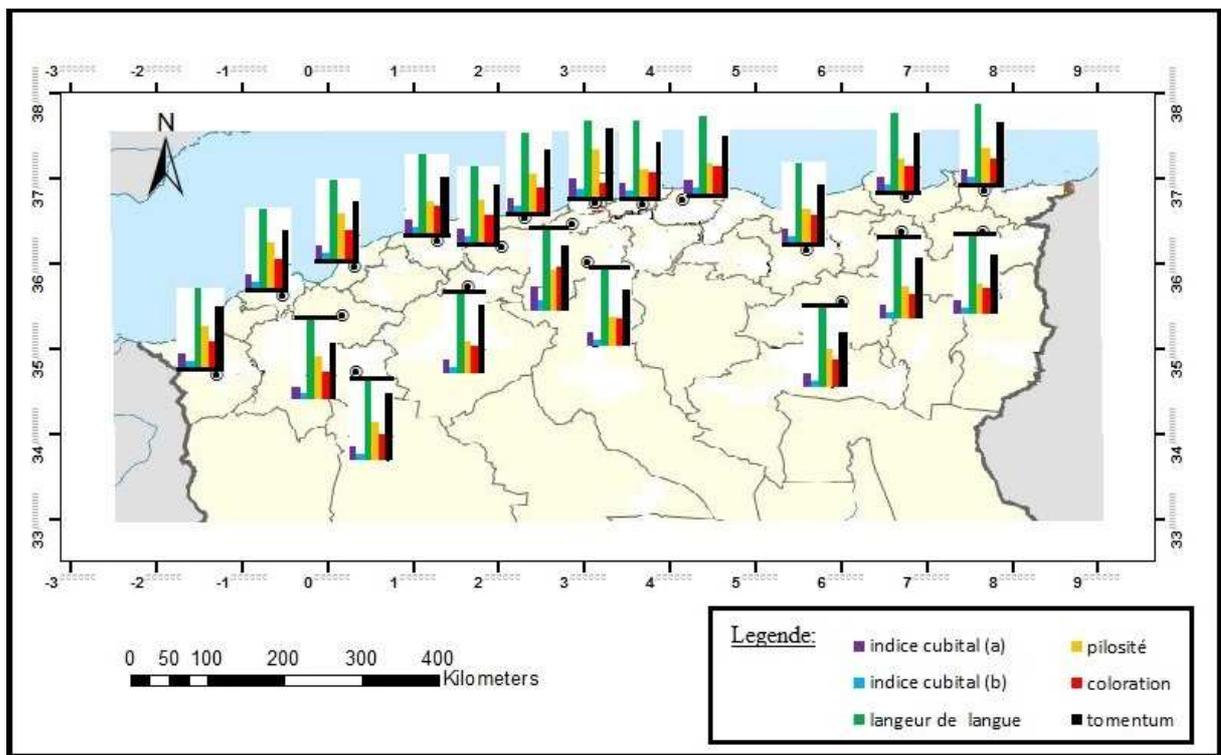
**Tableau 6 :** Effet de la région sur les caractères morphologiques des abeilles ouvrières dans différentes zones du nord de l'Algérie durant l'année 2013

zone	wilaya	N	index cubital (a)	index cubital (b)	longueur de langue	Pilosité µm	Coloration µm	Tomentum µm
EST	Sétif	30	1,16±0,07	0,55±0,06	6,533±1,24*	2,77±0,91*	2,27±0,57	4,86±0,61*
	Constantine	30	1,16±0,09	0,53±0,06	6,583±1,39*	2,7±0,9*	2,07±0,51	5,07±0,62*
	Guelma	30	1,13±0,08	0,52±0,06	6,49±1,10*	2,57±0,71*	2,2±0,47	4,97±0,65*
	Skikda	30	1,14±0,08	0,53±0,06	6,457±1,20*	2,67±0,64*	2,13±0,56	4,87±0,66*
	Annaba	30	1,12±0,07	0,53±0,05	6,587±1,28*	2,87±0,80*	2,03±0,48	5,07±0,57*
	Batna	30	1,17±0,05	0,52±0,06	6,577±1,81*	3,13±1,20	2,27±0,44	4,67±0,78*
CENTRE	Tizi Ouzou	30	1,11±0,07	0,52±0,06	6,473±1,59*	2,6±0,75*	2,23±0,42	4,8±0,74*
	Boumerdes	30	1,11±0,07	0,47±0,06	6,443±0,98*	2,4±0,55*	2,06±0,44	4,56±0,95*
	Alger	30	1,55±0,12*	0,65±0,07	6,371±3,25*	4±2,29*	1,16±0,77*	5,76±0,71*
	Blida	30	2,07±0,17*	0,93±0,19*	6,776±6,17*	3,53±1,11*	3,7±1,00*	5,53±0,61*
	Tipaza	30	1,15±0,08	0,52±0,05	6,543±2,10*	3,26±0,89*	2±0,669	5,3±0,82*
	Medea	30	1,15±0,07	0,50±0,05	6,403±1,04*	2,47±0,66*	2,4±0,663	4,77±0,71*
OUEST	Chlef	30	1,19±0,08	0,50±0,06	6,56±1,40*	2,7±0,93*	2,23±0,49*	4,76±0,84*
	Ain defla	30	1,11±0,06	0,48±0,05	6,417±1,86*	3,63±0,83	2,23±0,55*	4,93±0,72*
	Tissemsilt	30	1,13±0,06	0,53±0,06	6,557±1,14*	2,73±0,89	2,33±0,59*	5,7±0,93*
	Saida	30	1,17±0,08	0,52±0,06	6,643±1,81*	3,13±1,49	2,17±0,52*	5,6±0,95*
	Mascara	30	1,05±0,08	0,48±0,05	6,597±1,6*	3,6±0,84	2,37±0,54*	4,7±0,69*
	Oran	30	1,14±0,07	0,52±0,07	6,68±1,66*	3,33±0,74	2,33±0,74*	4,67±0,69*
	Mostaganem	30	1,13±0,06	0,48±0,04	6,577±1,40*	3,87±1,33	2,47±0,49*	4,93±0,85*
	Tlemcen	30	1,14 ± 0,06	0,49 ± 0,07	6,59±1,24*	3,5±1,52	2,16±0,52*	5,1±0,74*

\* la différence entre les moyennes est significative au seuil de 0.05.



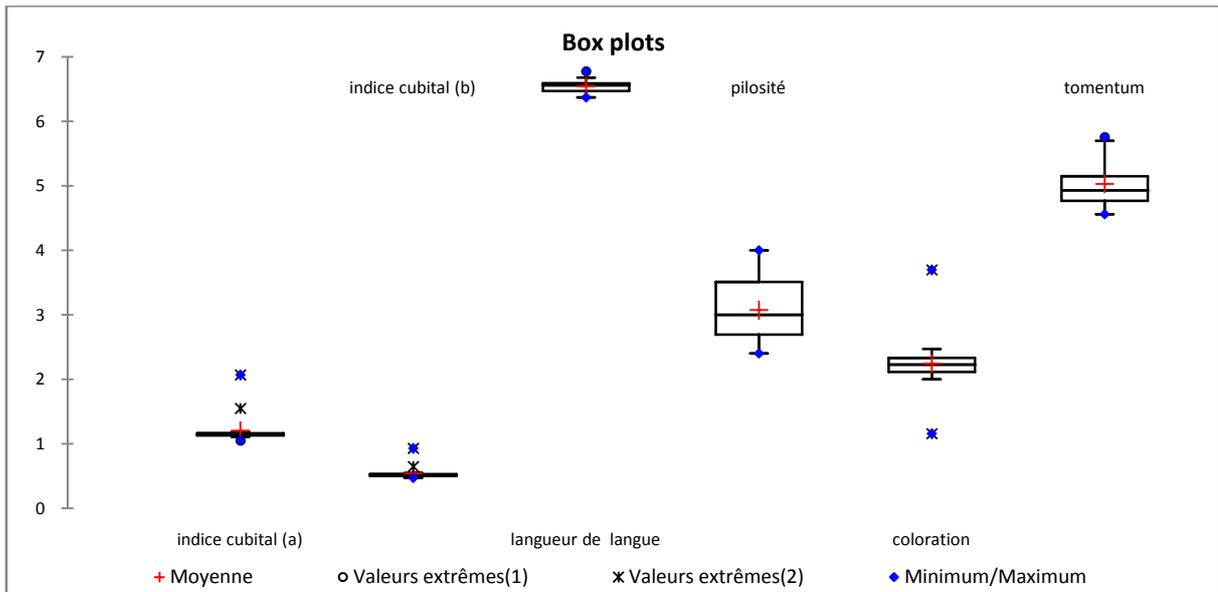
**Figure 14 :** valeurs des moyennes des caractères morphologiques pour les vingt wilayas du nord de l’Algérie en 2013 en micromètres



**Figure15 :** Représentation cartographique des moyennes des caractères morphométriques en 2013

La figure 16 montre la comparaison des valeurs des caractères morphométriques en 2013

Cela indique une nette différence entre les résultats obtenus pour chaque caractère et une homogénéité marquée pour tous les caractères biométriques (index cubital, tomentum, coloration et longueur de la langue ) sauf pour le caractère pilosité .



**Figure16** : comparaison entre les caractères morphométriques étudiés en 2013

**1.2.2. Analyse en composantes principales ACP**

L'analyse en composante principale (ACP) des valeurs globales des mensurations des caractères morphométriques pour chaque zone a permis de séparer les populations étudiées en 3 groupes distincts. L'interprétation graphique des résultats de l'ACP est réalisée principalement en fonction du plan 1-2 parce qu'il fournit le maximum d'information avec 74% de contribution a la variation totale (51% pour l'axe 1 et 22% pour l'axe 2).

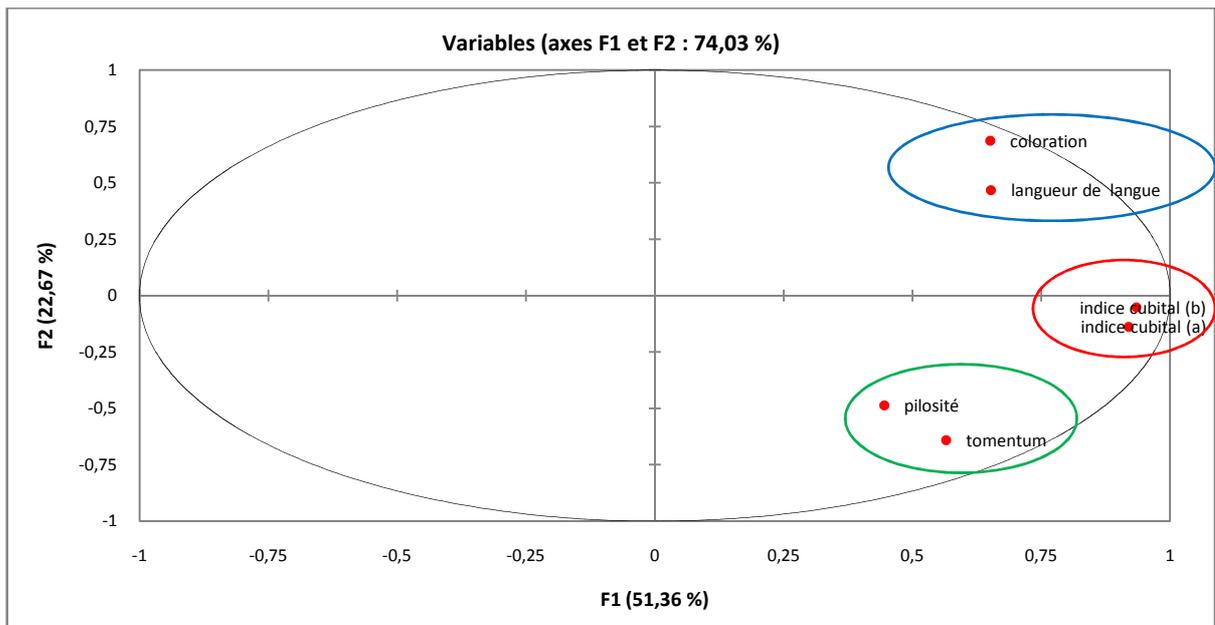
Le tableau 7 présente les valeurs propres de la matrice de corrélations, la variabilité et les pourcentages cumulés de la variance expliquée par chacune des composantes principales pour l'ensemble de données de la matrice.

Le premier facteur qui est la première composante principale (F1) prend en compte 51,3 % de la variabilité. C'est la plus importante puisque les autres valeurs sont plus faiblement notées (tab 7)

**Tableau 7** : Valeurs propres et variabilité des six facteurs

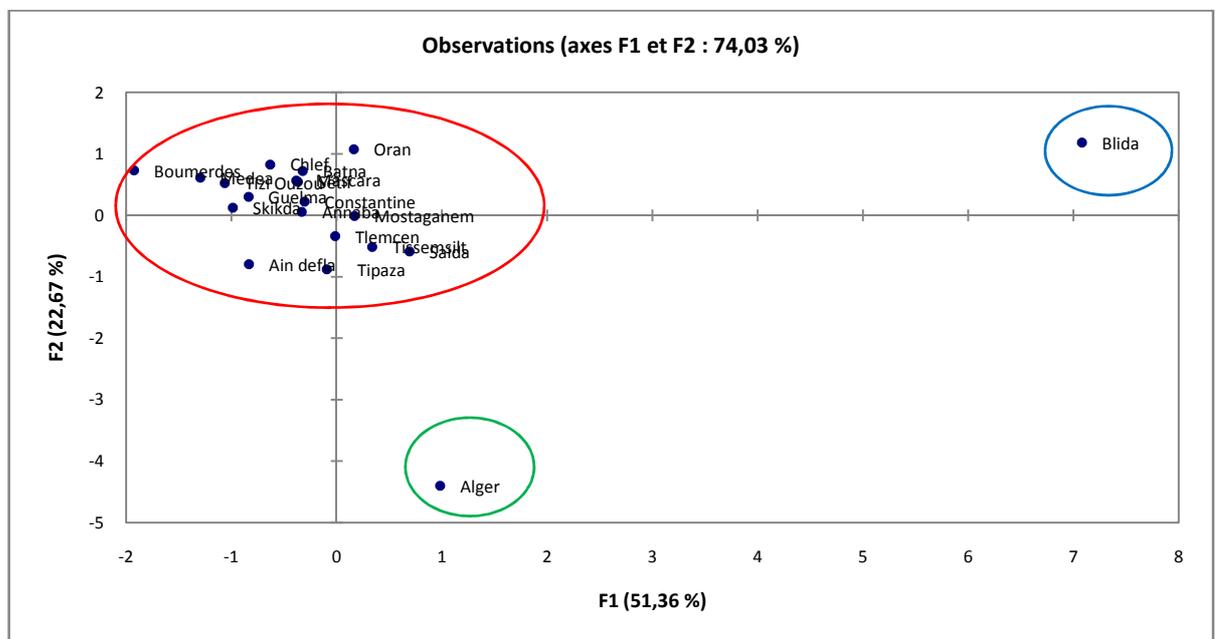
Valeurs propres :

	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Valeur propre	3,082	1,360	0,822	0,526	0,195	0,015
Variabilité (%)	51,363	22,670	13,694	8,762	3,254	0,256
% cumulé	51,363	74,034	87,728	96,490	99,744	100,000



**Figure 17 :** Projections des points moyens des caractères morphométriques en 2013 sur le premier plan factoriel d’une analyse en composante principale

La figure 18 montre la projection des points moyens des caractères sur le premier plan d’une ACP. Il est à noter une différenciation en 3 groupes distincts. Le premier groupe comprend toutes les régions de l’Ouest, l’Est et Centre, le deuxième correspond à la zone de Blida et enfin le troisième et dernier groupe, celui de la région d’Alger.



**Figure18 :** Projection des points moyens des colonies d’abeille selon la région en 2013 sur le premier plan factoriel d’une analyse en composante principale

**1.2.3. Analyse des corrélations entre les caractères morphométriques**

L'étude des corrélations entre les variables biométriques durant l'année 2013 montre qu'il y a une relation linéaire (tableau 8 et figure 19):

Positive statistiquement significative ( $r = 0,97$ ,  $r = 0,65$ ,  $r = 0,54$ ,  $p = 0,01$ ) respectivement entre l'index cubital (a) avec (b), la longueur de la langue avec la coloration et l'index cubital (b) et la coloration.

Positive mais non significative ( $r = 0,36$ ,  $r = 0,35$ ,  $p = 0,01$ ) entre l'index cubital (a) avec la longueur de la langue et avec la pilosité respectivement.

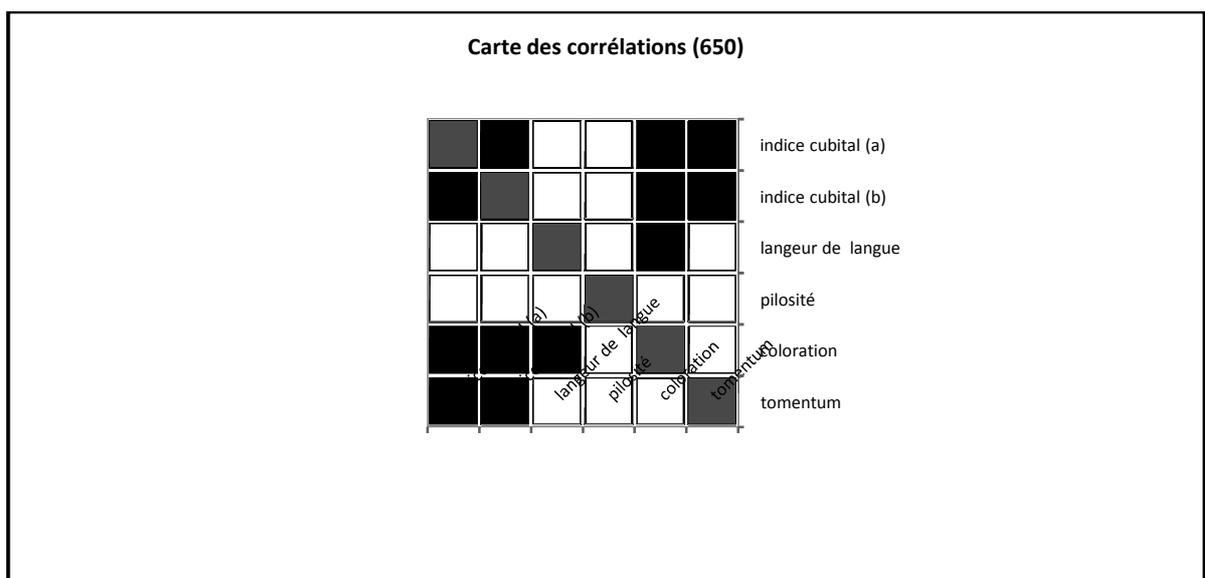
Négative mais non significative ( $r = 0,05$ ,  $p = 0,01$ ) entre le caractère tomentum et coloration.

**Tableau 8 :** matrice de corrélation des caractères morphométriques étudiés

Matrice de corrélation (Pearson) :

Variabes	index cubital (a)	index cubital (b)	longueur de langue	pilosité	coloration	tomentum
index cubital (a)	<b>1</b>	<b>0,976</b>	0,363	0,355	<b>0,485</b>	<b>0,515</b>
index cubital (b)	<b>0,976</b>	<b>1</b>	0,432	0,270	<b>0,546</b>	<b>0,515</b>
longueur de langue	0,363	0,432	<b>1</b>	0,228	<b>0,659</b>	0,158
pilosité	0,355	0,270	0,228	<b>1</b>	0,004	0,347
coloration	<b>0,485</b>	<b>0,546</b>	<b>0,659</b>	0,004	<b>1</b>	-0,056
tomentum	<b>0,515</b>	<b>0,515</b>	0,158	0,347	-0,056	<b>1</b>

*Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification  $\alpha = 0,05$*



**Figure 19 :** carte des corrélations

**1.3. Caractères morphométriques par zone d'étude durant les années d'étude 2011 et 2013**

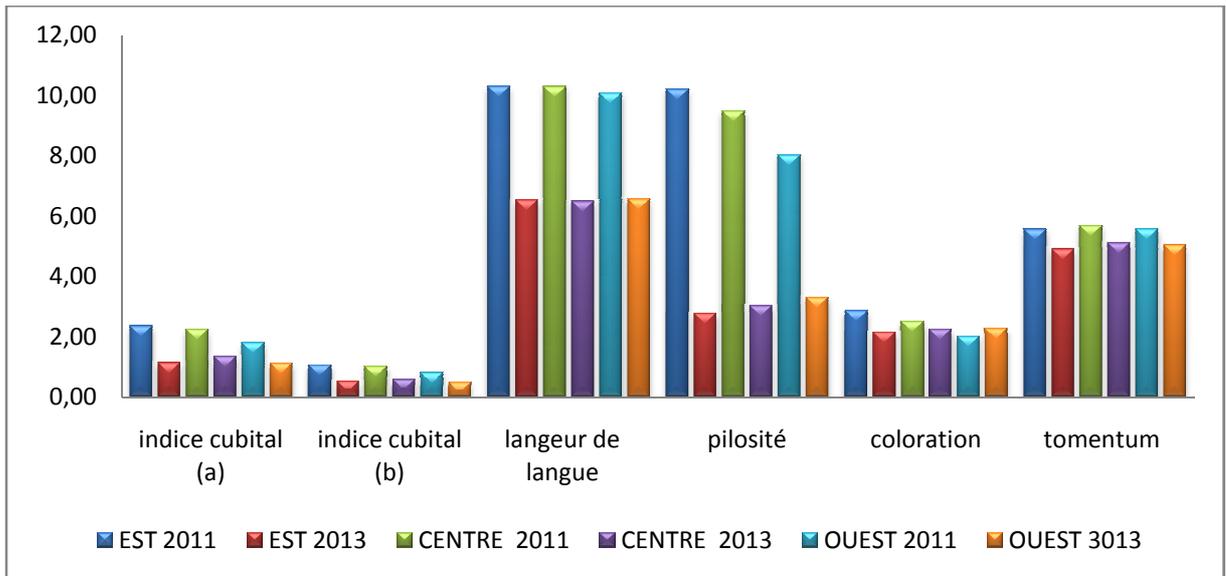
**1.3.1. Analyse descriptive des moyennes des caractères par zone durant la période 2011.2013**

Les moyennes globales des caractères morphologiques étudiés pour les trois régions du nord de l'Algérie entre les deux années d'étude 2011 et 2013 sont illustrées dans le tableau (9) et la figure. (20) : les moyennes des caractères ont diminué en 2013 tandis que le caractère coloration pour la région de l'ouest a augmenté près (2,03 à 2,3µm).

En outre, les variations des moyennes entre les régions étudiées en 2011 étaient plus grandes que celles étudiées en 2013. Une différence trop significative pour les caractères (la longueur de la langue et la pilosité) où les valeurs des moyennes extrêmes de ces derniers sont enregistrées en 2011. Ces résultats peuvent être attribués aux travaux apicoles comme l'introduction des nouvelles reines et l'élevage de reine selon Sanford (1992) qui a mentionné que les méthodes d'élevage et d'introduction des reines doivent être réexaminées.

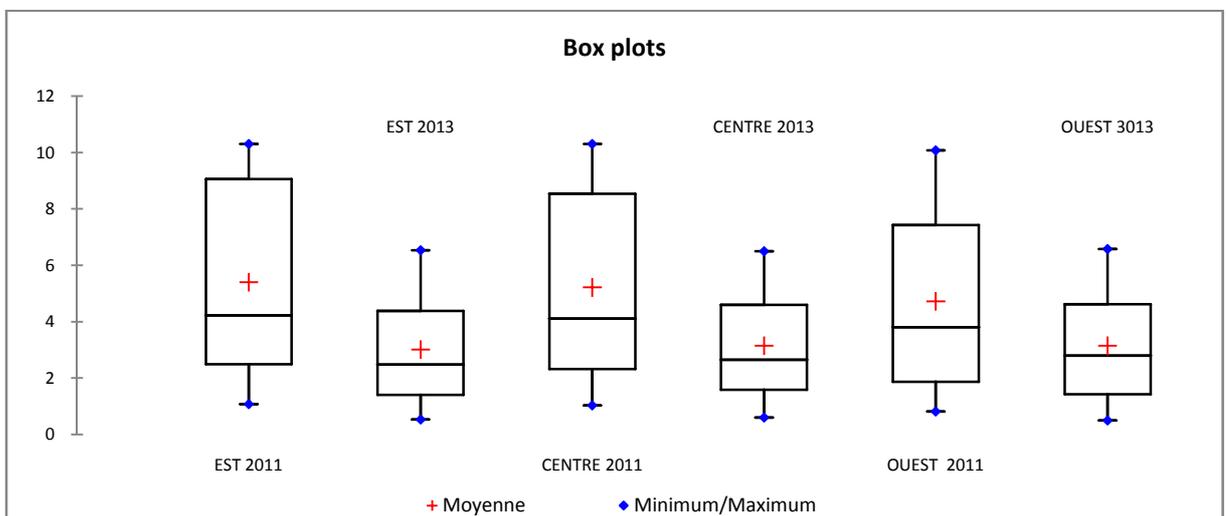
**Tableau 9 :** Valeurs des moyennes globales des trois régions de nord de l'Algérie durant les deux années 2011-2013 en (µm)

Caractères	EST		CENTRE		OUEST		Zone avec la valeur moyenne la plus élevée
	2011	2013	2011	2013	2011	2013	
<b>index cubital (a)</b>	2,36	1,15	2,26	1,36	1,81	1,13	EST
<b>index cubital (b)</b>	1,08	0,53	1,03	0,6	0,82	0,5	EST
<b>langueur de langue</b>	10,3	6,54	10,3	6,5	10,08	6,58	EST, CENTRE
<b>pilosité</b>	10,22	2,79	9,49	3,04	8,04	3,31	EST
<b>coloration</b>	2,87	2,16	2,52	2,26	2,03	2,29	EST
<b>tomentum</b>	5,57	4,92	5,69	5,12	5,58	5,05	CENTRE



**Figure20 :** Valeurs des moyennes globales des trois régions de nord de l’Algérie durant les deux années 2011-2013 en (µm)

La figure 21 montre la comparaison des régions qui indique nettement que les mensurations des caractères morphométriques obtenues en 2011 est nettement différent de celles obtenues en 2013, ou on a enregistré les valeurs moyennes les plus élevées en 2011 dans les trois régions de nord de l’Algérie. D’après cette figure, les colonies d’abeilles obtenues en 2013 sont mieux homogènes que celles obtenues en 2011.

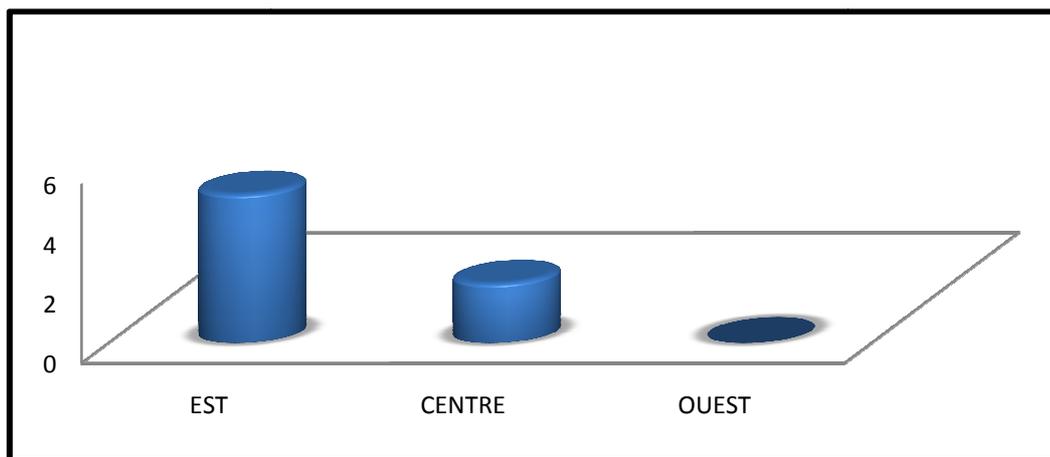


**Figure21 :** comparaison entre les zones d’études durant les années 2011 et 2013

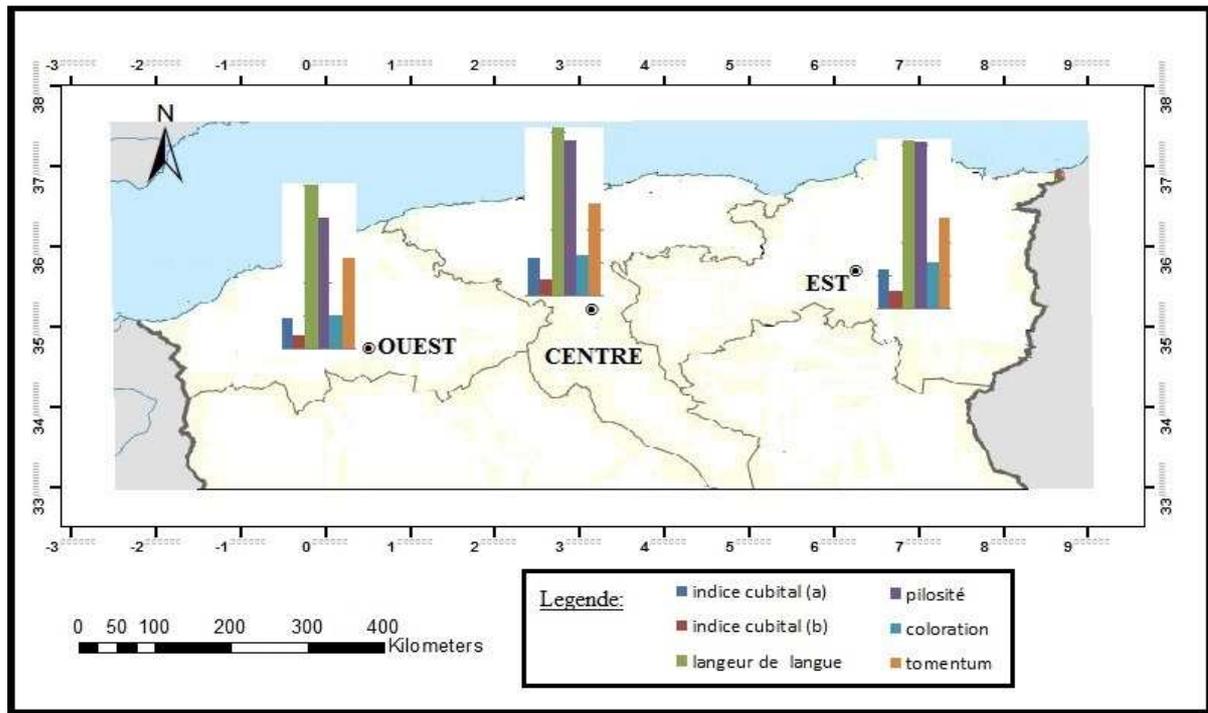
En analysant les caractères morphologiques des échantillons d’abeille tellienne provenant de différentes régions de nord de l’Algérie, nos résultats montrent une grande variabilité entre les abeilles rassemblées de différents endroits. Ceci probablement reflète le mélange des abeilles de différentes régions, résultant du transport des colonies pendant les miellées des

agrumes ou pendant la période des autres floraisons et aussi par l'introduction des reines étrangères. Quand ce dernier et la transhumance deviennent plus communs, des différences entre les races domestiques et écotypes sont de plus en plus obscurcis. En d'autres termes, la migration en apiculture, pratiquée particulièrement dans des vergers de citron situés dans beaucoup de secteurs de nord de l'Algérie, a pu faire les patrimoines héréditaires des populations de l'abeille tellienne homogénéisée et les variations génétiques peuvent être perdues.

Comme il est indiqué dans le tableau (9) et les figures (22.23), les abeilles ouvrières obtenues à partir de la zone de l'Est ont enregistré les valeurs des moyennes les plus élevées des 5 caractères : la longueur de langue (10 mm), l'index cubital (a) (2,3 $\mu$ m), l'index cubital (b)(1,08 $\mu$ m), coloration (2,8 $\mu$ m)et pilosité (10 $\mu$ m). En outre, les échantillons de la zone de la zone centre ont des valeurs moyennes les plus élevées pour la longueur de langue (10 $\mu$ m) et le tomentum (5,6 $\mu$ m).quant aux abeilles obtenues à partir de la zone de l'Ouest, elles n'ont enregistré aucune valeur moyenne plus élevée pour tous les caractères étudiés.



**Figure 22 :**Le nombre des valeurs moyennes les plus élevées pour chaque zone pour les deux années d'étude.



**Figure 23 :** représentation cartographique des valeurs des caractères morphométriques obtenues en 2011 et 2013 par zone d'étude

### 1.3.2. Analyse en composante principale ACP

L'analyse en composante principale (ACP) des valeurs globales des mensurations des caractères morphométriques pour chaque zone a permis de séparer les échantillons en 3 groupes distincts. L'interprétation graphique des résultats de l'ACP est réalisée principalement en fonction du plan 1-2. Ce dernier fournit le maximum d'information avec 99,01% de contribution à la variation totale (87,4% pour l'axe 1 et 11% pour l'axe 2).

Le tableau 10 présente les valeurs propres de la matrice de corrélation, les variabilités et les pourcentages cumulés de la variance expliquée par chacune des facteurs pour l'ensemble des données de la matrice.

Le premier facteur ou la première composante principale (F1) prend en compte 87,5 % de la variabilité. C'est la plus importante puisque les autres valeurs sont plus faiblement notées (tab 10)

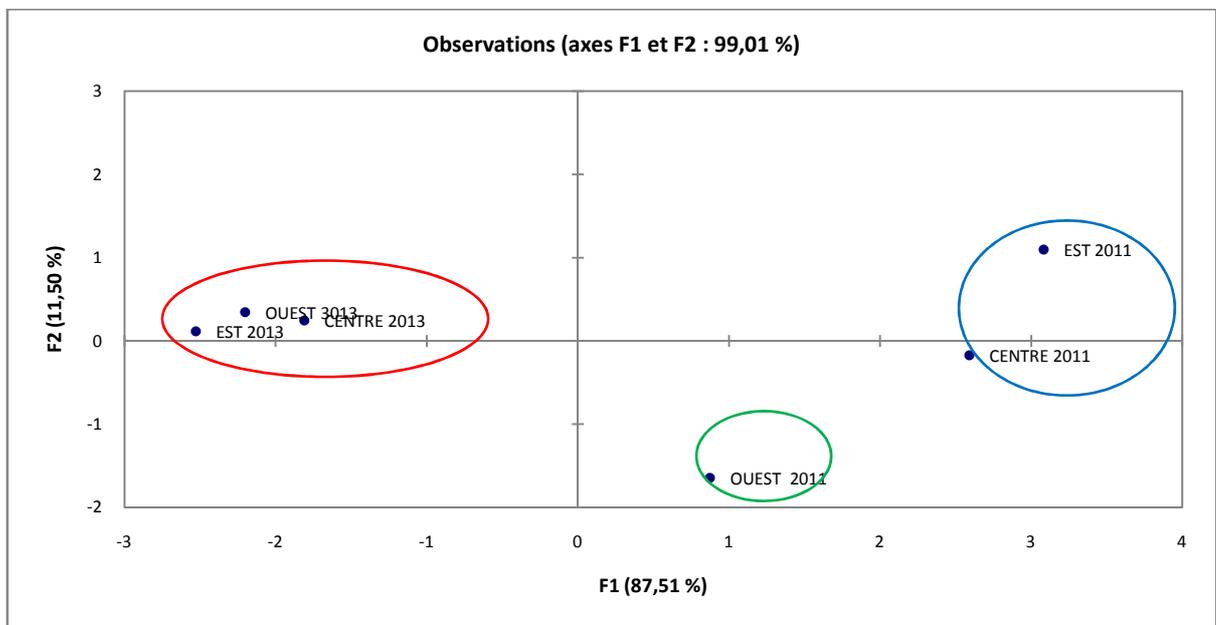
**Tableau10** : valeurs propres et variabilité des six facteurs

Valeurs propres :

	F1	F2	F3	F4	F5
Valeur propre	5,251	0,690	0,036	0,023	0,000
Variabilité (%)	87,509	11,500	0,599	0,387	0,004
% cumulé	87,509	99,010	99,609	99,996	100,000

La figure 24 représente la projection des points moyens des caractères sur le premier plan d'une ACP. Il est à constater une nette différenciation en 3 groupes distincts.

Un premier groupe rassemble les colonies d'abeilles des zones Est, Ouest et Centre en 2013. Un second groupe comprend les colonies d'abeilles de la zone Ouest en 2011. Enfin le troisième groupe est représenté par les abeilles provenant de la zone de l'Est et du Centre en 2011.



**Figure 24** : projection des points moyens des colonies d'abeilles selon la zone et l'année d'étude sur le premier plan factoriel d'une analyse en composante principale

**1.3.3. Analyse des corrélations entre les trois zones d'études**

L'étude de la corrélation entre les trois zones d'étude en 2011 et 2013 montre qu'il y avait une relation linéaire:

Positive statistiquement significative entre les trois régions pour la même année 2011 et 2013 où les six paramètres évoluaient de la même façon pour chaque année ( $r= 0,99$ ,  $r= 0,98$ ,  $p= 0,01$ ) pour 2011 et ( $r= 0,99$ ,  $r= 0,99$ ,  $p= 0,01$ ) pour 2013 (tableau 10 et figure 20) ;

Positive statistiquement significative ( $r= 0,85$ ,  $r=0,83$ ,  $r=86$ ,  $p= 0,01$ ), entre la région de l'Est 2013 et l'Ouest 2011, la région Centre 2011 et l'Ouest 2013 et la région de Centre2013 et l'Ouest 2011 respectivement.

Positive statistiquement non significative au sein de même région entre les deux années d'étude ( $r= 0,75$ ,  $p= 0,01$ ) entre l'Est 2011 et l'Est 2013.

Il est à remarquer que la relation entre les trois régions est plus forte en cas de la même année, mais d'une année à une autre la corrélation diminue sauf pour quelques zones où la relation est fortement corrélée malgré la différence de l'année (Est 2013 et Ouest 2011) cela signifie que l'année et la région d'étude influencent la relation entre les caractères morphométriques pour chaque zone.

**Tableau11** : matrice de corrélation entre les zones d'étude en 2011 et 2013

Matrice de corrélation (Pearson) :

Variables	EST 2011	EST 2013	CENTRE 2011	CENTRE 2013	OUEST 2011	OUEST 3013
EST 2011	<b>1</b>	0,755	<b>0,997</b>	0,765	<b>0,982</b>	0,800
EST 2013	0,755	<b>1</b>	0,794	<b>0,999</b>	<b>0,855</b>	<b>0,996</b>
CENTRE 2011	<b>0,997</b>	0,794	<b>1</b>	0,803	<b>0,993</b>	<b>0,834</b>
CENTRE 2013	0,765	<b>0,999</b>	0,803	<b>1</b>	<b>0,861</b>	<b>0,998</b>
OUEST 2011	<b>0,982</b>	<b>0,855</b>	<b>0,993</b>	<b>0,861</b>	<b>1</b>	<b>0,886</b>
OUEST 3013	0,800	<b>0,996</b>	<b>0,834</b>	<b>0,998</b>	<b>0,886</b>	<b>1</b>

*Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification  $\alpha=0,05$*

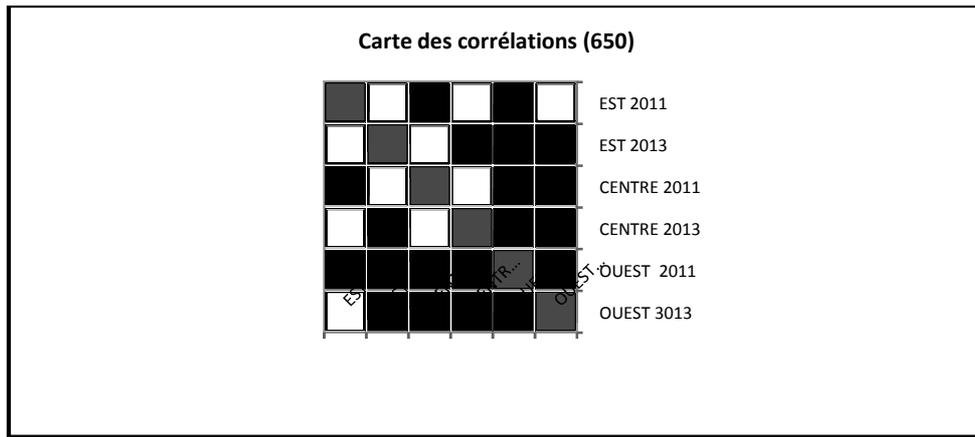


Figure 25 : carte des corrélations des zones d'étude

#### 1.4. Comparaison entre la race d'abeille locale *apis mellifera intermissa* et autres races

Le tableau ci-dessous présente une synthèse des résultats de biométrie de l'abeille

Tableau 12 : Analyses biométriques issues du fichier de la station d'Apiculture expérimentale (CORNUET, FRESNAYE, TASSENCOURT 1975).

Population	couleur	pilosité	tomentum	langue	A	B	Index cubital A/B
<i>Apis mellifica mellifica</i>	0,27	0,46	0,75	6,28	0,516	0,290	1,78
<i>Apis mellifica caucásica</i>	0,30	0,29	0,97	7,08	0,536	0,275	1,97
<i>Apis mellifica cárnica</i>	0,18	0,28	0,89	6,60	0,608	0,233	2,58
<i>Apis mellifica ligustica</i>	1,77	0,30	0,85	6,54	0,572	0,254	2,24
<i>Apis mellifica intermissa</i>	<u>0,19</u>	<u>0,20</u>	<u>0,66</u>	<u>6,38</u>	<u>0,544</u>	<u>0,236</u>	<u>2,27</u>
<i>Apis mellifica syriaca</i>	1,59	0,16	0,83	6,44	0,559	0,229	2,44
<i>Apis mellifica lamarckii</i>	1,53	0,18	0,97	5,82	0,499	0,234	2,26
<i>Apis mellifica sahariensis</i>	1,53	0,20	0,53	5,91	0,536	0,271	2,01
<i>Apis mellifica intermissa (notre étude)</i>	<u>0,24</u>	<u>0,27</u>	<u>0,65</u>	<u>6,7</u>	<u>1,196</u>	<u>0,520</u>	<u>2,3</u>

Ces moyennes montrent une variabilité entre les races. Les variations des mesures biométriques sont plus importantes au sein des études de chaque auteur qu'entre les moyennes obtenues par ceux-ci. Ces légères différences peuvent d'ailleurs être en partie imputées aux méthodes de travail et aux utilisateurs. La variabilité dans chaque groupe étudié est suffisamment importante pour rendre impossible la discrimination entre des colonies appartenant à l'un ou l'autre de ces groupes.

Nos moyennes des mesures biométriques de notre abeille locale ont présenté localement de légères variantes à caractère régional qui pourraient être en corrélation avec l'adaptation, au climat et à la flore. Cependant il s'agirait de variations de faible amplitude, seulement significatives sur les moyennes et la possibilité de détection de colonies appartenant à ces diverses espèces est encore plus improbable que dans le cas de colonies venant de différents

pays. En outre, nous assistons depuis de nombreuses années à un brassage des abeilles de diverses régions de l'Algérie dû à la transhumance des ruches. Les multiples origines des colonies de notre expérimentation nous permettent en conséquence de considérer notre cheptel comme représentatif de l'aspect morphologique de l'abeille tellienne au nord de l'Algérie.

L'étude d'analyses biométriques de colonies de races pures, d'hybrides, la comparaison avec les travaux antérieurs, démontrent qu'il est parfois extrêmement difficile de formuler un diagnostic sûr et précis. Dans certains cas on ne pourra lever le doute sur une hybridation possible. Pour chacun des caractères morphologiques la variation naturelle et environnementale est importante, les mesures possibles pour chaque race se confondent avec celles d'une ou plusieurs autres races. Les risques d'hybridation apparaissent, ainsi que nous l'avons montré, dès que l'on s'écarte de la moyenne définie pour un caractère.

Ces considérations démontrent aussi la nécessité absolue de la pluralité et de la diversité des mesures dans les analyses biométriques.

## DISCUSSION

La morphométrie est le moyen le plus fiable pour décrire la diversité des abeilles (Fresnaye, 1981). Sur l'ensemble des caractères utilisés en biométrie de l'abeille, notre choix de cinq caractères s'avère bon dans cette analyse puisque, dans les populations étudiées, ils apportent des informations statistiquement indépendantes (les matrices de corrélations intra et inter facteurs d'une part, et qu'ils ont été suffisants pour distinguer les trois groupes des régions de nord de l'Algérie de l'abeille tellienne, d'autre part.

Tout en soulignant que les résultats obtenus et repris précédemment sont conditionnés par les modes de prise d'échantillons et par les zones choisies, l'étude menée sur l'abeille locale de nord de l'Algérie ont donné une réponse positive et suffisamment représentative.

Ces résultats ont montré que les abeilles étudiées se répartissent dans trois groupes assez distincts, de par les caractéristiques morphologiques. L'un des groupes est constitué d'une grande partie de toute la population des abeilles vivant dans les ruchers installés dans les six sites d'étude au centre de l'Algérie. Ces abeilles étaient de valeurs moyennes. Les deux autres groupes sont représentés par des abeilles de valeurs plus petites ou plus grandes, donc à caractéristiques morphométriques extrêmes. Cependant, ces valeurs moyennes d'un seul caractère morphométriques de l'abeille, bien qu'étant un caractère important (Garnery, 1998 ; Toullec, 2008), ne peut être considérée comme un indicateur lié à la détermination de la sous-espèce d'abeille. En effet, la taille de l'abeille, la longueur de la langue des abeilles et autres caractères morphométriques peuvent varier en fonction de l'environnement et d'autres facteurs abiotiques (Fresnaye, 1981 ; Garnery, 1998 ; Toullec, 2008).

Les premières analyses statistiques durant les années 2011 et 2013 (Tab 3.9) montrent que tous les caractères examinés comportent une efficacité différente dans la différenciation des zones. Aucun n'a une valeur déterminante dans la définition des populations. Les populations ne peuvent apparaître suffisamment caractérisées et distinctes qu'en menant les analyses en composante principale et les analyses des corrélations sur les différentes combinaisons de caractères qui complètent les résultats des analyses préliminaires.

Pour toutes les analyses obtenues en 2011 un résultat commun est la séparation nette des échantillons d'abeille locale pris au Centre et l'Est de pays et les échantillons pris à l'Ouest (fig.12), ce qui confirme la présence d'un effet des facteurs biologiques, écologiques et sociaux sur les caractères biométriques de la race locale dans ces zones. Les échantillons de la

zone de l'Est se situent en général assez près des échantillons de Centre et cette similitude n'est pas étonnante, compte tenu du fait que ces deux zones sont proches et que les barrières naturelles sont faibles (1982). Une interprétation différente peut être fournie pour la position centrale de la population locale des trois zones d'études pour les analyses obtenues en 2013 (Fig.15).

Les mesures concernant la longueur de la langue, la largeur du tomentum sur le quatrième tergite abdominal, la largeur de la zone velue sur le cinquième tergite abdominal, la coloration et l'index cubital sont les plus importantes dans la détermination des sous-espèces. Cependant, la mesure de l'index cubital est considérée comme un indicateur le plus précis, et qui est spécifique à chaque race ou écotype d'abeille (Fresnaye, 1965 ; Ruttner, 1987).

Les longueurs de la trompe des abeilles obtenues au cours de notre étude variant entre  $9,4 \pm 9,1$  mm et  $10,4 \pm 1,4$  mm en 2011 et  $6,3 \pm 3,2$  mm et  $6,7 \pm 6,1$  mm en 2013, sont significativement ( $P < 0,05$ ) supérieures aux valeurs obtenues par Cornuet et al. (1975), Fresnaye (1981) et Toullec (2008), chez les sous-espèces *Apis mellifera mellifera* dont les longueurs de trompe varient de 6,00 à 6,50 mm, supérieures ou égales à la longueur de la trompe chez *Apis mellifera ligustica* (6,50 mm), chez *Apis mellifera carnica* (6,60 mm) et chez *Apis mellifera caucasia* les valeurs obtenues en 2011 sont significativement supérieures à la valeur moyenne de *Apis mellifera caucasia* qui est de (7,00 mm) , compte aux valeurs obtenues en 2013 sont inférieures .

Les valeurs obtenues lors de notre étude sont donc significativement supérieures aux mesures enregistrées sur les différentes sous-espèces préalablement étudiées. Elles corroborent les observations de Ruttner (1976) et Cornuet et al (1975) qui indiquent que la trompe d'*Apis mellifera intermissa* d'origine marocaine est égale à 6,38 mm, alors que Cornuet et al (1988) notent dans le Nord-Ouest de l'Atlas de Maroc une mesure moyenne de 6,7mm. En Tunisie Grissa et al(1990) font état d'une mensuration égale à 6,5 mm. des différences raciale sont évoquées par plusieurs auteurs. Paraiso et al (2011), rapportent des valeurs très basses de la longueur de la langue des abeilles africaines de la race *Apis mellifera adonsonii* qui varient entre 2,67 mm et 3,07 mm est plus courte que celle des autres races étudiées. Ces valeurs sont néanmoins inférieures à celles obtenues au Sud-Bénin par Amakpe (2010), et qui variaient entre 4,34 mm et 5,13 mm. Dans le sud du Tchad, Gadbin et al (1979) notent une valeur de 5,45 mm Ces différents résultats montrent une diversité entre les populations d'abeille présentes dans les régions étudiées.

Si on compare la longueur de la langue entre 2011 et 2013, il apparaît qu'elle décroît progressivement passe par un maximum voisin de 10 mm en 2011 à 6mm en 2013. Les résultats ont montré aussi que la longueur de la langue au nord - Est du l'Algérie diminue progressivement en parcourant le nord de pays. Pour expliquer cette variation annuelle et graduelle de la longueur de la langue, selon (Cornuet et al, 1988) il semble difficile d'invoquer une pression de sélection et de disponibilité de la flore visitée par les abeilles. En effet, cela conduirait à admettre l'existence d'un gradient parallèle de la profondeur moyenne des corolles des espèces mellifères. L'hypothèse, avancée par Ruttner (1988), nous paraît plus vraisemblable. Elle consiste à admettre que des règles écologiques (comme l'adaptation au climat et écosystème) peuvent influencer sur la morphométrie de l'abeille. Ces règles stipulent que la longueur de la langue des abeilles dans écosystème riche en flore mellifère tend à être plus grande que celle de la même race d'abeille vivant dans des écosystèmes dépourvus de flore mellifère.

Ces résultats peuvent être attribués aux variations de l'environnement des zones étudiées. Plusieurs travaux sur les caractères morphologiques d'*Apis mellifera* ont prouvé qu'il y a une forte influence d'environnement dans la morphologie d'abeille (Eischen *et al*, 1982, Milne, Leviers, 1984 et Milne *et al*, 1986). Ces résultats sont en accord avec les résultats de Marghitas *et al.*(2008), qui a déclaré que la longueur de la langue a été considérée un caractère très important parce qu'elle montre une variabilité géographique plus précise que tous les autres caractères. Morimoto (1968) a mentionné que la longueur de langue est un caractère important aussi, montrant une variabilité géographique plus élevée dont la quantité de nectar recueillie dépend. En outre, Souza *et al.*(2002) ont déclaré que les variations entre les longueurs de la langue peuvent être importantes dans l'exploitation des ressources environnementales.

Selon Ruttner (1968), c'est surtout la coloration qui différencie les abeilles *Apis mellifera intermissa* des abeilles sahariennes. La coloration est un caractère qui accuse les différences dans les analyses discriminantes en raison de sa répartition bimodale dans les populations naturelles, c'est pourquoi il existe cette différenciation nette entre *Apis mellifera intermissa* et abeilles sahariennes.

Les abeilles pures peuvent être distinguées sur la base de leur coloration. la présence d'abeilles avec une large bande jaune sur le 2<sup>ème</sup> tergite et d'abeilles avec une bande tout à fait sombre nous permet d'exprimer l'hypothèse de l'hybridation, qui pourrait avoir concerné les

zones entières, du fait que les abeilles noires sont présentées dans la tonalité colonies échantillonnées. On sait que le caractère coloration a sa base génétique avec une expression de type additif (Roberts, 1951). Comme les abeilles les moins sombres sont négligeables dans les différentes ruches, on peut présumer une faible disjonction des gènes des races étrangères dans la population locale examinée.

Concernant la largeur du tomentum, les valeurs minimales 0,5 mm et maximales 0,6 mm obtenues au cours de notre étude chez les abeilles étudiées en 2011 au nord de l'Algérie et de 0,4 mm à 0,5 mm chez les abeilles étudiées en 2013, sont inférieures avec les valeurs 0,60-0,80 mm observées chez *Apis mellifera mellifica*, 0,80-1,00 mm chez *Apis mellifera carnica*, 0,80-1,00 mm chez *A. mellifera ligustica* et 0,80-1,20 mm observées chez *Apis mellifera caucasica* (Fresnaye, 1981 ; Ruttner, 1987 ; Leclercq, 2006). Elles sont inférieures aussi dans une large mesure celles d'Amakpé (2010), qui indiquent des valeurs de largeur du tomentum variant entre  $1,07 \pm 0,27$  mm à  $1,23 \pm 0,023$  mm au cours de l'étude des populations d'abeilles du Sud-Bénin.

Les mesures de la largeur de la partie glabre des abeilles montrent clairement que la largeur du tomentum est beaucoup plus grande que celle de la partie glabre. Quant à la mesure de la zone velue du 5ème tergite en 2013, toutes nos valeurs sont inférieures à celles obtenues chez les sous-espèces *Apis mellifera mellifica*, *Apis mellifera carnica*, *Apis mellifera ligustica* et *Apis mellifera caucasica* (Fresnaye, 1981. Ruttner, 1987 .Leclercq, 2006). Elle est très courte, en moyenne 0,2mm. Elle est voisine de celle d'*Apis mellifera lamarkii*, *Apis mellifera sahariensis* et *Apis mellifera syriaca* des études antérieures ou des autres races de l'Afrique tropicale étudiées par Ruttner (1975). Cependant un autre résultat remarquable de notre étude est l'augmentation des valeurs d'une année à l'autre avec des moyennes plus élevées en 2011 qui on pourrait interpréter comme indication d'introgression à première vue. Toutefois, malgré, ceci ne peut pas être clairement attribué à un effet d'importation d'abeille en Algérie. En revanche, Cet allongement progressif, également décrit par Ruttner (1988), peut s'interpréter comme une adaptation à la baisse progressive des températures. Cette croissance de la longueur de la langue, associée à la croissance de la pilosité, explique l'influence des facteurs climatiques sur les caractères morphométriques de notre abeille tellienne.

L'index cubital montre la pureté de la race et en l'employant l'influence des autres races peuvent être déterminées. Il représente le rapport de A et de B de la troisième cellule cubital sur l'aile des abeilles ouvrières. Les valeurs moyennes des index cubitaux des abeilles des ruchers de l'ensemble des sites étudiés sont inférieures à 2,30 en 2011 et 2013. Toutefois, l'index cubital des abeilles de l'espèce *Apis mellifera mellifera* se situe entre 1,70 et 2,10, et une colonie avec un index cubital supérieur à 2,30 peut être considérée comme une colonie appartenant à une autre sous-espèce ou encore à une colonie hybride ou en voie d'hybridation (Fresnaye, 1981 ; Ruttner, 1987 ; Leclercq, 2006 ; Toullec, (2008). La comparaison des valeurs moyennes des index cubitaux des abeilles des ruchers des trois régions étudiées au nord de l'Algérie durant la même année d'étude n'a pas montré de différence significative ( $P > 0,05$ ). Cependant, les valeurs moyennes des index cubitaux des abeilles des ruchers des régions étudiées entre les deux années d'étude 2011 et 2013 sont significativement différentes ( $P > 0,05$ ).

De même, la comparaison des valeurs des sites étudiés au nord de l'Algérie montre des différences significatives entre trois régions distinctes, bien que l'index cubital des abeilles de la région de l'Est soit plus élevé que celui obtenu dans les régions de centre et l'Ouest. Notre étude a montré une très faible hétérogénéité des populations dans toutes les localités étudiées. Une proportion moins élevée d'abeilles à index cubital supérieur à 2,30. L'index cubital constitue le meilleur caractère pour l'étude de l'abeille locale et des colonies croisées.

Cependant, nos échantillons ont révélé que la plupart des abeilles étudiées avaient un index cubital inférieure à 2.30, preuve de **l'homogénéité de nos populations**. Malgré cette homogénéité apparente dans les caractères, il existe cependant une très grande disparité dans les caractères morphométriques des populations d'abeilles étudiées entre 2011 et 2013, suggérant qu'il existerait bien des facteurs biologiques, écologiques et sociaux qui peuvent influencer l'évolution génétique de cette race d'abeille.

Cette étude confirme la diversité des abeilles présentes dans les localités d'étude et l'existence de très probables croisements entre colonies. Des études plus approfondies en génétique moléculaire permettront certainement d'éclaircir cette zone d'ombre. De telles études permettront d'élucider l'existence d'hybridation ou confirmer la présence d'espèces d'abeilles autres qu'*Apis mellifera intermissa*. Aussi, des études morphologiques dans les différentes zones écologiques du sud de pays doivent être entreprises afin d'établir la carte de distribution géographique des différents écotypes d'abeilles mellifères. Mieux, la caractérisation des abeilles mellifères à partir des marqueurs moléculaires, en particulier

l'utilisation de l'ADN mitochondrial et des séquences microsatellites, vont permettre d'approfondir la connaissance de la diversité chez l'abeille au nord de l'Algérie. Un tel programme de recherche cadre bien avec celui de la sauvegarde de cet important pollinisateur que constitue l'abeille.

*Conclusion*  
*Générale*

## CONCLUSION GÉNÉRALE

Pour caractériser morphologiquement la race locale *Apis mellifera intermissa*, nous avons prélevé des échantillons répartis sur l'ensemble de territoire nord de l'Algérie. Cela nous a vraisemblablement donné une image plus représentative de la biométrie de l'abeille tellienne. Des résultats des statistiques descriptives pour chaque caractère individuel entre les ruchers ont conclu qu'il y a de grande variabilité des échantillons d'abeilles examinés provenant des trois zones du nord de pays. On a observé la plus basse variabilité dans l'index cubital et tomentum, la variabilité la plus élevée a été déterminée dans la pilosité et longueur de langue. Cette différenciation, certes incomplète, apparaît nettement sur le plan discriminant F1F2 (figure 6), puisqu'une droite de ce plan permet de classer sans erreur près de 78 % (52 sur 26) des colonies.

Les valeurs des paramètres morphométriques de notre abeille locale corroborent avec les valeurs des paramètres morphométriques de l'abeille *Apis mellifera intermissa* du Maghreb. La comparaison entre ces pays montre que la variabilité des colonies algériennes est inférieure à la variabilité de la race dans son ensemble. Les données de Ruttner (1988) concernant cette race l'incitent à penser qu'une différenciation a pu s'établir entre les populations des 3 pays maghrébins. Les résultats présentés vont dans le sens de cette hypothèse.

Les multiples introductions d'abeilles étrangères ne semblent pas avoir marqué d'une manière sensible la race locale. Plusieurs facteurs ont sans doute contribué à atténuer l'impact de ces introductions et à maintenir l'homogénéité de la race. D'une part, les races importées ne sont pas adaptées aux conditions climatiques particulières de l'Algérie (en particulier aux grandes chaleurs estivales). D'autre part, en raison de sa grande prolificité et de sa tendance exceptionnelle à l'essaimage, qui contribue à maintenir une homogénéité morphologique sur des distances importantes Gadbin et al, (1979). Enfin, une transhumance importante affecte la plupart des zones échantillonnées et contribue, par le brassage de gènes qu'elle provoque, à l'homogénéisation génétique des populations concernées.

L'autre cause possible de cette différenciation est de nature génétique : les populations diffèrent dans certaines fréquences géniques. Ceci implique un isolement génétique partiel permettant à la sélection et à la dérive d'opérer des évolutions génétiques divergentes. Toutefois, cette divergence reste à un niveau assez bas dans la mesure où les pressions de

sélection doivent être assez voisines et où surtout les échanges de gènes ne sont pas totalement empêchés.

Pour étayer cette hypothèse de différence génétique entre ces populations, il conviendrait d'utiliser des méthodes permettant de connaître de façon non ambiguë le génotype des abeilles échantillonnées. Cela est notamment possible par électrophorèse enzymatique. Cette technique a été déjà employée chez l'abeille (Mestriner, 1969, Bruckner 1974, Sylvester 1976) et a permis l'étude génétique d'une population insulaire Cornuet et Torregrossa (1977).

En conclusion, L'utilisation des analyses morphométriques qui distinguent entre les écotypes est utile mais limitée. L'effet de l'environnement fait que les analyses à base génétique sont plus importantes et plus fiables. Hepburn (2000) a considéré cela dans un sens biologique, l'analyse morphométriques a pu être influencée par des adaptations écologiques, comportementales et secteurs géographiques. Ces paramètres sont considérés dans le programme génétique d'abeille et dans ce sens cette technique est utile.

Cependant, la conservation de races pures permet de bénéficier de l'effet d'hétérosis (individu hétérozygote) par simple croisement. L'élevage en race n'entraîne pas forcément une meilleure conservation de la biodiversité génétique par rapport aux croisements qui sont des réarrangements de gènes préexistants. L'élevage en race pure favorise la biodiversité s'il permet la conservation des certains allèles dans un contexte donné (exemple : caractère d'essaimage, agressivité, tenue au cadre). Il s'agit dans ce cas de créer une « banque d'allèles rares » qui seront peut être nécessaires dans le futur.

### **Avant qu'il ne soit trop tard...**

Quelles que soit les applications envisagées (mise en place de conservatoire, gestion du cheptel au niveau local ou national, analyse de la consanguinité), des études d'impact sont nécessaires afin de mieux caractériser le niveau de variabilité des abeilles locales et de préserver la diversité génétique avant qu'il ne soit trop tard, et que les abeilles de la lignée ouest-méditerranéenne n'aient plus les ressources génétiques suffisantes pour assurer durablement leur maintien.

*Références*

*Bibliographiques*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **ADL, M.B.F, H.V.GENCER; C.FIRATIL AND R.BAHREINI, 2007.** Morphometric characterization of Iranian *Apis mellifera meda*, Central Anatolian *Apis mellifera anatoliaca* and Caucasian *Apis mellifera caucasica* honeybee populations. *J.Apic.Res. and Bee World* 464. 225-231.
2. **AKYOL, E, N. SAHINLER AND D. OZKOK, 2006.** Honeybee *Apis mellifera* Races, ecotypes and their general characteristics in Turkey. *J.Animal and Veterinary Advanes*, 5 9. 771-774.
3. **AL-BURAKI, M. AND A. AL-BURAKI, 2008.** Morphometrical study on Syrian honey bee *Apis mellifera syriaca*. *Emir. J. Food Agric.* 20 1. 89-93.
4. **ALEXANDER RD 1991.** Phylogenetic analysis of the genus *Apis* Hymenopt. *Annals of the Entomological Society of America*, **84**, 137-149.
5. **ALY, F.K, H.M. ESHBAH AND M.A. MAKADEY, 1989.** Studies on the proboscis and corbiculae measurements of three races of honeybee in relation to honey and pollen production in middle Egypt. *Proc, 4 th Int. Conf. Apic. In tropic climate, Cairo , Egypt 6-10 Nov. London, UK ; I.B.R.A. ; 392 -396.*
6. **AMAKPE F. 2010.** The Biodiversity of the Honey Bees *Apis Mellifera Adansonii* in the District of Djidja, Republic of Benin. *The International Journal of Environmental, Cultural, Economic and Social Sustainability*, **6**. 90-104.
7. **ANDEREB, C, C. GARC YA; C. MARINELLIA; R.CEPEDAA; E.M. RODRYGUEZB AND A. PALACIOC , 2008.** Morphometric variables of honeybees *Apis mellifera* used in ecotypes Characterization in Argentina. *Ecological Modelling*. 214. 53-58.
8. **ARIAS, M.C, T. E. RINDERER AND W.S. SHEPPARD , 2006.** Further characterization of honey bees from the Iberian peninsula by allozyme, morphometric and mtDNA
9. **ATALLAH, M.A, F.K. ALY AND H.M. ESHBAH , 1988.** Comparative morphometrical investigations of the Egyptian, Carniolan and Italian Honeybee races in Minia region Proceedings of the Fourth International Conference on Apiculture in Tropical climates, Cairo, Egypt, 16-10 November. *International Bee Research Association, London, Uk.* 397-400.
10. **BALDENSPERGER Ph. J, 1924.** L'apiculture méditerranéenne.
11. **BAYLAC, M, L. GARNERY; A. RORTAIS; G. ARNOLD; T. DOUC AND M. LAMOTTE, 2006.** Combining features extraction, Geometric Morphometrics and pattern recognition for the determination of beeworkers origin. *Proceedings of the th SICAMM Conference. P. 13.*

12. **BIENEFELD, K. 1991.** The Effects of Inbreeding on the Honeybee, a lecture given at the Breeding Symposium of the Bavarian Beekeepers Association on 23/2/91.
13. **BROTHERS, D. J. 1998.** "Phylogeny and evolution of wasps, ants and bees Hymenoptera, Chrysidoidea, Vespoidea and Apoidea." *Zoologica Scripta* 28. 233-249.
14. **BRUCKNER D, 1974.** Reduction of biochemical polymorphisms in Honeybees *Apis mellifica*. *Experientia*, 30 6, 618-619.
15. **BUCHLER, R. 1992.** Population dynamics of honeybee colonies with regard to *varroa jacobsoni* infestation level. *Apidologie*, 23 4. 377-379.
16. **BUCO, S.M, T.E. RINDERER; H.A. SYLVESTER; A.M. COLLINS; V.A. LANCASTER AND R.M.CREWE ,1987.** Morphometric differences between South American Africanized and South African *Apis mellifera scutellata* honey bees. *Apidologie*, 18.217222.
17. **BUTTEL-REEPEN, 1906.** *Apistica*. Beitrdge zur Systematik, Biologie sowie zur geschichtlichen und geographischen Verbreituiig der Honigbiene *Apis mellifica* L, ihrer Varieliiteii und der übrigen *Apis*-Arten. Berlin.
18. **CAKMAK, I, S.FUCHS; P. NENTCHEV AND M.MEIXNER ,2006.** Morphometric analysis of Honeybees in northern Turkey. *Second European Conference of Apidology, Prague 10th - 14th September, 60 -61.*
19. **CHLEBO, R. AND M. KOPERNICKY 2004.** Queen breeding programme in Slovakia . *First European Conference of Apidology. Udine 19-23 September, 34.*
20. **CLARKE, G.M. AND OLDROYD, B.P. 1996.** The genetic balance of developmental stability in *Apis mellifera*. II. Relationships between character size, asymmetry and single-locus heterozygosity. *Genetica*, 972. 211–224.
21. **CORNUET J. M. 1982** Représentation graphique de populations multinormales par des ellipses de confiance. *Apidologie* 13, 15-20
22. **CORNUET J. M, DAOUDI A, MOHSSINE E. H. FRESNAYE J. 1988** .Etude biométrique d’abeilles marocaines. *Apidologie* 19, 355-366
23. **CORNUET J.M, TORREGROSSA J.P, 1977.** Variabilité génétique dans une population insulaire d’abeilles *Apis mellifica* L.. X IXVI Congr. Int. Apic. Adélaïde.
24. **CORNUET JM, FRESNAYE L, TASSENCOURT M. 1975.** Discrimination et classification de populations d'abeilles à partir de caractères biométriques. *Apidologie*, 62. 145-187.

25. **CREPET, W. L, K. C. NIXON, ET AL. 2004.** "Fossil evidence and phylogeny. the age of major angiosperm clades based on mesofossil and macrofossil evidence from Cretaceous deposits." *American Journal of Botany* **91**. 1666-1682.
26. **CREWE, R.M, H.R. HEPBURN AND R.F.A. MORITZ ,1994.** Morphometric analysis of 2 southern African races of honey bee, *Apidologie*, 25. 61-70.
27. **CULLINEY TW 1983.** Origin and evolutionary history of the honey bees. *Bee World*, 64, 29-38.
28. **DANFORTH, B. N, S. CARDINAL, ET AL. 2013.** "The Impact of Molecular Data on Our Understanding of Bee Phylogeny and Evolution." *Annual Review of Entomology* **58**. 57-78.
29. **DANFORTH, B. N, S. D. SIPES, ET AL. 2006.** "The history of early bee diversification based on five genes plus morphology." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **103**41. 15118-15123.
30. **DANFORTH, B. N, S. D. SIPES, ET AL. 2006.** "The history of early bee diversification based on five genes plus morphology." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **103**41. 15118-15123.
31. **DE GUZMAN, L.I, T.E.RINDERER, A. COLLINS AND V.A. LANCASTER ,2002.** Attractiveness of Africanized honey bee brood from southern Texas to *Varroa destructor* infestation. *Amer.Bee J*, 1422. 130-132.
32. **DEODIKAR G, THAKAR CV, TONAPI KV ,1958.** Evolution in the genus *Apis* and its bearing on breeding better strains on indian bees. *Proceedings of the International Beekeeping Congress*, 17, 245-250.
33. **DINIZ-FILHO, J.A.F. AND O. MALASPINA ,1995.** Evolution and population structure of Africanized honey bees in Brazil. Evidence from Spital analysis of morphometric data. *Evolution*, 49. 1172-1179.
34. **DRAZIC, M, D. BUBALO; M. ZALAC AND N. KEZIC ,2004.** The conflict between honey bees breeding and protection of biological diversity. *First European Conference of Apidology.Udine 19-23 September*, 47-48.
35. **EDRIS, A.H.A. 1974.** Study on the economical characters of the Syrian bees in comparison with the Egyptian bees. *M.Sc. Thesis in Entomology, Fac. Of Arric, Alex. Unvi.*
36. **EDRIS, A.H.A. 1979.** Studies on honey bees. *Ph.D.Thesis in Entomology, Fac. of Agric,*
37. **EDRISS, M.A, M. MOSTAJERAN AND R. EBADI, 2002.** Correlation between honey yield and morphological traits of honey bee in Isfahan. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 6. 2, 91-103.

38. **EID, K. S. 2005.** Studies on the important honey bee diseases in El-Beheira Governorate and new approaches for varroa control. *Ph. D. Thesis in Economic Entomology, Fac. Of Agric, Alex, Univ.*
39. **EISCHEN, E.A, W.C. ROTHENBUHLER AND J.M. KULINCEVIC, 1982.** Length of life and dry weight of worker honeybees reared in colonies with different worker larva ratios. *J. Apic. Res, 21. 19-25.*
40. **EL-ANSARY, O. 1998.** Bees in Honey Production and Crop Pollination. *Monshaat*
41. **EL-BANBY, M.A. 1968.** Inheritance of some quantitative characters in the Carnio- Egyptian honey- bee hybrid. *Bull. Soc. Ent. Egypte 52, 527-534.*
42. **EL-SARRAG, M.S.A. ; A.A.SAEED AND M.A.HUSSEIN, 1992.** Morphometrical study on the Sudanese honey bees. *J.King.Saud.Univ, Vol.4, Agric.Sci.1,pp.99-108.*
43. **ENGEL MS ,1998.** Fossil honey bees and evolution in the genus *Apis* Hymenoptera. *Apidae. Apidologie, 29, 265-281.*
44. **ENGEL, M. S. 2001.** "A monograph of the Baltic Amber bees and evolution of the Apoidea Hymenoptera." *Bulletin of the American Museum of Natural History 259. 1-192.*
45. **FRANCOY, T.M, P.R.RODRIGUES; L.S.GONCALVE; L.F.COSTA AND D.D.JONG ,2006.** Morphometric differences in a single wing cell can discriminate *Apis mellifera* racial types. *Apidologie, 37. 91.92.*
46. **FRESNAYE J. 1965.** Etude biométrique de quelques caractères morphologiques de l'abeille noire Française *Apis mellifica mellifica. Ann. Abeille, 84. 271-283.*
47. **FRESNAYE J, 1981.** Biométrie de l'abeille, 2' ed. - Echauffour Orne, Office pour l'Information et la Documentation en Apiculture, 56 p.
48. **FRESNAYE, J, TASSENCOURT, L, 1975.** Discrimination et classification de populations d'abeilles a partir de caractérisations morphométriques. *Apidologie 6, 145–187.*
49. **Ftayeh, A, M. Meixner and S. Fuchs ,1994.** Morphometrical investigation in Syrian honey bees. *Apidologie, 25. 396-401.*
50. **GADBIN C, CORNUET JM, FRESNAYE J, 1979 .**Approche biométrique de la variété locale d'*Apis mellifera* L dans le sud tchadien. *Apidologie 10, 137-148*
51. **GARNERY L. 1998.** Genetic diversity of the west European honey bee *Apis mellifera mellifera* and *A. m. iberica*. 1. Mitochondrial DNA. *Genet. Sel. Evol, 301. 31- 42.*
52. **GARNERY, L, W.S.SHEPPARD, M.BAYLAC AND G. ARNOLD, 2004.** Genetic diversity of European honeybees. *First European Conference of Apidology, Udine 19 – 23. p.35.*

- 53. GENCER, H.V. AND C. FIRATL, 2005.** Reproductive and morphological comparisons of drones Reared in queenright and laying worker colonies. *J. Apic.Res*, 44 4. 163-167.
- 54. GIAVARINI L, 1953.** Ricerche sui caratteri razziali, dell'Apis mellifera ligustica spinola. *Estr.Soc. Ent. Ital*, 32, 119-128.
- 55. GOETZE G, 1930.** Variabilitäts- und Züchtungsstudien an der Honigbiene mit besonderer Berücksichtigung der Langrüsseligkeit. *Arch. Bienenkd*, 11, 185-279.
- 56. GOETZE G, 1940.** Die teste Biene. 200 p. Liedloff, Loth et Macharlis Leipzig.
- 57. GOETZE G, 1963.** Die Honigbiene in natürlicher und künstlicher Zuchtauslese. 212 p. Paul Parey, Hambourg.
- 58. GRAMACHO K.P. AND L.S. GONÇALVES ,2009 B.** Comparative study of the hygienic behavior of Carniolan and Africanized honey bees directed towards grouped versus isolated dead brood cells. *Genetics and Molecular Research* 8 2. 744750.
- 59. GRAMACHO, K.P. AND L.S. GONÇALVES ,2009 A.** Sequential hygienic behavior in Carniolan honey bees *Apis mellifera carnica*. *Genetics and Molecular Research* 8 2. 655-663.
- 60. GRIMALDI, D. 1999.** "The Co-radiations of pollinating insects and angiosperms in the Cretaceous." *Annals of the Missouri Botanical Garden* 862. 373-406.
- 61. GRIMALDI, D. AND M. S. ENGEL, 2005.** Evolution of Insects. Cambridge, Cambridge University Press.
- 62. HACCOUR P, 1960.** Recherche sur la race d'abeille saharienne au Maroc. *C.R. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc*, 6, 96-98.
- 63. HADDAD, N. AND S. FUCHS, 2004.** Honeybee agrobiodiversity. a project in conservation of *Apis mellifera syriaca* in Jordan. *Uludag Bee Journal*, Pp 116- 118.
- 64. HANTJINA, F, L. HARISTOS AND M. BOUGA ,2004.** Geometric morphometrics analysis of honey bee populations from Greek mainland, Lonian islands and Crete island. *First European Conference of Apidology. Udine 19-23 September*, 44. haplotype analyses. *J.Apic. Res*, 454. 188 – 196.
- 65. HARRIS, J.W. 2008.** Effect of Brood Type on Varroa-Sensitive Hygiene by Worker Honey Bees Hymenoptera. Apidae. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 1016. 1137.1144.
- 66. HEPBURN, H.R. AND S.E.RADLOFF ,2004.** The wing coupling apparatus and the morphometric analysis of honeybee populations. *South African Journal of Science* 100.565-570

- 67. HEPBURN, H.R., 2000.** Honeybee *Apis mellifera* L. classification and the confounding effects of trinomial nomenclature. In. Proceedings of the Anais de IV Encontro sobre Abelhas, Ribeirao Preto, SP, Brasil, pp. 188–196.
- 68. HU, S, DILCHER, D. L, JARZEN, D.M. & TAYLOR, D.W. 2008.** "Early steps of angiosperm–pollinator coevolution. Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America, 105." 240–245.
- 69. JEVTIC, G, M. MLADENOVIC, Z. LUGIC AND D. SOKOLOVIC, 2007.** Morphological and production characteristics of Carniolan honey bee *Apis mellifera carnica* Poll. from different parts of Serbia. *Biotechnology in Animal Husbandry* 23 5-6. p 609 – 617.
- 70. JONES, C. J, P. HELLIWELL ; M. BEEKMAN; R. MALESZKA AND B.P. OLDROYD, 2005.** The effects of rearing temperature on developmental ability and learning and memory in the honey bee, *Apis mellifera*. *J Comp Physiol. A*.
- 71. KAMEL, S.M, J.P. STRANGE AND W.S. SHEPPARD ,2003.** A Scientific note on hygienic behavior in *Apis mellifera lamarckii* and *A.m.carnica* in Egypt, *Apidologie* 34. 189 - 190.
- 72. KANDEMIRE, I, M. KENCE AND A. KENCE ,2000.** Genetic and Morphometric variation in honeybee *Apis mellifera* populations of Turkey. *Apidologie*, 31.343-352.
- 73. KANDEMIRE, I, M. KENCE AND A. KENCE ,2005.** Morphometric and Electrophoretic Variation in different honeybee *Apis mellifera* l. populations. *Turk J Vet Anim Sci*, 29. 885-887.
- 74. KARACAOGLU , M. AND Ç. FIRATLI ,1998.** Studies on characteristics of Anatolian honey bee ecotypes *A. m. anatoliaca* and their crosses. I. Morphological Characters *Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences* 22 .17-21.
- 75. KASCHEF, A.H. 1959.** The single strain of the Egyptian Honeybee, *Apis mellifera fasciata*. *Abstract*.
- 76. KATHY, H. AND R. HULTGREN ,1985.** What are all these queens about? Gleanings in Bee Culture, 4. 184-185.
- 77. KAUSAUSEN - KELLER, D. AND R. KELLER, 1994.** Morphometrical control of pure race breeding in honey bee *Apis mellifera* l. *Apidologie*, 25. 133-143.
- 78. KIMSEY LS, 1984.** The re-evaluation of the phylogenetic relationships in the Apidae Hymenoptera. *Systematic Entomology*, 9, 435-441.
- 79. LECLERCQ B. 2006.** Déplacement discoïdal" . Publié par la British Isles Bee Breeders Association IBBA. <http://www.mellifica.be/fr/abeille-noire/genetique/mitadn.html>.

- 80. MACKENSEN O ,1951.** Viability and sex determination in the honeybee *Apis mellifera* L. *Genetics*, 36, 500-509.
- 81. MARGHITAS , A.L. ; O. PANITI-TELEKY ; D.DEZMIREAN ; R. MARGAOAN ; C. BOJAN ; C. COROIAN ; L. LASLO AND A.MOISE, 2008.** Morphometric differences between honey bees *Apis mellifera carpatica* Populations from Transylvanian area *Zootehnie Si Biotehnologii , Vol. 41 2. 309-315.*
- 82. MATTU, V.K. AND L.R. VERMA ,1984.** Morphometric studies on the Indian honeybee, *Apis cerana indica* F. Effects of seasonal variations. *Apidologie, 15 1. 63-74.*
- 83. MATTU,V.K AND L.R .VERMA .1989.** Comparative morphometric studies on the Indian honey bee of the north west Himalayas .2.wings. *J. Apic. Res, 23.310.*
- 84. MAY-ITZA, W.J, J. J. G. QUEZADA EUÁN ; L. IUIT AND C M ECHAZARRETA ,2001.** Do morphometrics and allozymes reliably distinguish Africanized and European *Apis mellifera* drones in subtropical Mexico, IBRA, *J. Apic. Res, 40 1. 17-23.*
- 85. MAZEED, A. M.M. 2004.** Microtaxonomy of honeybees *Apis mellifera* L. in Egypt using wing venation pattern. *Bulletin of Faculty of Agriculture, Cairo University. Faculty of Agriculture, Cairo University, Giza, Egypt. 55. 2, 273-284.*
- 86. MCGINGLEY, R. J. 1980.** *J Kansas Entomol Soc. 53.539–552.*
- 87. MCMULLAN, J.B. AND M. J.F. BROWN ,2006.** The influence of small- cell brood combs on the morphometry of honeybees *Apis mellifera*. *Apidologie 37. 665-672.*
- 88. MEIXNER, D. M, W. MIROSLAW; W. JERZY; F. STEFAN AND K. NIKOLAUS ,2007.** *Apis mellifera mellifera* range in eastern Europe – morphometric variation and determination of its limits. *Apidologie, 38.1-7.*
- 89. MEIXNER, M. 1992.** Interspecific taxonomy of honey bees from Austria, Slovenia and Northern Italy carried out with biometrical methods. *Apidologie, 234.357-359.*
- 90. MICHENER, C. D. 1944.** "Comparative external morphology, phylogeny, and classification of the bees Hymenoptera." *Bulletin of the American Museum of Natural History 826. 1-326.*
- 91. MICHENER, C. D. 2000.** *The bees of the world.* Baltimore, The Johns Hopkins University Press.
- 92. MICHENER, C. D. 2005.** *J Hymen Res. 14.78–83.*
- 93. MICHENER, C. D. 2007.** "The Bees of the World, 2nd edn. Baltimore. The Johns Hopkins University Press."
- 94. MICHENER, C. D. AND D. GRIMALDI ,1988.** "The oldest fossil bee. Apoid history, evolutionary stasis, and antiquity of social behavior." *Proceeding of the National Academy of Sciences 85. 6424-6426.*

- 95. MILNE, C. P. JR. ; R.L.HELLMICH AND K.J. PRIES, 1986.** Corbicular size in workers from honey bee lines selected for high or low pollen hoarding. *J.Apic.Res.* V.25, P.50-52.
- 96. MILNE, C. P. JR. AND K.J. PRIES ,1984.** Honeybee corbicular size and honey production. *J. Apic. Res*, 23. 11-14.
- 97. MOHAMED, A.H; A. L. EL-DEEB; S. K. EL-SAWAF .AND M.A. ABDELLATIF ,1964.** Genetic and breeding studies f some quantitative characters in the honey bee *Apis mellifera* L. Hymenoptera.Alex.J.of Agric. Res, Fac .Of Agric.April , 3-57.
- 98. MORIMOTO, H, 1968.** The use of the labial palpus as a measure of proboscis length in worker honeybees *Apis mellifera ligustica* and *Apis cerana*. *J. Apicult. Res.* 7, 147–150,
- 99. MORRIS-OLSON, L.S. 2002.** Aanalysis of caste diversification and the origin of thelytoky in North American honey bees, *Apis mellifera* Hymenoptera. Apidae. A morphological perspective. *M.Sc. Thesis in Biology, Fac. Of Texas Tech Univ.*
- 100.MOSTAJERAN, M. A, M.A.EDRISS AND M.R.BASIRI ,2002.** Heritabilities and correlations for colony traits and morphological characters in honey bee *Apis mellifera meda* , Isfahan university of technology, *17 th world congress on genetic applied to livestock production , Agust 19-23,2002, Montpellier, France, session 7 .*
- 101.MOSTAJERAN, M. A, M.A.EDRISS AND M.R.BASIRI ,2006.** Analysis of colony and morphological characters in honey bees *Apis mellifera meda*, *Pak. J. Biol.Sci.*
- 102.MYINT TTN 1965.** Comparison of some ratio estimators, *J.A.S.A*, 60, 309, 294-307.
- 103.NIELSEN, D.I; P.R. EBERT; JR. R.E. PAGE; G.J. HUNT AND E. NOVOA-GUZMAN ,1999.** Improved polymerase chain reaction-based mitochondrial genotype assay for the identification of the Africanized honey bee Hymenoptera, Apidae. *Ann Entomol Soc. Am*, 93.1-6.
- 104.OLIVEIRA–JR, W.P; M.A.M. BRANDEBURGO AND M.T. MARCOLINO ,2000.** Morphometrics and adaptatives aspects in Africanized honey bees *Apis mellifera* *Rev. Brasil.Biol.*. 307- 314. P.50-52.
- 105.OTIS GW 1996.** Distributions of recently recognized species of honey bees Hymenoptera. Apidae; *Apis* in Asia. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 69, 311 -333.
- 106.PADILLA , F. ; F. PUERTA ; J.M. FLORES AND M.BUSTOS ,1992.** Morphometric study of Andalusian bees. *Archivos de zootecnia, vol .41, num. 154 extra, P. 363-370.*

- 107.PAGE, R.E. AND H. LAIDLAW, 1980.** Egyptian beekeeping. *Am. Bee J*, 11. 776-779.
- 108.PANASIUK, B, W. SKOWRONEK AND D. GERULA 2009.** Effects of period of the season and environmental conditions on rate of cleaning cells with dead brood. *Vol. 53 No.1 Journal of Apiculture science.*
- 109.POINAR, G. O. J. AND B. N. DANFORTH ,2006.** "A Fossil Bee from Early Cretaceous Burmese Amber." *Science* **314**. 614.
- 110.QUEZADA-EUAN, J. J.G, E.E. PEREZ-CASTRO AND W.J. MAY-ITZA ,2003.** Hybridization between European and African-derived honeybee populations *Apis mellifera* at different altitudes in Peru. *Apidologie*, 34.217-225.
- 111.RADCHENKO, V. G. E. AND Y. A. PESENKO ,1994.** "Biology of bees Hymenoptera, Apoidea." *Biology of bees Hymenoptera, Apoidea.*
- 112.RINDERER , T E , BUCO S M , RUBINK W L, DALY . H V, STELSZER. J A, RIGIO. R M, C. BAPTISTA ,1993.** Morphometric identification of Africanized and European honey bees using large reference populations. *Apidologe*, 24. 569-585.
- 113.ROBERTS W.C, A MCKENSEN O, 1951.** - Breeding improved honeybees. *Am, Bee J*, 91, 292-294, 328-330, 382-384, 418-421, 473-475.
- 114.RORTAIS, A. ; J. STRANGE; N. DECHAMP; G.ARNOLD, W.S.SHEPPARD AND L.GARNERY 2004.** Genetic structure and functioning of a honeybee population in SouthWest of France. Application to bee conservation. *First European conference of Apidology, Udine 19-23 September*, 37.
- 115.ROSTECKI, P, J.SAMBORSKI; J. PRABUCKI AND B.CHUDA-MICKIEWICZ ,2007.** A Comparison of various hardware for the measurement of the cubital index. *J.Apiculture Science, Vol.51 1 . 49-53.*
- 116.ROTHENBUHLER, W. C. 1964.** Behavior genetics of nest cleaning in honey bees IV. Response of F1 and backcross generations to disease-killed brood. *America Zoologist*, 4. 111-123.
- 117.RUTTNER F ,1963** Die Zuchtauslese bei der Biene. *NO Imkerschule W, R Neustadt, Waltergrass* 6, 79 p
- 118.RUTTNER F ,1988 .**Biogeography and Taxonomy of Bees. Springer-Verlag, Berlin, 284p
- 119.RUTTNER F, 1992.** Naturgeschichte der Honigbienen. *Munchen. Ehrenwirth*, 357p.
- 120.RUTTNER F, 1987.** *Biogeography and Taxonomy of Honeybees.* Springerverlag; 284 p.
- 121.RUTTNER F, 1952.** Die Aussenmerkmale der Carnica-Stammes Troiseck Oster. *Imker*, 2 4. 67-69.

- 122.RUTTNER F, 1976.** Honeybees of the tropics . their variety and characteristics of importance for apiculture. Apiculture in tropical climates. Ed. E. Crane, London, B.R.A, 1976 . 41-46.
- 123.RUTTNER, F. 1975.** Races of bees in The Hive and the Honey Bee, pp. 19-38 *Dadant & Sons. Hamilton*
- 124.RUTTNER, F, 1988.** Biogeography and Taxonomy of Honey Bees. Springer, Berlin. 284p
- 125.RUTTNER, F, L. TASSENCOUYT AND J. LOUVEAUX 1978.** Biometrical statistical analysis of the geographic variability of *Apis mellifera* L. *Apidologie*, V.9, P.363 381
- 126.RUTTNER, F, M. POUR ELMI AND S. FUCHS 2000.** Ecoclines in the Near East along 36° N latitude in *Apis mellifera* L. *Apidologie* 31. 157–165.
- 127.RUTTNER, 1968.** - Les races d'abeilles, in *Traite de biologie de l'abeille*. Masson Paris, t 1, 27-44.
- 128.SAHINLER N. AND A. GUL 2004.** A study of comparison of Mugla *Apis mellifera anatolica*, Italian *A.m. ligustica* and Carniolan *A.m.carnica* bee genotypes in the Hatay region with respect to their physiological characteristic. *First Europea Conference of Apidology, Udine 13-19 September. P. 33.*
- 129.SCHNEIDER, S.S, L.J. LEAMY; L.A.LEWIS AND G.D. HOFFMAN ,2003.** The influence of hybridization between African and European honey bees, *Apis mellifera*, on asymmetries in wing size and shape. *Evolution*, 57 10.PP.2350.
- 130.SHAIBI T, S. FUCHS AND R.F.A.MORITZ ,2009.** Morphological study of Honeybees *Apis mellifera* from Libya. *Apidologie* 40. 97-105.
- 131.SHEPPARD, W.S. AND M. D.MEIXNER ,2003.** *Apis mellifera pomonella*, a new honey bee subspecies from central Asia. *Apidologie*, 34. 367-369.
- 132.SHEPPARD, W.S, M.C. ARIAS; M.D. MEIXNER AND A.GRECH ,1997.** *Apis mellifera ruttneri*, a new honey bee subspecies from Malta. *Apidologie*, 28. 287 – 293.
- 133.SIRALI, R, T. SENGÜL AND I. YILDIZ, 2003.** Investigations on some morphological characteristics of the honey bee *Apis mellifera* L. of the Harran plain – Turkey. *Uludag Bee Journal, November, 30 – 36.*
- 134.SOUZA, D. C. ; C. D. CRUZ ; L. CAMPOS AND A. J. REGAZZI ,2002.** Correlation between honey production and some morphological traits in Africanized honey bees *Apis mellifera*. *Ciência Rural, Santa Maria, V.32, n.5, P .869-871.*
- 135.SPIVAK, M. AND G.S. REUTER ,2001.** *Varroa destructor* infestation in untreated honey bee Hymenoptera. Apidologie colonies selected for hygienic behavior. *J. of Econ. Entom. Vol. 94, no. 2. 326 – 331.*

- 136.STANIMIROVI, Z, S.JEVROSIMA, M.MIRILOVI AND V.STOJI , 2008.** Heritability of hygienic behaviour in grey honey bees *Apis mellifera*. *Acta Veterinaria Beograd*, Vol 58, No. 5-6, 593-601.
- 137.STEINHAGE,V. ; B.KASTENHOLZ ;S.SCHRODER AND W.DRESCHER ,1997.** A hierarchical approach to classify solitary bees based on image analysis, *Mustererkennung 19. Informatik Aktuell Springer*, pp. 419-426, on line [www.informatik.unibonn.de/projects/ABIS/ABIS-Publications.html](http://www.informatik.unibonn.de/projects/ABIS/ABIS-Publications.html).
- 138.SYLVESTER H. A, 1976.** Allozyme variation in Honeybees *Apis mellifera L.*. Ph. D. thesis University of California Davis. EEI MSNRTR M. A, 1969. - Biochemical polymorphisms in Bees *Apis mellifera ligustica*. *Nature*, 223,188-189.
- 139.TAN K, H.R.HEPBURN; H. SHAOYU; S.E.RADLOFF; P.NEUMANN AND X. FANG, 2006.** Gigantism in honeybees. *Apis cerana* queens reared in mixed species colonies. *Naturwissenschaften* *Doi 10.1007/s00114-006-0113-2*.
- 140.TOFILSKI, A. 2004.** Automatic determination of honey bee cubital index. *First European conference of Apidology, Udine 19-23 September*, 40, 41.
- 141.TOFILSKI, A. 2006.** Discrimination between honeybee subspecies based on geometric morphometrics. *Second European Conference of Apidology, Prague 10th - 14 September*, 60.
- 142.TOULLEC A. 2008.** Abeille noire, *Apis mellifera mellifera*. Historique et sauvegarde. Thèse de Doctorat Vétérinaire. Faculté de Médecine de Créteil. 168 p.
- 143.YAKOUB, W.A. 1998.** Comparative studies on some honeybee races. *M.Sc. Thesis in Entomology, Fac. Of Agric, Alex. Univ.*
- 144.YAKOUB, W.A. 2002.** Genetic improvement of some characteristics of the Syrian honey bee race. *Ph.D. Thesis in Economic Entomology, Fac. Of Agric, Alex. Univ.*