



UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES FES  
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA VIE



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

*PRESENTE EN VUE D'OBTENTION DU DIPLOME*

*DE*

*MASTER SCIENCES ET TECHNIQUES*

*"GESTION & CONSERVATION DE LA BIODIVERSITE"*

*Caractérisation morphologique des trois populations  
d'abeilles marocaines / composition phénolique du  
miel*

Présenté par :

**TLEMÇANI Imane**

Encadré par :

- Pr. EL GHADRAOUI Lahsen
- Pr. ERRACHIDI Faouzi

Soutenu le 21 juin 2013, devant le jury composé de :

PR. EL GHADRAOUI LAHSEN	FST-FES	PRESIDENT
PR. ERRACHIDI FAOUZI	FST-FES	ENCADRANT
PR. CHABIR RACHIDA	FAC-MEDECINE	CO-ENCADRANTE
PR. MAAZOUZI NADIA	FST-FES	EXAMINATRICE
PR. BENJELOUN MERYEM	FST-FES	EXAMINATRICE
PR. HALOTI SAID	FST-FES	EXAMINATEUR
PR. LAZRAQ ABDERRAHIM	FST-FES	EXAMINATEUR

Année Universitaire : 2012/2013

Faculté des Sciences et Techniques Fès

B.P. 2202, Route d'Imouzzer FES

☎ 212 (35) 60 80 14 – 212 (35) 60 96 35 📠 212 (35) 60 82 14

[www.fst-usmba.ac.ma](http://www.fst-usmba.ac.ma)

# Sommaire

INTRODUCTION GENERALE.....	1
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
I.....	Biologie des abeilles
e des abeilles.....	3
1. Classification et morphologie.....	3
II.....	Colonie d'abeille
d'abeille .....	6
1. Les 3 castes de la colonie .....	6
III.....	Cycle de reproduction
de reproduction.....	7
IV.....	Les races d'abeilles
races d'abeilles .....	8
1. Répartition géographique .....	9
V.....	Les populations d'abeilles marocaines
populations d'abeilles marocaines.....	10
1. Répartition géographique au Maroc .....	12
VI.....	Rôle des abeilles
des abeilles .....	13
1. Pollinisation .....	13
2. Production .....	13
VII.....	Les types de ruches
types de ruches .....	14
VIII.....	Facteurs menaçant les abeilles
s menaçant les abeilles .....	16
1. Facteurs biotiques .....	16
2. Facteurs abiotiques .....	17
IX.....	Le miel
.....	18
1. Les types du miel .....	18
2. Récolte du miel .....	19
3. Composition du miel .....	19

4. Les bienfaits du miel .....	20
5. Les qualités nutritives du miel .....	21
6. Les facteurs d'altération du miel .....	21
<b>PATIE EXPERIMENTALE</b> .....	<b>23</b>
A) .....	Etude
des abeilles .....	24
I. ....	Populat
ions étudiées .....	24
II. ....	Méthod
e d'étude .....	24
B) .....	Etude
des composés phénoliques des miels étudiés .....	25
I. Matériel biologique .....	25
II. ....	Extracti
on des composés phénoliques .....	25
III. ....	Dosage
des composés phénoliques par la méthode Folin-Ciocalteu .....	26
1. ....	Princip
e .....	26
2. ....	Réactifs
utilisés .....	26
3. ....	Mode
opérateur .....	27
IV. ....	Analyse
Spectrale des composés phénoliques des miels étudiés .....	27
1. ....	Le but
.....	27
2. ....	Méthod
e du travail .....	28
<b>RESULTATS ET DISCUSSION</b> .....	<b>29</b>
A) .....	ANAL
YSE DESCRIPTIVE DES POPULATIONS D'ABEILLES .....	30
I. ....	Elabora
tion d'une base de données morphométriques des trois populations d'abeilles étudiées .....	30

1.....	La	
morphométrie d'Apis mellifera saharienne.....		31
2.....	La	
morphométrie d'Apis mellifera major.....		31
3.....	La	
morphométrie d'Apis mellifera intermissa.....		32
II.....	Analyse	
statistique des données morphométriques .....		34
III.....	Etude	
comparative des paramètres morphologiques des abeilles étudiées .....		34
IV.....	Elabora	
tion d'une base de données numérique des abeilles étudiées .....		37
V.....	Conclus	
ion .....		39
B).....	ANAL	
YSE DES COMPOSES PHENOLIQUES DE MIEL.....		40
I.....	Dosage	
des composés phénoliques par la méthode de Folin-ciocalteau .....		40
1) .....	gamme	
d'étalonnage d'acide gallique.....		40
II.....	Analyse	
spectrale des composés phénoliques des miels étudiés .....		41
1.....	Spectre	
des composés phénoliques.....		41
2.....	Analyse	
des composés phénoliques par CPG.....		42
CONCLUSION GENERALE.....		44
ANNEXES .....		45
Références bibliographiques .....		46

## **Résumé**

L'abeille domestique « *Apis mellifera* » est un insecte qui présente une grande importance dans l'équilibre des écosystèmes. De même, elle constitue une source de revenus par sa capacité de production de miel et d'autres produits de la ruche.

Plusieurs problèmes de différentes natures menacent la vie et la stabilité des abeilles ainsi que, le rendement des colonies dans différentes régions du monde.

Cette étude est focalisé sur deux volets à savoir une composante entomologique appliquée ciblant la mise en place d'une base de données statistiques et numériques des abeilles. Et un volet analytique focalisé sur la mise en évidence de la diversité qualitative et quantitative des composés phénoliques du miel marocain.

Dans le premier volet, dédié à l'étude des paramètres morpho-métriques des espèces *Apis mellifera major*, *Apis mellifera sahariensis* et *Apis mellifera intermissa*, les résultats ont confirmé la validité statistique (test ANOVA) des positions taxonomiques trouvées. Parallèlement à cette base de données morpho-métriques statistiques une base de données numériques de l'ensemble des abeilles étudiées a été élaboré pour constituer une référence pour les analyses ultérieures des abeilles en général.

Dans le deuxième volet consacré à l'étude des composés phénoliques du miel marocain, les dosages chimiques, spectrales et chromatographiques ont confirmé la diversité qualitatives et quantitatives des composés phénoliques dans le miel marocain.

Le dosage chimique a démontré la variation quantitative entre les miels étudiés qui passe d'une valeur minimale de 5,41mg/100g à une valeur maximale de 47,26mg/100g d'échantillons analysés.

L'analyse spectrale allant du domaine invisible (200 à 400nm) vers le domaine visible (400 à 800nm) a confirmé la constance du spectre des miels analysés et le rôle potentiel de cette caractéristique dans la lutte contre les fraudes.

L'analyse GC/SM des composés phénoliques du miel a montré la diversité de molécules repérées dans les spectres de chaque échantillon du miel analysé.

**Mots clé :** abeille, *Apis mellifera*, caractérisation morphologique, morphométrie, miel, composés phénoliques.

## Introduction Générale

Depuis très longtemps, l'activité apicole est bien ancrée dans les pratiques des agriculteurs et des ruraux marocains. Néanmoins, les ambitions des apiculteurs marocains n'ont pas été à la hauteur des atouts qu'offre ce secteur. En effet, l'élevage apicole est considéré comme une activité secondaire par rapport aux autres activités agricoles. Les abeilles sont considérées comme des principaux agents de pollinisation de la plupart des plantes dites entomophiles parmi lesquelles, on trouve les arbres, les arbustes fruitiers et beaucoup de plantes à graines.

Le miel est la transformation du nectar récolté par les abeilles, il subit une transformation enzymatique et une déshydratation. L'apiculteur le récolte dans des rayons de cires ; les variétés de miel sont nombreuses, tant en goût , en couleur , qu'en cristallisation. Le miel est un composé biologique très complexe, d'une très grande diversité, lui conférant une multitude propriétés, aussi bien sur le plan nutritionnel que sur le plan thérapeutique.

La consommation régulière de miel est une très bonne attitude car le miel représente une grande source d'énergie, d'oligoéléments et de vitamines. Le miel a des vertus digestives, antiseptiques et cicatrisantes. Il peut être employé en usage externe pour les brûlures légères, les gerçures et les plaies. Au Maroc on distingue 3 espèces d'abeilles qui sont *Apis mellifera intermissa*, *Apis mellifera major* et *Apis mellifera sahariensis*.

Le Maroc a subi des périodes de sécheresse c'est pourquoi les apiculteurs ont migré pour chercher les conditions favorables pour les abeilles et il y a eu des échanges de gènes et on veut savoir est ce que les races ont resté pures ou non pures ?

Dans le présent travail, nous nous sommes proposés d'effectuer une caractérisation morphologique des 3 populations d'abeilles issues de différentes régions du Maroc d'une part, et de s'intéresser à la qualité du miel d'autre part. Pour ce faire, nous avons donné dans un premier temps, un aperçu général sur la bio écologie des abeilles; dans un 2<sup>ème</sup> temps, nous avons apporté des observations morphologiques des 3 populations d'abeilles et dans un dernier temps, nous avons essayé d'analyser la composition phénolique de différents types de miel.

### Généralités

Les insectes sont le groupe zoologique le plus important de notre biosphère. On compte plus d'un million d'espèces dont les plus évolués sont, entre autres, les fourmis, les guêpes et les abeilles qui se déclinent en sept familles et près de cent milles espèces. Les premières abeilles sont apparues dans le monde depuis près de cent millions d'années avec l'émergence des plantes à fleurs.

Les abeilles sont considérées comme les principaux agents de fécondation de la plupart des plantes dites entomophiles, parmi lesquelles, les arbres fruitiers et beaucoup de plantes à graines. La plupart des plantes à fleurs doivent être pollinisées pour assurer leur reproduction sexuée ce qui nécessite l'intervention d'un agent intermédiaire comme le vent, l'eau, les insectes et les oiseaux.

Les abeilles sont des bons indicateurs de la qualité de l'environnement, elles jouent un rôle fondamental dans la pollinisation puisque 80% des plantes à fleurs et 75% des cultures dépendent d'elles. En une journée, une colonie de 40 000 abeilles visite environ 21 millions de fleurs soit 700 par abeille. Les organes floraux des plantes sont parfois complexes et se distinguent par leurs couleurs et odeurs afin que l'abeille repère la fleur et trouve facilement le chemin vers le nectar et le pollen. De son côté, elle retire exclusivement des fleurs les éléments nutritifs qui lui permettent de vivre (Raynal-Roques., 1994). Il s'agit d'un mutualisme biologique qui a donné des adaptations diverses chez les abeilles comme chez les plantes pour améliorer les bénéfices de chacun (Clément., 2009 ; Marchenay., et Bérard ., 2007).

La pollinisation intéresse bien notre agriculture, car elle augmente non seulement la quantité mais aussi la qualité des fruits, légumes et graines issus des plantes visitées. L'abeille domestique élevée en apiculture présente un avantage considérable sur les autres insectes, car des ruches peuvent être facilement installées sur des cultures à polliniser. Une bonne pollinisation favorise un meilleur rendement des exploitations agricoles et améliore la qualité gustative, la conservation, et l'aspect des fruits et légumes.

Le Maroc se distingue par une grande diversité de végétation, et il est le seul pays qui se caractérise par la présence de trois espèces d'abeilles c'est pour cela on a une diversité de miel.

## **I. Biologie des abeilles**

L'abeille est un hyménoptère, de la famille des Apidae, classe qui regroupe des insectes à deux paires d'ailes membraneuses, avec les guêpes et les fourmis. C'est un insecte social, qui vit en colonies bien organisées, dont chaque individu effectue un travail bien précis, sa durée de vie est de l'ordre de 45 jours. L'abeille doit nourrir les larves, placer le pollen et le nectar dans les alvéoles, ventiler la ruche en battant des ailes sans arrêt. Elle construit les rayons avec la cire qu'elle fabrique, et surveille l'entrée de la ruche afin qu'aucun autre organisme ne s'y introduise.

### **1. Classification et morphologie**

#### **a. Systématique**

**Règne** : Animal  
**Embranchement** : Arthropodes

**S/Embranchement** : Anténnates  
**Classe** : Insectes  
**Ordre** : Hyménoptères  
**S/Ordre** : Apocrites  
**Famille** : Apidae  
**Genre** : Apis

### b. Description morphologique

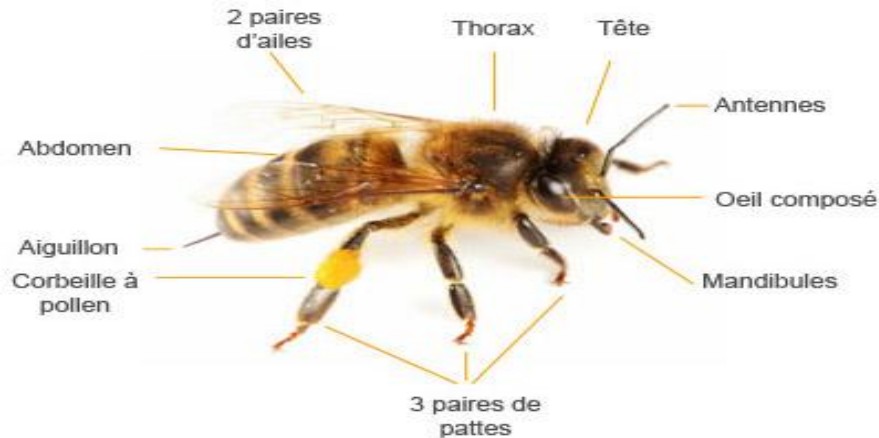


Figure 1 : Image montrant les différentes parties morphologiques d'une abeille

Comme tout autre insecte, le corps de l'abeille est composé de trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen.

- La tête : Ayant une forme triangulaire et dotée de deux grands yeux proéminents.
- Les yeux : Sont composés de milliers de facettes, et donnent à l'abeille une vision panoramique certes très large, proche de 360°, mais d'une netteté fort approximative. La perception des couleurs, très différente de celle de l'homme, lui permet de reconnaître les ultraviolets.
- Les ocelles : Formant trois yeux simples disposés en triangle au sommet de la tête, enregistrant les variations d'intensité de lumière et communiquant à l'abeille des informations essentielles, comme le lever du jour, la tombée de la nuit, la présence de nuages annonçant l'orage etc...
- Les antennes : sont en nombre de 2, situées au centre de la tête, lui permettant de repérer les odeurs, de communiquer entre elles et se diriger dans l'obscurité de la ruche.





Figure 2: Image montrant le comportement de communication des abeilles par les antennes.

- Les mandibules : Sous forme de pince très puissantes, permettant à l'abeille de travailler la cire et donc de bâtir les rayons, de prélever la propolis et le pollen, de nettoyer la ruche et de se défendre.
- La trompe : Elle est rétractile et constituée de nombreux poils et d'éléments dont la langue garnie de poils microscopiques, offrant à l'abeille la possibilité d'absorber le nectar, le miel et de l'eau.
- Le thorax : Est constitué de trois segments soudés. Il porte trois paires de pattes, deux paires d'ailes et des muscles puissants pour les actionner.
- Les pattes: Sont munies de minuscules ventouses et crochets. Elles servent non seulement pour le déplacement, mais aussi, pour rassembler les grains de pollen qui constituent des pelotes pesant parfois jusqu'à 75 mg, soit les trois quart de son poids.



Figure 3 : Image d'une patte d'abeille qui ressemble à une griffe (X 70 fois).

- Les ailes : Rigidifiées par des nervures, assurant le vol en vitesse de pointe.

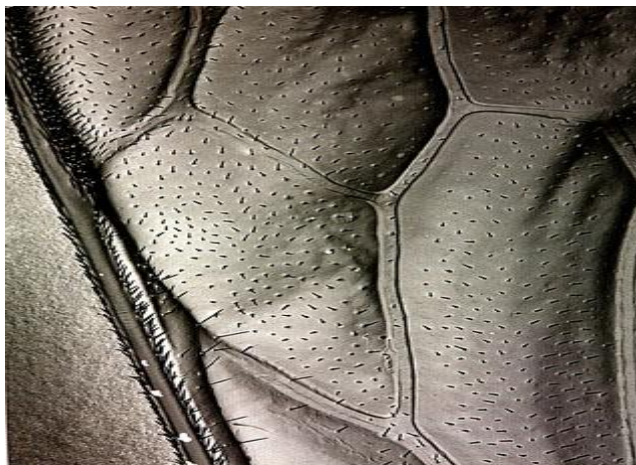


Figure 4 : Image montrant les nervures d'une aile (vue au microscope électronique X 65 fois).

- L'abdomen : est constitué de sept anneaux fixés entre eux par des membranes souples, lui assurant une grande flexibilité. Celui-ci est relié au thorax par un pétiole court et très fin. Il renferme le jabot et le tube digestif, les systèmes circulatoire et respiratoire. Chez l'ouvrière, l'abdomen contient les glandes cirières, la glande de Nassanov et les glandes à venin appelé aussi aiguillon; Chez la reine : l'appareil sexuel femelle et chez le faux bourdon : l'appareil sexuel mâle.

## II. Colonie d'abeilles

### 1. Trois castes de la colonie

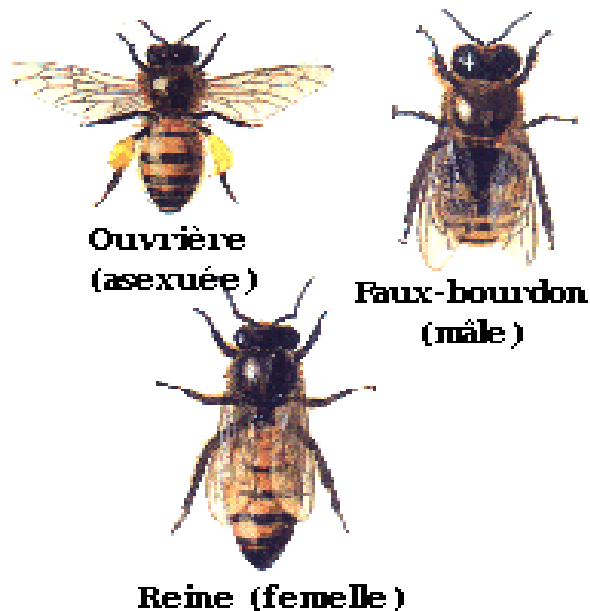


Figure 5 : Image montrant les trois castes de colonie

On distingue trois castes de colonie : la reine, les ouvrières et les faux-bourçons.

- **La Reine** : Représente la seule femelle féconde de l'ensemble de la colonie, elle se différencie par sa plus grande taille (25 mm) et par son abdomen, plus allongé. Elle assure la cohésion et

la vie sociale de la colonie. Sa durée de vie est estimée de 3 à 4 ans. En saison printanière, les ouvrières récoltent abondamment le nectar et le pollen, et incitent la ponte de la reine qui peut atteindre 1500 à 3000 œufs par jour, les œufs sont pondus au fond des alvéoles. Pour que la reine puisse pondre, elle doit être fécondée par plusieurs faux-bourçons. Les spermatozoïdes des mâles sont collectés dans le réceptacle séminal de la reine, où ils sont emmagasinés à vie. Une ponte intensive favorise une bonne production de miel par contre, quand elle est réduite elle fait végéter la colonie et réduit à néant les espoirs de récolte.



Figure 6 : Image montrant une colonie d'abeilles avec une reine au milieu

- **Les ouvrières** : s'occupent de leur souveraine, la nettoient et la nourrissent principalement de gelée royale, elles vivent environ 38 jours en été et 6 mois en hiver. Elles peuvent effectuer divers fonctions dans la colonie : assurant plusieurs rôles de ménage, nourrices, maçonnes, magasinieres, butineuses, gardiennes et ventileuses.
- **Les faux-bourçons** : Sont issus d'œufs non fécondés. Leur rôle est de féconder la reine et de réchauffer l'essaim. Ils vivent environ 22 jours. Cependant lorsque la nourriture se fait rare, les ouvrières les chassent et les tuent.

### III. Cycle de reproduction

L'abeille passe au cours de sa vie par quatre stades : œuf, stade larvaire, stade nymphal et le stade imago.

Pour produire une nouvelle reine, la colonie donne plusieurs larves logées dans les alvéoles royales adaptées, disposées verticalement à la périphérie des cadres. Au cours du seizième jour, une première reine naît et immédiatement s'acharne à détruire ses hypothétiques rivales. Huit à dix jours

après, cette jeune reine effectue son vol nuptial, suivi d'une nuée de faux bourdons excités. Ainsi fécondée, la reine rentre à la ruche, trois jours après, la ponte peut ainsi débuter. Les œufs d'ouvrières et des futures reines sont fécondés par plusieurs spermatozoïdes. Les ouvrières ont donc plusieurs parents, le faux bourdon, lui n'en a aucun. C'est le phénomène de parthénogenèse.

Quand les abeilles décident d'élever une reine, elles construisent une cellule royale à partir d'une alvéole contenant un œuf d'abeille. Huit à dix jours après la ponte, les alvéoles sont operculées. Les jeunes abeilles naîtront dans les 21 jours après la ponte pour une ouvrière, 16 pour une reine et 24 pour un faux-bourdon.

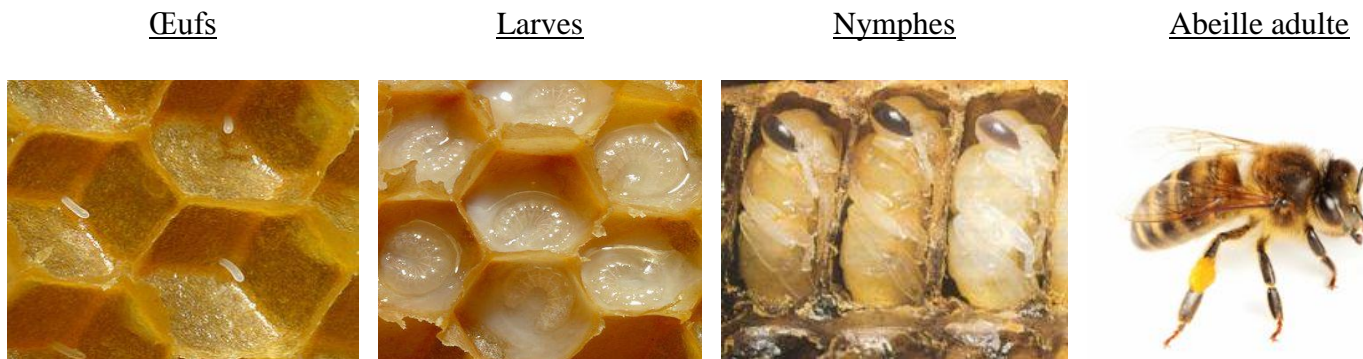


Figure 7 : Images montrant les différentes étapes de développement

Dressé au fond de l'alvéole, l'œuf blanchâtre, de forme allongée. 72h plus tard, la larve nourrie avec de la gelée royale, partiellement pour les ouvrières et les faux bourdons et intégralement pour les futures reines, celle-ci va se développer à une vitesse extraordinaire pour occuper la totalité de l'alvéole dans au moins 4 jours. Dès lors, les ouvrières obstruent la cellule avec une fine pellicule de cire dénommée opercule. Ainsi protégée, la larve va se métamorphoser en nymphe pour donner l'abdomen puis les autres parties du corps (ailes, pattes, yeux, tête et thorax).

Seize jours après la ponte, la reine peut déchieter l'opercule et accomplir ses premiers pas. Toutefois, elle devra se nourrir durant quelques jours encore de pollen pour parachever sa croissance.

#### **IV. Races d'abeilles**

On en distingue :

- L'abeille d'Afrique du Nord : de couleur noire, elle est connue par sa nervosité.
- L'abeille d'Angleterre : de couleur brune, travailleuse et produit beaucoup de miel.
- L'abeille Caucasienne : elle est la plus douce des abeilles.
- L'abeille de Chypre : elle est très féconde.
- L'abeille d'Espagne : appelée la tueuse de reine, elle est de couleur noire, celle-ci économise son énergie car elle n'essaime pas beaucoup, elle est très agressive et tue parfois la reine.
- L'abeille de France ; elle est de couleur noire ou brun foncé, ayant une grande taille, peu agressive et sensible aux maladies.
- L'abeille d'Afrique noire, se trouve partout, en savane et en forêt, en Afrique de l'ouest, aujourd'hui, on la rencontre même sur d'autres continents. Elle produit bien du miel et de la cire, elle est résistante et s'adapte à toutes les situations, mais elle est très nerveuse et agressive.

## 1. Répartition géographique

La répartition géographique de la diversité des races d'abeilles observée suggère l'existence de 4 lignées évolutives, chacune regroupant plusieurs races géographiques : la lignée M (race ouest-méditerranéenne), la lignée A (race africaine), la lignée C (race nord-méditerranéenne), et la lignée O (race de Turquie et du Caucase).



Figure 8 : Images montrant la répartition géographique des différentes races d'abeilles A , M,O et C

## V. Populations d'abeilles marocaines

Au Maroc, on distingue 3 espèces : *Apis mellifera intermissa*, *Apis mellifera sahariensis* et *Apis mellifera major*. Celles-ci sont extrêmement bien adaptées à la végétation et au climat du maroc.

Sur une superficie assez restreinte, le Maroc présente la particularité d'héberger trois groupes d'abeilles parfaitement distincts. Les massifs de l'Atlas et du Rif sont des obstacles naturels qui, en réduisant, les échanges génétiques entre les populations des différents régions, ce qui est

vraisemblablement, à l'origine de cette différenciation. De plus, la chaîne de l'Atlas en particulier, sépare deux zones climatiques et écologiques très différentes : au Sud-Est, le climat et la végétation sont de type saharien, tandis qu'au Nord-Ouest, le climat est moins chaud et plus humide et la végétation est plus riche et géographiquement plus étendue, ce qui permet une apiculture plus répandue.

Les abeilles du Maroc ont déjà fait l'objet de quelques études visant à déterminer les différentes populations existantes. La première race géographique décrite était *Apis mellifica intermissa*, appelée aussi, abeille tellienne par Buttel-Reepen (1906). Ses principales caractéristiques morphologiques sont données par Ruttner (1968). Son aire de distribution couvre l'Afrique du Nord (Tunis ; Algérie et Maroc). Une deuxième race a été décrite successivement par Baldensperger (1924) et par Haccour (1960) : *Apis mellifica sahariensis* appelée aussi, abeille saharienne ou du Sahara. On la rencontre au sud du Maroc et de l'Algérie. Sa mise au rang de race a été contestée par Ruttner (1968) qui la considérait à l'époque comme une forme de transition entre *A. m. intermissa* et *adansonii*. Toutefois, *A. m. sahariensis* est considérée comme une race à part entière (Ruttner et al. ,1978).

En 1975, Second a mis en évidence, dans le rif, dans la région d'Al Hoceima des abeilles dont la morphologie diffère de celle des deux races précédentes et il les a considérées comme appartenant à une forme locale d'*intermissa*. Dans la même région, Ruttner (1975) décrivait la race *Apis mellifica major* ( figure 9) du même ordre que celle d' *A. m. caucasica*.



Figure 9: Image montrant la morphologie d'une abeille de l'espèce  
*Apis mellifera major*

*Apis mellifera intermissa* est à pigmentation uniformément foncée avec des éclaircissements peu nets sur les tergites abdominaux et le scutellum. Elle est de couleur noire foncée, cette race se trouve au nord du Maroc (Laraiche).



Figure 10 : Image montrant la morphologie d'une abeille de l'espèce *Apis mellifera intermissa*

*Apis mellifera sahariensis* de couleur jaune rouge, à indice cubital élevé, elle possède une résistance remarquable aux conditions difficiles du milieu. Elle se retrouve au sud du Maroc (Tafilalt) et de l'Algérie.



Figure 11 : Image montrant la morphologie d'une abeille de l'espèce *Apis mellifera sahariensis*

## 1. Répartition géographique au Maroc

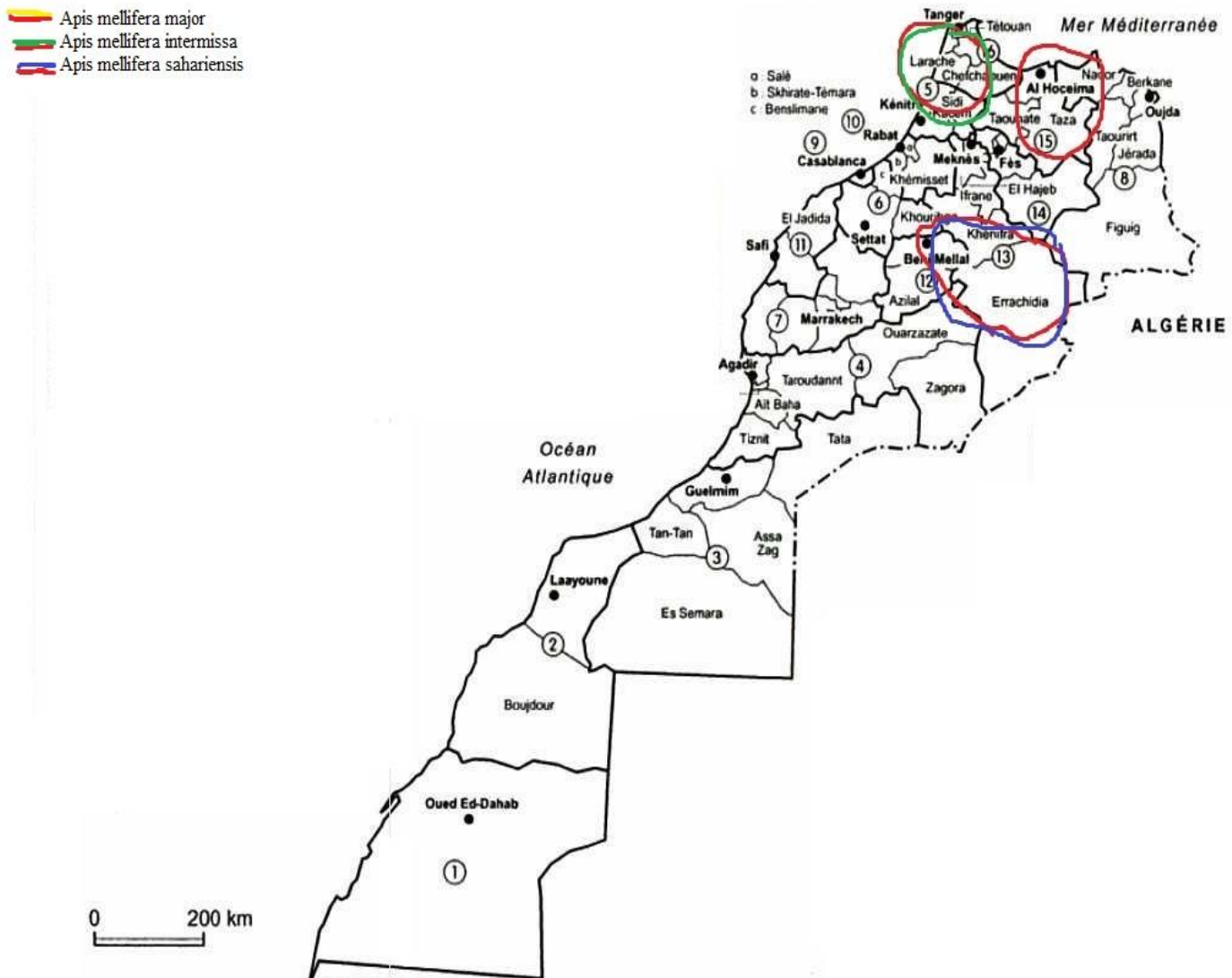


Figure 12: Répartition géographique des trois espèces d'abeilles au Maroc à l'échelle nationale.

Tous les travaux réalisés sur la répartition géographique des races marocaines soulignent que les chaînes des Atlas constituaient, en principe une barrière naturelle entre la race saharienne et les autres. Néanmoins, le développement de la transhumance avec l'introduction des ruches modernes et les déplacements des ruches et des essaims (commercialisation) ont engendré d'importantes zones d'hybridation entre les différentes races.

## VI. Rôle des abeilles

### 1. Pollinisation

C'est un phénomène important notamment pour le maintien des espèces et la diversité génétique du monde végétal. Les abeilles sont considérées comme insectes qui pollinisent le plus



grand nombre d'espèces végétales (80%). De nombreuses caractéristiques d'abeilles en font d'elles des agents pollinisateurs par excellence, leur taille et leur morphologie sont bien adaptées à la pollinisation, car leur corps est recouvert de poils branchus. De ce fait les grains de pollen adhèrent bien et en très grand nombre dans la fourrure des abeilles au fil de visite des fleurs (Klein et al.,2007).

## 2. Production

**De la cire :** qui est une matière de nature lipidique sécrétée par les glandes cirières de l'abdomen des abeilles ouvrières sous forme de fines paillettes. Ces paillettes sont malaxées ensemble afin de former les alvéoles hexagonales qui constituent, pour les abeilles, un berceau à larves et un grenier à nourriture. Elle est de couleur orange et odeur remarquable (**Downing,1961**).

**La gellée royale :** Produite par les glandes mandibulaires et pharyngiennes des jeunes abeilles (4<sup>ème</sup> au 12<sup>ème</sup> jour). C'est une substance blanchâtre et laiteuse pourvue d'une grande puissance pour le développement des larves. C'est un produit élaboré par les ouvrières qui sert à la nourriture et à la formation des futures reines (Iliesiu, 1976).

**La propolis :** Est une substance collante, de couleur jaune ou grisâtre, récoltée par les abeilles sur les bourgeons de certains végétaux. Elle se trouve au trou de vol sur les cadres au épaulement des cadres sous le couvre cadre à l'entrée et au font de la ruche, elle protège la ruche contre les agressions externes et le développement des micro-organismes (Cizmarik et Matel 1970).

**Le venin :** Produit par la glande à venin dans la partie postérieure de l'abdomen des ouvrières et la reine. C'est un liquide transparent qui peut déclencher des réactions allergiques dans certains cas (Philippe 1994).

## VII. Les différents types de ruche

### ➤ Ruches traditionnelles

Les poteries, troncs d'arbres évidés, écorces de chêne-liège taillées, paniers en paille ou en osier tressés aux formes multiples.... Ces ruches à rayons fixes ne permettaient qu'une petite récolte. En outre, ils présentent un grand inconvénient, dont la récolte de miel s'accompagnait souvent d'une destruction totale des rayons bâtis et de la colonie.



Figure 13 : Images montrant les différents types de ruches traditionnelles

➤ **Ruche à cadre**

Elle est à amovibles : les cadres de bois délimitent l'emplacement de construction des rayons de cire et peuvent être déplacés, soulevés, maniés de manière à faciliter l'inspection des ruches et la récolte du miel. Plus tard, des rectangles de cire gaufrée furent fixés à ces cadres afin d'avancer le travail de construction des abeilles et de leur laisser plus de temps pour produire plus de miel.



Figure 14 : Images montrant des ruches à cadres

➤ **Ruche Kenyane**

Conçue au Kenya vers 1970, on l'appelle aussi top bar hiv T.B.H : ruche qui a des barres au sommet. C'est une ruche de transition entre les paniers traditionnels et les modèles européens à cadres mobiles. C'est une longue menuiserie à profil trapézoïdal, les barrettes sont disposées parallèlement au côté trapézoïdal, elles sont jointives et forment un plafond continu. C'est une ruche à développement horizontal.



**a**

**b**



**c**



**d**

Figure 15: Images montrant les différents types de ruches **a: ruche de kenyan**, **b: ruche de Layens**, **c: ruche Dadant** et **d: ruche Voirnot**

## VIII. Facteurs menaçant les abeilles

### 1. Facteurs biotiques dont les maladies, les parasites et prédateurs.

- **Les maladies** : Parmi lesquelles qui attaquent le couvain on distingue :

**Les loques** qui sont causés par des bactéries qui attaquent les larves durant leur stade jeune et forment des spores, elles sont très contagieuses. Les symptômes de cette maladie se caractérisent par :

- La mort des larves au stade nymphal
- Une coloration jaune des larves
- Les cellules infectées contiennent une masse visqueuse

**Les mycoses** : ce sont des champignons qui attaquent le couvain. On distingue des espaces vides, les larves s'allongent, se dessèchent et meurent.

- **Les parasites**

**les poux** : qui s'accrochent au thorax de l'abeille et sucent le sang. La reine ne pond plus longtemps.

**La diarrhée** : elle est souvent causée par un organisme unicellulaire qui attaque la paroi de l'intestin. Elle se manifeste quand la nourriture n'est pas suffisante à cet effet, les excréments jaunes ou bruns.

**Les acarioses** : ce sont des parasites internes, qui se rencontrent dans les tubes respiratoires des abeilles. Ils sécrètent du poison qui affaiblie la capacité de déplacement des abeilles qui finissent par mourir.

**La varroase** : elle est la plus fréquente chez les abeilles et provoqué par un acarien externe (*varroa jacobsoni*) qui parasite les nymphes et les adultes et perfore leur tégument pour se nourrir de son hémolymphe.

- **Les prédateurs**

Les abeilles sont menacées par différents prédateurs :

**Les chenilles** : qui creusent les galeries dans la cire. Pendant la croissance, elles endommagent la cire et le couvain et peuvent rendre les rayons entiers inutilisables.

**Les lézards et les fourmis** : ce sont des prédateurs qui s'infiltrent dans la ruche pour y vivre en permanence ou temporairement.

**Guêpes, guêpiers hérissons et crapauds** : prédateurs qui s'attaquent aux butineuses à leur sortie.

**Les fausses teignes** : Papillons nocturnes dont la larve se nourrit de cire. Il faut éviter la présence des ruches vides, et traiter périodiquement les réserves de cadres bâtis à la vapeur de soufre ou à la fumée de thym et les mettre dans une chambre close.

**2. Facteurs abiotiques** dont l'utilisation des produits phytosanitaires, ainsi que les changements climatiques et environnementales.

- **Pesticides**

L'action des pesticides (herbicides, fongicides, insecticides) est l'une des causes principales qui attaque le plus fréquemment sur *Apis mellifera*. Leurs effets sont mal connus, même s'ils sont souvent étudiés. Ils tuent les abeilles directement et peuvent aussi avoir différents effets comme la confusion, l'arrêt de ponte chez la reine, la mortalité ou l'atrophie chez les larves, ainsi qu'un affaiblissement du système immunitaire.

- **Pratiques apicoles**

Toute pratique apicole implique un minimum de stress sur les abeilles, le pire en terme de stress, est la transhumance. Car, non seulement cette dernière implique de transporter les colonies sur de longues distances, mais elle impose aussi aux abeilles des diètes pauvres sur des monocultures

souvent chargées de pesticides. Il faut ajouter à cela une proximité avec des millions d'autres abeilles provenant de plusieurs ruchers différents et donc, une exposition à multiples pathogènes. L'utilisation des nombreux traitements chimiques (acarides, virucides) et antibiotiques (à titre curatif ou préventif) (Pelletier, 2010). Les prélèvements trop importants de miel, suivis d'un nourrissage inadéquat (à base de sirop de sucre) (Ratia, 2009) imposent, eux aussi, certains stress aux abeilles.

#### - Changements climatiques

Le changement climatique est défini non seulement comme «une variation de température moyenne planétaire», mais également comme «un changement de la fréquence d'événements climatiques extrêmes, tels que les inondations, les tornades, etc.» (Villeneuve et Richard, 2007). De tels écarts climatiques ne facilitent pas la vie des abeilles en affectant même leur développement (Haubruge et al., 2006). Dès que l'on parle de l'effet de serre, on parle d'augmentation du niveau de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. En outre, les changements climatiques, en modifiant la température moyenne de certaines régions du globe, aurait un effet sur la biologie de certaines plantes en raccourcissant ou décalant leur période de floraison et en modifiant le régime alimentaire des abeilles (Pelletier, 2010).

## IX. Miel

Le miel est un élément nutritif et un remède : il favorise la longévité, la puissance physique, la vitalité intellectuelle. Il est aussi préconisé pour guérir certaines maladies. Il existe de nombreux types de miel :

### 1. Types de miel

- Le miel de [romarin](#) est considéré par les [Romains](#) comme le meilleur miel du monde. De couleur blanche, il est principalement produit dans les [Corbières](#). Il était un des multiples constituants de la [thériaque](#) de la [pharmacopée maritime XVIII<sup>e</sup> siècle](#).
- Le [miel de sapin des Vosges](#) est aussi très réputé. De couleur très sombre, il est issu du [miellat](#) se déposant sur les branches de sapins.
- Le miel de [robinier](#) faux-acacia, dit miel d'[acacia](#), ce miel de couleur blanc translucide a un goût très fin et sucré. Il a peu d'arôme mais, très apprécié et très demandé. Il cristallise très lentement en gros grain. Il reste donc liquide très longtemps. Il constitue un excellent régulateur intestinal.
- Le miel de [châtaignier](#) au goût corsé, amer, est visqueux et plus ou moins sombre selon qu'il provient de nectar ou de miellat.

- Le miel de [lavande](#), très parfumé, de couleur crème présente une granulation très fine.
- Le miel de [colza](#), avec une légère saveur de chou, est de couleur claire, il cristallise rapidement en raison d'une forte teneur en glucose.
- Le miel de [sarrasin](#) ou blé noir, corsé, de couleur brune, dense , son parfum mélange des odeurs de bois et de terre. Très riche en fer, le miel de sarrasin est énergétique et très bon pour la santé (récolté au Canada).
- Le miel de [garrigue](#) et de montagne, il est de toutes fleurs, sa saveur et son aspect dépendent de son terroir.
- Le miel de [bleuet](#), à partir des fleurs de bleuet.
- Le miel de [tournesol](#), ce miel de teinte jaune foncé a une saveur très agréable. Très efficace contre le mal de gorge et contre la fièvre. Il subit malheureusement une baisse de la production due à l'utilisation par de nombreux agriculteurs de tournesol qui entraîne la mort des abeilles.
- Le miel de [ronce](#), très parfumé, de couleur dorée, est un miel rare qui provient des fleurs de mûre.
- Miel de Carroube de couleur très foncée d'une saveur agréable, il est très bon pour la santé, récolté à Errachidia.
- Miel Daghmous de couleur marron, il a un goût âcre chauffe la gorge , il est reconnu pour ses vertus thérapeutiques et il est recommandé entre autres dans le traitement de l'asthme allergique, des maladies cardio-vasculaires, de l'hypertension.

## 2. Récolte du miel

Au départ de la ruche, l'abeille nous offre un miel toujours propre. Ce sont les manipulations de l'homme qui pourrait, si elles sont mal faite elles le modifient, le miel est un produit délicat.

Au cours de la récolte il faut éviter :

- L'humidité
- Microbes, bactéries, et autres agents pathogènes
- La poussière.

## 3. Composition du miel

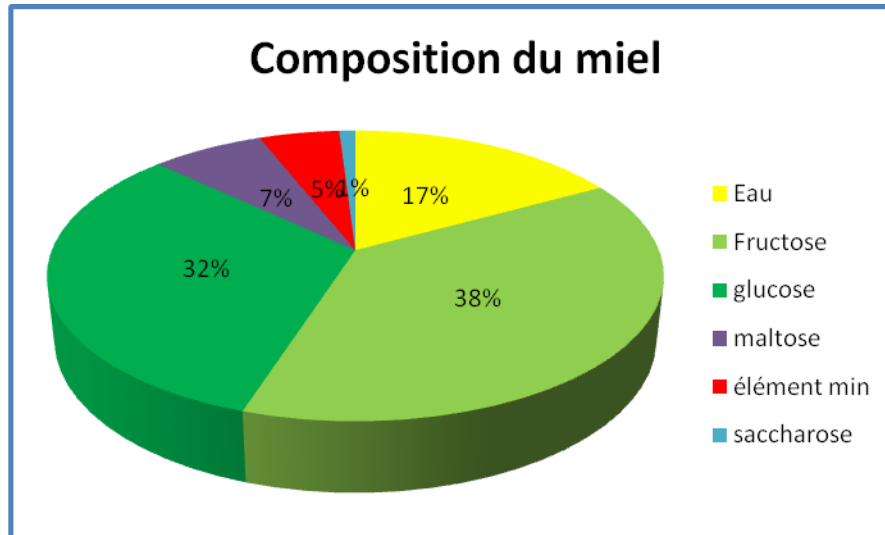


Figure 16 : Composition du miel (%)

Par leur origine différente, les miels ont une composition différente. On peut cependant établir une composition moyenne des miels de bonne qualité. En moyenne un miel est composé de :

- **17 % d'eau** : En année froide et humide ce pourcentage peut être nettement plus élevé. Un miel non operculé peut, lui aussi, contenir une quantité d'eau plus élevée.
- **32 % de glucose** (appelé aussi dextrose), 40 % de fructose (appelé également lévulose), 4 % d'autres sucres (saccharose, moins de 2 %, et quelques sucres du groupe maltose et autres,...), 3 % de substances diverses (pollen, vitamines, oligo-éléments, protéines, facteurs antibiotiques, enzymes,...), des parfums. Le glucose est un sucre simple (monosaccharide) directement assimilable par l'organisme, c'est à dire qu'il ne doit pas subir de digestion. Il est un constituant universel du protoplasme des cellules.
- **Le fructose 38%** est aussi un sucre simple très proche du glucose mais qui doit être transformé en glucose par la digestion. Ces deux sucres sont les plus facilement fermentescibles, c'est-à-dire qu'ils fermentent très facilement par l'action de levures ou de bactéries.
- **Le saccharose 1%**, le sucre ordinaire, se trouve en faible quantité dans nos miels. Sous l'action d'une enzyme, l'invertine, la molécule de saccharose s'hydrolyse, c'est-à-dire qu'elle forme, avec une molécule d'eau, une molécule de glucose et une molécule de fructose.

#### 4. Les bienfaits du miel:

Le miel a un usage thérapeutique efficace :

- Pour tuer les bactéries
- Pour calmer les nerfs et faciliter l'endormissement

- Pour cicatriser les plaies externes
- Contre les inflammations de l'estomac et de l'intestin
- Contre les maladies de bronches , et la diarrhée

## 5. Qualités nutritives du miel

Il est produit à partir du nectar des diverses fleurs aux goûts et arômes variés. C'est le nectar bitumé par les abeilles, associé à des complexes biochimiques (secrétés par les abeilles) qui, après nourrissage dans la ruche donne du miel. Le miel contient presque tous les oligo-éléments indispensables à l'homme. Il renferme du sodium, du potassium, du calcium, du fer du soufre, du magnésium, de l'argent, du phosphore, de l'iode, du nickel, des acides organiques, divers sucres (mactose, glucose, fructose...) des vitamines A, B1, B2, B3, B5, B6, B12, C4, D, K....

## 6. Facteurs d'altération du miel

Comme tout produit d'origine animale ou végétale, le miel dans sa complexité est susceptible de subir des altérations qui lui feront perdre une partie de ses qualités alimentaires et gustatives. Les facteurs pouvant provoquer une altération du miel sont nombreux. Nous en examinerons trois où l'intervention de l'apiculteur peut être déterminante.

### a. Fermentation

Un miel parfaitement mûr et dont la teneur en eau ne dépasse pas 17% est un milieu dans lequel les micro-organismes capables de provoquer la fermentation du miel ne savent pas se développer, même les levures qui s'attaquent aux sucres. La fermentation du miel se produira donc lorsque la teneur en eau est élevée, lorsque la température est suffisante et lorsque le miel contient des germes de fermentation capables de s'y développer. Le miel doit être parfaitement mûr.

### b. Température

Autre son action au niveau de la fermentation, la température peu modifier de différentes manières les miels qui y sont soumis. Notons au départ que les basses températures ont toujours un effet de protection du miel parce qu'elles empêchent l'action des enzymes et les réactions chimiques. Elles sont en plus un frein à l'évaporation des parfums du miel (un miel surgelé, non seulement garde sa structure liquide, garde aussi le parfum très particulier du miel frais).

L'action d'une température moyenne de longue durée (20°C pendant quelques mois) a autant d'influence qu'une température plus élevée sur un laps de temps plus court (50°C pendant quelques



jours).La chaleur aura pour effets de faire brunir le miel, de détruire certaines enzymes, de favoriser la formation de H.M.F (hydroxyméthylfurfurol).

### **c. Vieillessement**

Même dans les conditions normales de conservation, un miel vieillit mais sans bonifier. Ce vieillissement est principalement dû à l'action des enzymes et aussi à des modifications chimiques lentes. Avec le temps les miels brunissent, ils perdent du glucose et du lévulose mais augmentent en maltose et en saccharose. On constate aussi une augmentation en H.M.F. et de l'acidité en général. On constate également une disparition des arômes, tandis que la granulation augmente par fusion de plusieurs petits cristaux en un seul forcément plus gros. Le vieillissement du miel le rapproche donc d'un sucre ordinaire et lui enlève ses qualités commerciales.

# PARTIE

# EXPERIMENTALE

## C) Etude morphologique des abeilles

### III. Populations étudiées

Trois populations d'abeilles sont étudiées à raison de 20 individus par échantillon. Il s'agit de l'espèce *Apis mellifera major*, *Apis mellifera sahariensis* et *Apis mellifera intermissa*. Les 3 populations sont issues de différentes régions du Maroc à savoir :

Nord Centre du Maroc (dans la région de Sefrou) : *Apis mellifera major*

Nord Oriental du Maroc (dans le Rif) : *Apis mellifera intermissa*

Sud du Maroc : *Apis mellifera sahariensis*

Ces populations ont été procurées à partir d'une coopérative d'apiculteurs qui essayent de maîtriser et adapter les trois types d'abeilles au climat local de Séfrou. Les échantillons d'abeilles

ouvrières ont été prélavés et stockés dans l'éthanol absolu puis acheminés au laboratoire d'Ecologie Fonctionnelle et Environnement pour réaliser les études morphologiques.

#### **IV. Méthode d'étude**

Dans un premier temps, nous avons apporté des observations générales sur la morphologie des individus à étudier afin de vérifier leur état de conservation. Ensuite, les individus issus de chaque espèce d'abeilles étudiées sont fixés, sous la loupe binoculaire, sur du polyester. En utilisant une pince et une lame de rasoir, nous avons coupé individuellement les ailes postérieures et antérieures ainsi que les antennes à leur base. Ces différentes parties du corps sont posées entre lame et lamelle et fixés dans une goutte de baume de canada qui assure la conservation. Les lames préparées sont ensuite posées sur un papier millimétré pour faciliter les mesures à prendre (sous la loupe binoculaire).

Les paramètres morphologiques mesurés sont : la longueur totale du corps (LTC) de l'abeille, la longueur de l'abdomen (LAb), du thorax (LTh), de la tête (LTe), des ailes postérieures Droite (LPD) et gauche (LPG) ainsi que les ailes antérieures droite (LAD) et gauche (LAG). Le nombre d'articles antennaires et aussi, dénombré.

#### **D) Etude des composés phénoliques du miel utilisé**

##### **V. Matériel biologique**

Les échantillons de miel utilisés dans cette étude, sont au nombre de quatre, trois produits sont d'origine marocaine et le quatrième est issu du Mali :

- Miel 1 : de la région du sud
- Miel 2 : de la région du Gharb,
- Miel 3 : de la région de Fès,
- Miel 4 : du Mali

Ces 4 types de miel ont été conservés au laboratoire de physiopathologie et nutrition à la Fac de Médecine à l'abri de la lumière et à une température ambiante

##### **VI. Extraction des composés phénoliques**

Dans cette partie d'étude, nous avons essayé d'analyser la composition phénolique des quatre échantillons de miel. Ainsi, dans un premier temps, nous avons mélangé 5g de miel avec de l'eau distillée (25ml) et laissé agiter pendant 30 min. Par la suite le potentiel hydronium (pH) a été diminué

à 2 avec l'acide chloridrique. Nous avons ajouté 50 ml d'acétate d'éthyle et laissé agiter pendant 1 heure pour extraire les composés phénoliques. La phase organique (acétate d'éthyle) et la phase aqueuse (miel dilué) sont alors séparées et les composés phénoliques sont récupérés par Rote à vapeur dont nous avons obtenu les composés phénoliques concentrés dans un petit volume de méthanol (100µl).

### 1) Analyse des composés phénoliques du miel par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CG/SM) [Angerosa et al., 1995].

Les échantillons des phénols obtenus après extraction, ont été repris par l'ajout du méthanol et conservés en vue d'une analyse par CG/SM au sein du Centre Universitaire Régional d'Interface (CURI). Il s'agit à la fois d'une analyse quantitative et qualitative. Les molécules présentes dans l'échantillon se séparent dans un premier temps, grâce à la Chromatographie en phase Gazeuse. Ceci nous permet d'avoir une idée sur le nombre et le type des molécules dans un échantillon et aussi une idée sur leur abondance (ceci en se référant à une base de données). Après la séparation de chaque molécule, on passe par le spectromètre de masse qui permet la confirmation de la structure de la molécule.

**Tableau 1 : Analyse parCG-SM**

<b>Type de colonne</b>	<b>TR-5MS</b>
<b>Température d'injection</b>	<b>240°C</b>
<b>Volume d'injection</b>	<b>1µl</b>
<b>Mode d'injection</b>	<b>splitless</b>
<b>Gaz vecteur</b>	<b>Hélium</b>

**Tableau 2 : Conditions de séparation**

<b>Rampe (°C/min)</b>	<b>Température finale</b>	<b>Temps (min)</b>
	<b>40</b>	<b>2</b>
<b>5</b>	<b>280</b>	<b>10</b>

**Figure 25: CPG/SM (Angerosa .et al 1995)**

## VII. Dosage des composés phénoliques par la méthode Folin-Ciocalteu

### 4. Principe

La quantité des composés phénoliques des quatre miels est quantifiée par la méthode de Folin Ciocalteu. L'ensemble des composés phénoliques est oxydé par le réactif de Folin-Ciocalteu. Ce dernier est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ( $H_3PW_{12}O_{40}$ ) et d'acide phosphomolybdique ( $H_3PMO_{12}O_{40}$ ), lors de l'oxydation des phénols en mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdènes. La coloration bleue produite possède un maximum d'absorption à 750 nm. Elle est proportionnelle aux teneurs en composés phénoliques. Les teneurs des composés phénoliques sont calculées en prenant l'acide gallique comme référence.

## 5. Réactifs utilisés

- Acide gallique
- Réactif de Folin-Ciocalteu
- Carbonate de sodium

## 6. Mode opératoire

### - Préparation de la gamme d'étalonnage

- On pèse 200 mg d'acide gallique; qu'on dissout dans 100 ml d'eau, soit une solution  $S_1$  avec une concentration de 2mg/ml ;
- On va diluer la solution mère comme suivant :
- On Prélève 5ml de la solution mère, puis on ajoute 5 ml d'eau distillée et on obtient la dilution  $S/2$  (la même procédure a été refaite pour les autres dilutions).

### - Dilution de la solution mère d'échantillon Etudié

- On va mettre dans des tubes à essais 0,9ml d'eau puis on va ajouter 0,1ml de solution mère au premier tube et bien vortexer. On prélève 0,1ml de la solution du premier tube et l'ajouter au deuxième tube qui contient 0,9ml d'eau et on refait la même procédure pour les autres tubes jusqu'à la dilution 1/1000, ensuite on va refaire la même chose pour la dilution de solution de méthanol mais jusqu'à la dilution 1/10000

### - Détermination de la teneur proprement dite

- On prélève 0.5 ml de chaque dilution d'échantillon dans des tubes à essais ; et on ajoute 5 ml d'eau dans chaque tube ; puis on va ajouter 0.5 ml de réactif de Folin-Ciocalteu ;
- Après 3 mn, on ajoute 0.5 ml de carbonate de sodium à 20 % ; on va laisser incuber pendant une heure à température ambiante et à l'abri de la lumière.

Le blanc est représenté par 5 ml d'eau additionné de 0.5 ml de Folin-Ciocalteu's et 0.5 ml de carbonate de sodium à 20 %. La lecture des absorbances est faite à 760 nm, après agitation de 3min et un repos d'une heure. La concentration en composés phénoliques est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant l'acide gallique comme standard d'étalonnage.

## **VIII. Analyse Spectrale des composés phénoliques des miels étudiés**

### **1. Le but**

Cette analyse a pour objectif de déterminer l'absorbance maximale pour chaque longueur d'onde dans le domaine invisible (200-400nm) et visible (400-800nm)

### **2. Méthode du travail**

La dilution du miel a été effectuée comme suit :

On va mettre dans des tubes à essais 2.7ml d'eau distillée puis on ajoute 0.3ml du miel analysé ; on va prélever 0.3ml de premier tube et on ajoute 2.7ml d'eau distillée. On va Continuer la dilution de même manière jusqu'à l'obtention 1/1000 de la dilutio et la lecture des absorbances est faite sur plusieurs longueurs d'ondes dans le domaine invisible (200, 225, 250,...,400.) et dans le domaine visible (400, 425,... ,800).

# RESULTATS ET DISCUSSION

## C) ANALYSE DESCRIPTIVE DES POPULATIONS D'ABEILLES DOMESTIQUES

### VI. Elaboration d'une base de données morphométrique des trois populations d'abeilles étudiées

Cette étude préliminaire sur la caractérisation morphologique des abeilles au Maroc, constitue une ébauche d'une base de données morphométriques (statistique et numérique) qui servira comme référence pour les chercheurs et les apiculteurs pour une caractérisation rapide de leur élevage et production de miel.

Dans cette optique nous avons jugé utile de créer une petite base de données des abeilles marocaines en introduisant des mesures caractéristiques qui peuvent constituer **des jalons** dans le domaine d'entomologie appliquée, dont le développement peut aboutir à une application informatique qui va simplifier la caractérisation et l'identification morphologique.

### 1) Morphométrie d'*Apis mellifera saharienne*

*Apis mellifera sahariensis* de couleur jaune rouge, avec un grand abdomen (figure 17). Sa taille est grande par rapport aux deux autres espèces, elle à un indice cubital élevé, elle possède une résistance remarquable aux conditions difficiles du milieu. Elle se retrouve au sud du Maroc (tafilalt).



**Figure 17** : Image montrant la morphologie de l'abeille *Apis mellifera sahariensis*.

### 2) Morphométrie d'*Apis mellifera major*

*Apis mellifera major* : Sa morphologie diffère de celle des deux populations précédentes. Cette espèce est caractérisée par la présence d'une trompe très particulière pointu en avant (figure 18). Elle possède un abdomen qui est pointu à sa terminaison, elle est de couleur brune. On la rencontre dans le rif, dans la région d'Al Hoceima.





**Figure 18** : Image montrant la morphologie de l'abeille *Apis mellifera major*

### 3) Morphométrie d'*Apis mellifera intermissa*

*Apis mellifera intermissa* est à pigmentation uniformément foncée avec des éclaircissements peu nets sur les tergites abdominaux et le scutellum (figure 19). Elle est de couleur noire foncée, sa taille est plus petite que celles des 2 autres espèces marocaines. Cette espèce se trouve au nord du Maroc (laraiche).



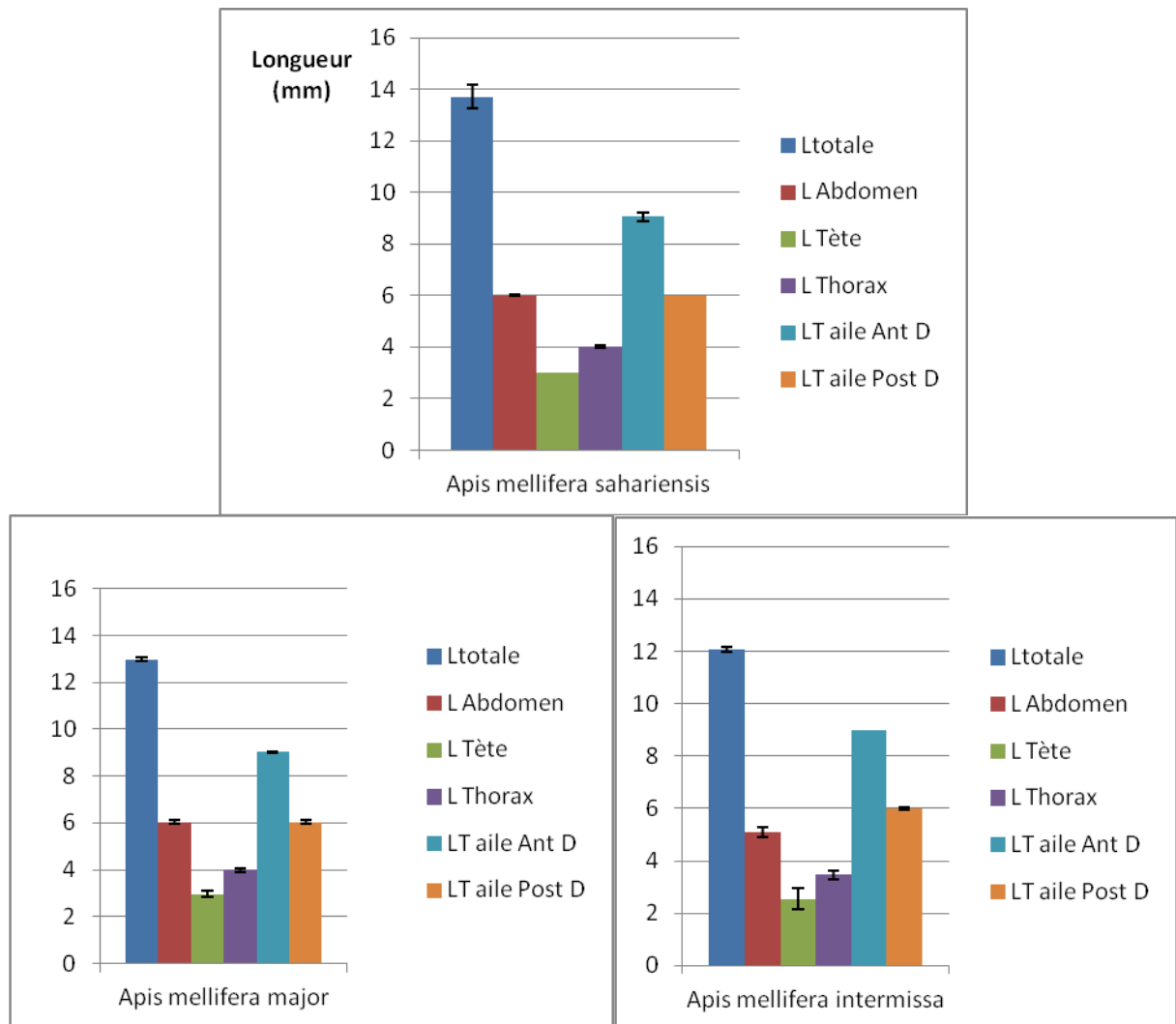
**Figure 19** : Image montrant la morphologie d'une abeille de l'espèce *Apis mellifera intermissa*

Les moyennes des paramètres morphologiques obtenus séparément des espèces *Apis mellifera major*, *Apis mellifera sahariensis* et *Apis mellifera intermissa* sont groupés dans le tableau 3 qui aligne les paramètres des trois populations d'abeilles étudiées.

**Tableau 3 : Moyennes des mesures des différents traits morphologiques des 3 populations d'abeilles**

Espèces	LTC	LA	L Te	L Th	LTAD	LTAPD
<i>Apis MellificaSahariensis</i>	13,7	6,006	3	4,023	9,06	6
<i>Apis mellifera major</i>	12,9	6,029	2,958	4	9,012	6,023
<i>Apis melliferaintermissa</i>	12,046	5,088	2,533	3,457	9	5,989

*LTC* : Longueur total du Corps, *LA* : Longueur Abdomen, *LTe* : Longueur de la tete, *LTh* :Longueur du thorax , *LTAD*, Longueur total aile antérieure droit et *LTAPD* : Longueur total de l'aile postérieure droit



**Figure 20 :** Représentation graphique des différents traits morphologiques des 3 populations d’abeilles marocaines

## VII. Analyse statistique des données morphométriques

Afin de déterminer la signification des variables étudiées « Longueur total, longueur d’abdomen, longueur de la tête, longueur du thorax, longueur de l’aile antérieure, longueur de l’aile Postérieur », nous avons procédé à une analyse de variance (ANOVA) à 1 seul facteur, et le test de Fischer ( $\alpha = 5\%$ ) est effectué par l’Excel 2007.

**Tableau 4 : Analyse de la variance ANOVA ( $\alpha=0,05$ )**

P value de tous les variables est inférieur à 5%, ce qui signifie l'existence d'une différence significative entre les moyennes des différentes populations étudiées

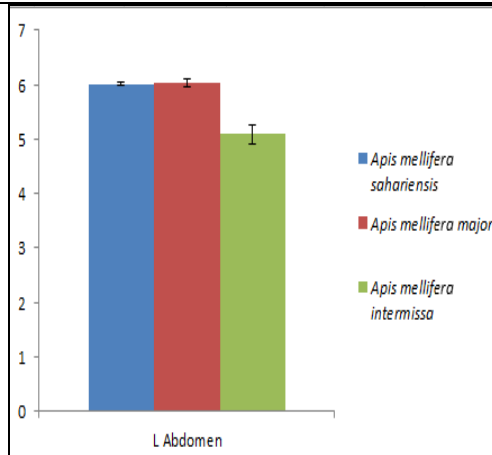
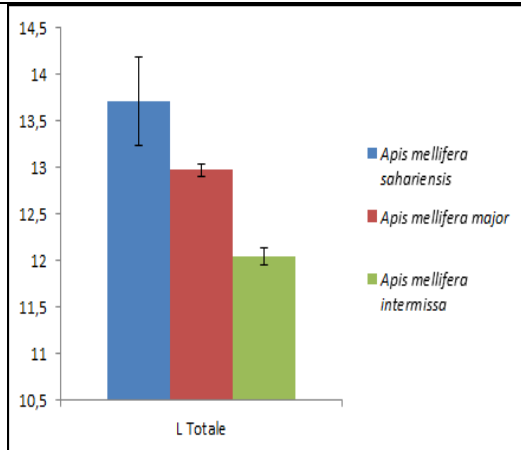
### **VIII. Etude comparative des paramètres morphologiques des abeilles étudiées**

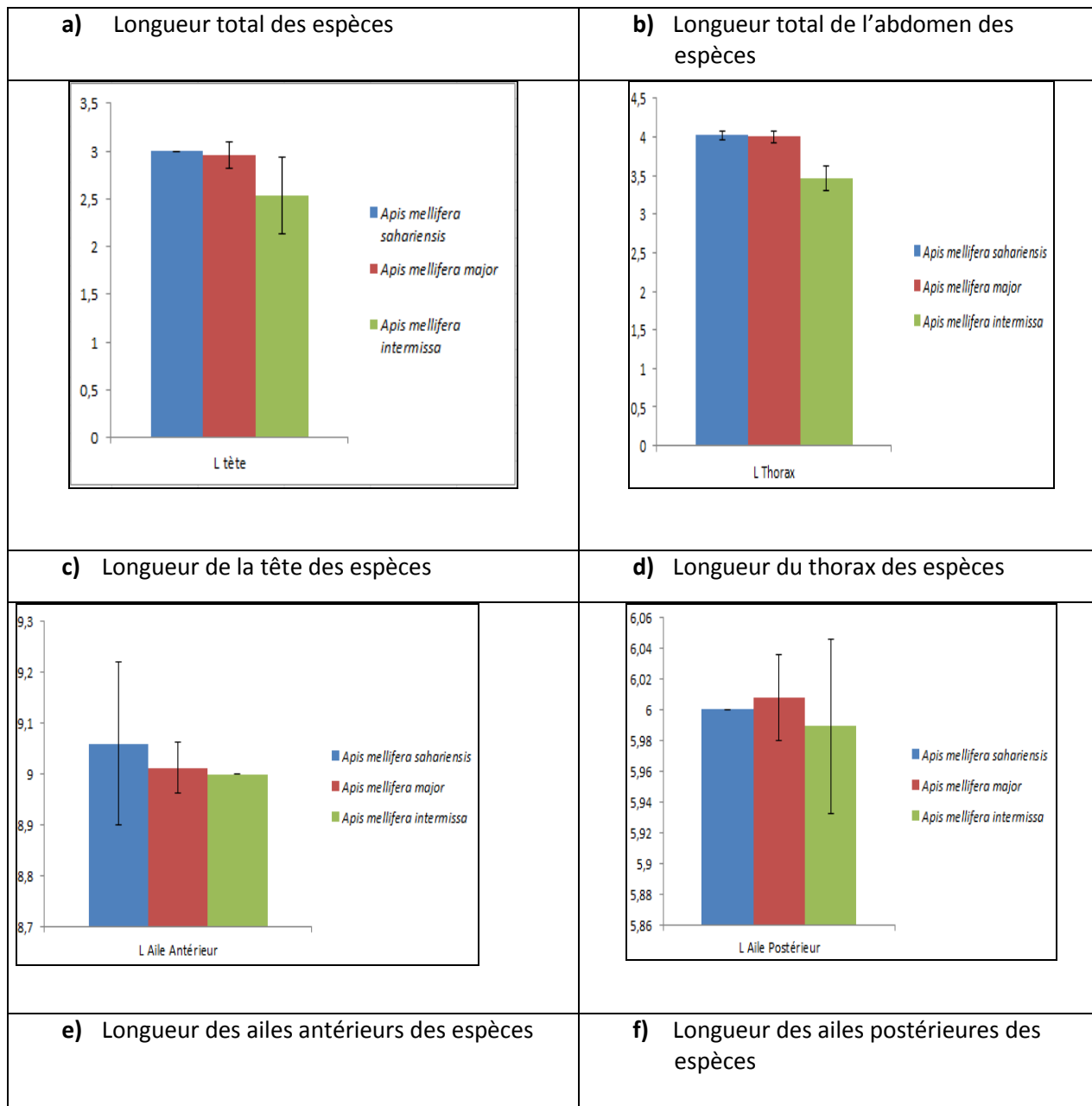
L'analyse de la variance nous a permis de poursuivre notre étude comparative focalisée sur les paramètres morphologiques des 3 espèces *Apis mellifera major*, *Apis mellifera sahariensis* et *Apis mellifera intermissa*. Ces paramètres sont la longueur totale du corps (LTC) de l'abeille, la longueur de l'abdomen (LA), la longueur du thorax (LTh), la longueur de tête (LTe), la longueur de l'aile

<b>Variables</b>	<b>Test F</b>	<b>P value</b>	<b>F critique</b>
<b>Longueur total</b>	217,878775	P<0,05	3,15884272
<b>Longueur abdomen</b>	456,997842	P<0,05	3,15884272
<b>Longueur de la tête</b>	15,7354724	P<0,05	3,15884272
<b>Longueur du thorax</b>	168,185714	P<0,05	3,15884272
<b>Longueur de l'aile antérieure</b>	6,71506849	P<0,05	3,15884272
<b>Longueur de l'aile Postérieur</b>	12,1940299	P<0,05	3,1588427

postérieure (LP) et la longueur antérieure droite (LAD) et gauche LAN et le nombre d'articles des antennes.

Les résultats sont résumés dans la figure 21 qui illustre la confrontation des paramètres morphologiques individuels pour les trois populations d'abeilles étudiées. De ces résultats nous pouvons conclure que les traits morphologiques étudiés peuvent constituer une base d'identification des espèces d'abeilles. Comme la plupart des espèces, la structure génétique de l'abeille 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 au Maroc et montre une variabilité morphologique et génétique très structurée.











**Figure 21** : Représentation graphique des différents paramètres étudiés chez les 3 populations d'abeilles **a** : LT, **b** : LT Ab, **c** : L Tête, **d** : L Th, **e** : L Aile Ant, **f** : L Aile Post.

### IX. Elaboration d'une base de données numérique des abeilles étudiées

Les ailes antérieurs et postérieurs piégés dans le baume de canada, ont été numérisées, via scannée pour créer des images de haute résolution, pour les individus des trois populations des abeilles étudiées. Le tableau suivant ci-dessous regroupe un échantillon d'images scannées pour les abeilles *Apis mellifera major* et *Apis mellifera sahariensis* et *Apis mellifera intermissa*.

**Tableau 5** : Lames préparées des échantillons étudiés

Espèces	Images des ailes antérieures et postérieures
---------	--

<i>Apis mellifera major</i>		
<i>Apis mellifera sahariensis</i>		
<i>Apis mellifera intermissa.</i>		

(Chaque lame contient les antennes, les ailes antérieures et postérieures)

L'analyse morphométrique constitue une composante principale dans l'identification des différentes espèces d'abeilles, telle que l'évaluation de l'indice cubital. Ce dernier est mesuré au niveau des nervures de l'aile antérieure d'une ouvrière. Sur la 3<sup>ème</sup> cellule cubitale, la longueur des nervures A et B est mesurée. L'indice cubital correspond au rapport A/B (figure 22). Celui-ci a été largement utilisé dans la systématique des abeilles.

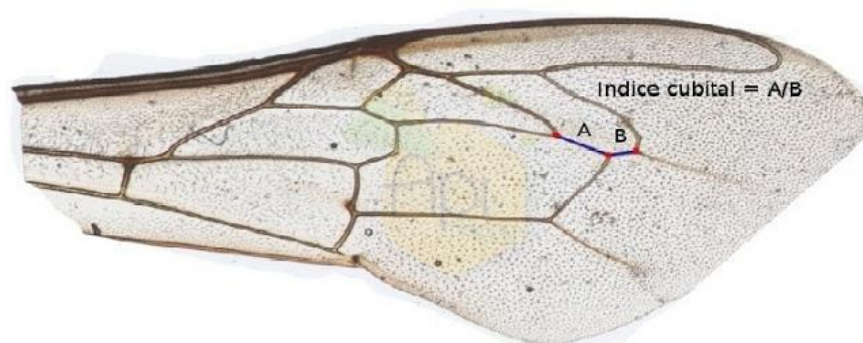
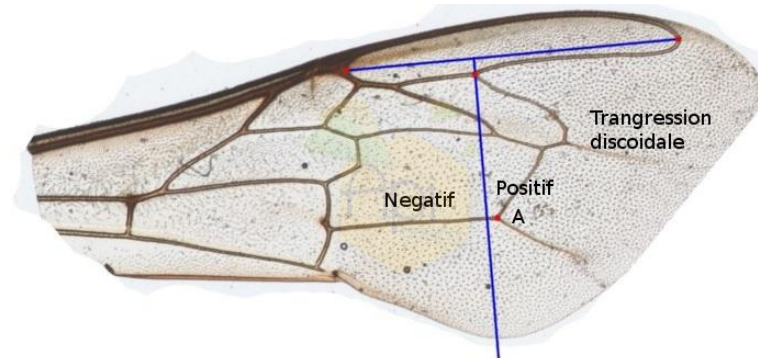


Figure 22 : Image d'une aile d'abeille montrant la nervure de la 3<sup>ème</sup> cellule cubitale permettant le calcul de l'indice cubital (A/B)

La transgression discoïdale est un autre critère morphologique exploitable dans l'identification des abeilles domestiques. Ce critère est mesuré au niveau des nervures de l'aile antérieure d'une ouvrière (figure: 23). Pour déterminer la position du point discoïdal (A) il faut tracer une droite reliant les deux extrémités de la cellule radiale (CR) puis tracer une droite perpendiculaire passant par l'intersection des nervures de la cellule radiale et cubitale. Si la droite perpendiculaire se trouve en position proximale de l'aile par rapport au point A : la transgression discoïdale est négative. Si la droite perpendiculaire se trouve en position distale de l'aile par rapport au point A : la transgression discoïdale est positive.



**Figure 23** : Image d'une aile d'abeille montrant l'indice de la transgression discoïdale.

Sur cette base morphométrique numérique, on note la mise en place de conservatoires génétiques (Garnery 2004). L'analyse morphométrique est réalisée grâce à la numérisation des ailes, suivie de la mesure de 19 points repères appelés aussi les landmarks (Figure 24). Des mesures ont été réalisées à la fois sur des abeilles d'origine française, et sur des abeilles de différents pays afin de disposer de populations de référence.

Cette étude morphométrique a été largement utilisée chez les orthoptères acridiens (EL Ghadraoui., 2002), cet auteur a mis en évidence la distinction des espèces acridiens en relation étroite avec le positionnement des landmarks au niveau des élytres. Les résultats préliminaires montrent que les lignées évolutives sont très correctement identifiées. En France, la diversité morphologique, bien que faible, montre un certain degré de régionalisation, garantie d'une pertinence qui devra être étudiée plus avant.

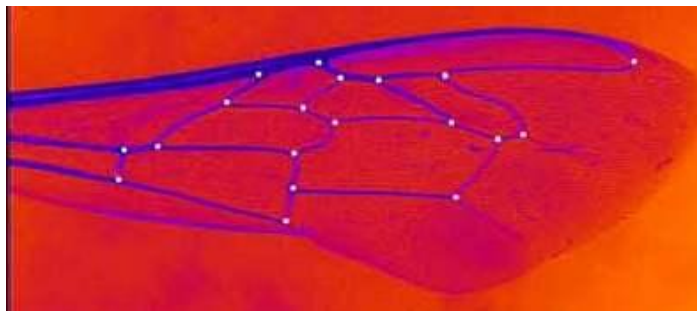


Figure24 : Image d'une aile d'abeille montrant les points de rencontres des nervures

Faute de manque de Logiciel AppiClass, nous nous sommes parvenus à mener à terme cette étude numérique. Mais l'octroi de ce logiciel avec l'aide précieux du logiciel AutCAD, nous permettra de continuer l'élaboration et la construction de la base de données numériques morphométriques des abeilles domestiques au Maroc. Une étude de morphométrie géométrique bien approfondie nous permettra une description morphologique bien détaillée des ailes postérieures et antérieures des abeilles. Celle-ci, nous sera d'une grande importance dans l'identification des espèces d'abeilles domestiques.

## X. Conclusion

Dans la partie consacrée à la construction d'une banque de données statistique et numériques nous sommes parvenues à :

- Créer une base de données morphométrique statistique susceptible d'aider les chercheurs et les apiculteurs dans la caractérisation, l'identification et l'analyse des populations d'abeilles domestiques marocaines.
- Créer une base de données numérique dont le développement aboutira à une systématisation du savoir-faire en apiculture et recherches scientifiques dans le domaine.

## D) ANALYSE DES COMPOSES PHENOLIQUES DE MIEL

Les composés phénoliques jouent un rôle primordial dans l'acquisition des caractères thérapeutiques et organoleptiques. Cette deuxième partie consiste à trouver une méthode de caractérisation et d'authentification chimio-taxonomique des miels. Dans cette optique, nous avons ciblé la recherche de différenciation potentielle des profils phénoliques des miels marocains.

### I. Dosage des composés phénoliques par la méthode de Folin-ciocalteau

#### 2) gamme d'étalonnage acide gallique

Pour mesurer la concentration des composés phénoliques, dans nos échantillons de miel, on s'est référé à une courbe d'étalonnage obtenue en utilisant l'acide gallique dissous dans l'eau distillée,



comme standard d'étalonnage. Après la lecture des densités optiques dans le spectrophotomètre à 760 nm des tubes de notre gamme, nous avons effectué une représentation graphique pour s'enquérir de la validité de la loi de Beer-Lambert.

A partir de cette figure, nous avons remarqué que le coefficient de corrélation est de l'ordre de 0.99 et à partir de l'équation  $y = 15,52x$ , nous pouvons calculer la concentration des composés phénoliques dans nos échantillons (tableau 6).

**Tableau 6 :** Dosage par la méthode Ciocalteu des composés phénoliques du miel

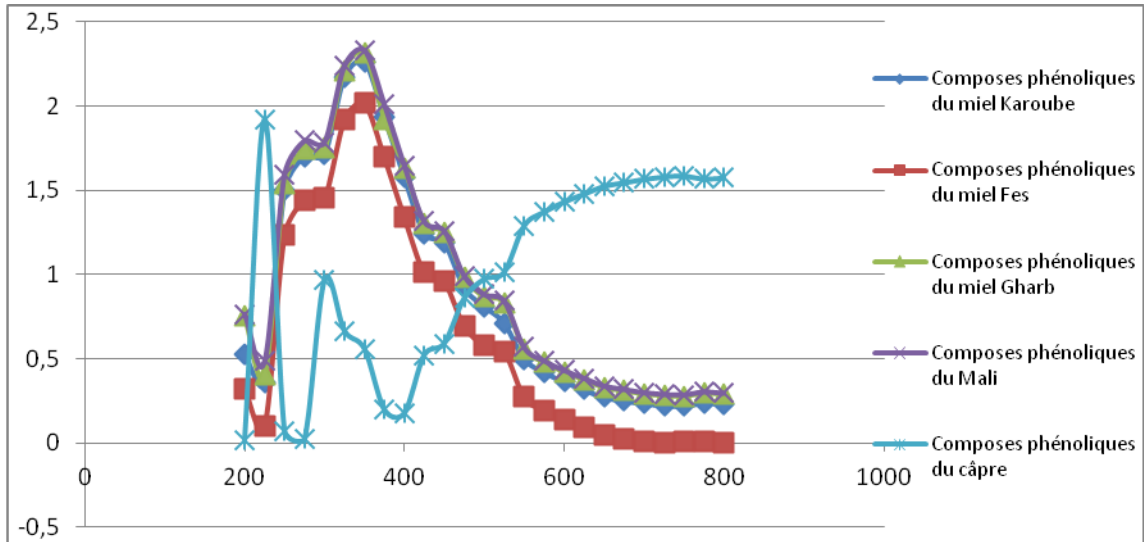
Echantillons de Miel	Carroube	Gharb	Fès	Mali
Composés phénoliques mg/100g	36,11	14,59	5,41	47,26

A partir des résultats obtenus du (tableau 6), présentant les composés phénoliques dosés par une méthode chimique (Folin-ciocalteu), nous constatons qu'il y a une variation de composés phénoliques dans les miels étudiés. Le miel de la région de Fès présente des teneurs faibles en composés phénoliques puis par ordre de priorité celui du Gharb, celui du Caroube et finalement le miel issu du Mali qui présente les teneurs les plus élevés en composés phénoliques.

## II. Analyse spectrale des composés phénoliques des miels étudiés

### 3. Spectre des composés phénoliques

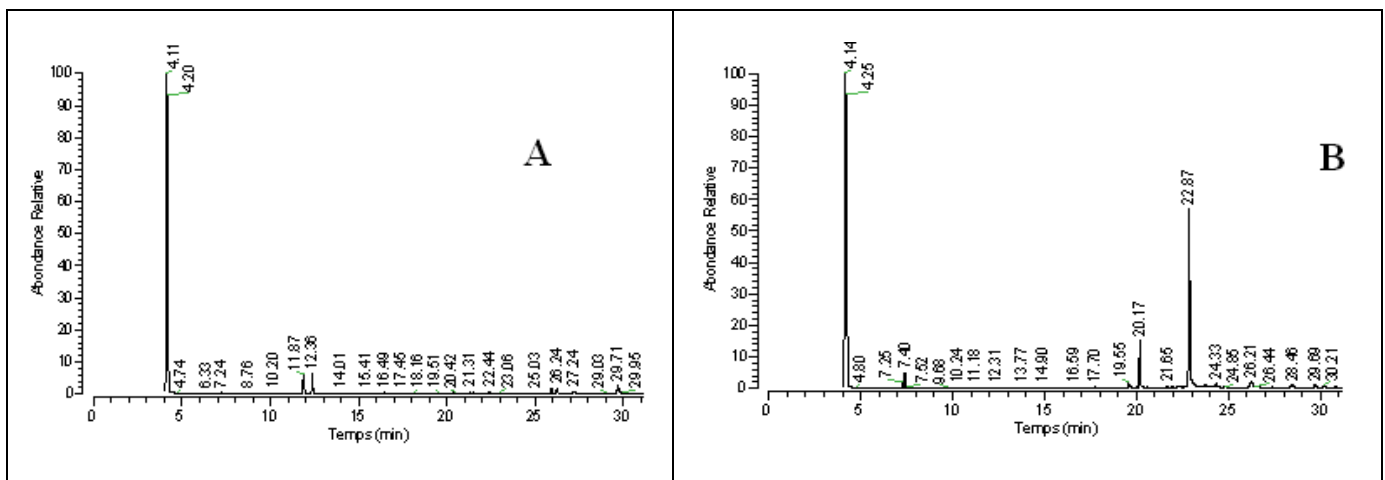
La figure 25 représente la variation de densité optique, dans une gamme de longueur d'onde allant de 200 à 800 nm, des composés phénoliques des miels étudiés. Cette figure montre une similitude du profil de composés phénoliques des miels analysés. On constate aussi que les analyses quantitatives par la méthode chimique (Folin-ciocalteu) concordent avec les analyses spectrales dont on note le même ordre de priorité présenté dans le tableau 9, au niveau des amplitudes des spectres. Comme témoin, nous avons fait appel aux composés phénoliques du câpre *Capparis spinosa* pour montrer la similitude des profils phénoliques des miels et leur confrontation avec un profil phénolique d'origine végétale.



**Figure 25 :** Les spectres d'absorbance des composés phénoliques des miels étudiés  
 D'après la figure ci-dessus, on constate que les miels absorbent plus dans l'invisible (200 et 400 nm) que dans le visible (400 et 800 nm).

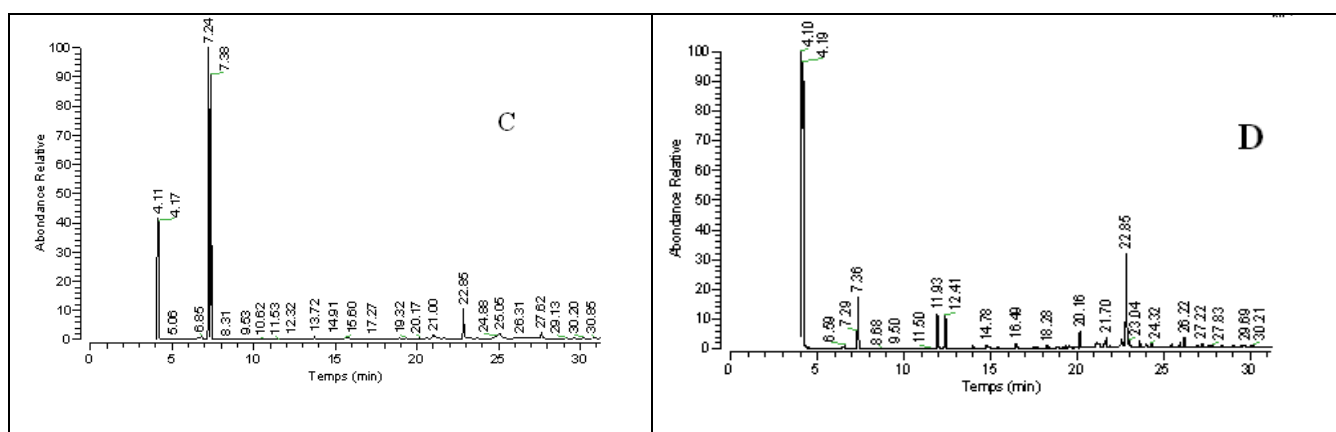
#### 4. Analyse des composés phénoliques par chromatographie en phase gazeuse :

Les figures suivantes représentent les chromatogrammes des différents échantillons de miels soumis à l'analyse chromatographie en phase gazeuse.



**Figure 26 :** Analyse CG des composés phénoliques présents dans échantillons A et B

On distingue pour l'échantillon A miel de Fès un chevauchement de deux pics majoritaires (entre la min 4,11 et 4,20) regroupant deux molécules phénoliques. Deux autres pics sont suspects d'être phénoliques (les min : 11,87 et 12,36). Deux autres pics sont localisés à 26,24 min et 27,24 min. Un pic tardif à 29,71 min. Pour les pics, il semble difficile de trancher sur leur caractère phénolique à cause des bruits de fond. Pour l'échantillon B : miel de Carroube on remarque la présence de trois molécules phénoliques majoritaire sortant respectivement à 4,14 4,25 et 22,87 min. On note aussi, la présence de deux molécules minoritaires 7,40, 19,55, 20,17, 26,21, 28,40, 29,60 et 30,21 min.



**Figure 27 :** Analyse CG des composés phénoliques présents dans échantillons C et D

L'analyse de l'échantillon C : miel de Gharb montre la présence de huit pics de molécules phénoliques et de trois autres pics susceptibles d'être des molécules phénoliques sortant à 21,70, 23,04 et à 26,22 min. Trois pics majoritaires dont deux se chevauchent et sortent à 4,1min, 4,19min et autre sortant à 22,85min. Cinq autres pics sont localisés à 7,29, 7,36, 11,19, 12,41 et 20,16 min, au total nous avons huit molécules phénoliques et trois autres susceptibles de l'être. L'analyse de l'échantillon D : miel de Mali montre la présence de huit pics de molécules phénoliques et deux autres susceptibles de l'être sortant à 21,70 et 26,22min. Deux pics majoritaires se chevauchent et sortent à 4,10 et 4,19 min. Nous remarquons aussi des pics minoritaires sortant à 7,29, 7,36, 11,93, 12,41, 20,41min et un dernier plus important que les autres pics minoritaires sortant à 22,85min. Deux autres pics sont susceptibles d'être des molécules phénoliques sont localisés à 21,70 et 26,22min.

En guise de conclusion de cette étude chromatographique, nous constatons la présence d'une diversité de composés phénoliques au niveau des échantillons des miels analysés. Les travaux portant sur l'identification de ces molécules sont en cours, et feront l'objet d'une étude antérieure plus approfondie.

D'après nos résultats, on peut conclure qu'il existe une différence au niveau de :

- La diversité quantitative et qualitative des composés phénoliques dans le miel marocain
- La diversité des profils phénoliques des miels démontrés par CPG
- La conformité des miels
- L'identité spectrale des miels en général

## Conclusion Générale

Les caractères morphologiques des insectes sont d'une grande importance dans l'identification des espèces. La morphométrie classique nous permet de mesurer les différents traits morphologiques des individus regroupant un taxon. Si elle est bien faite, elle nous permet de caractériser morphologiquement une espèce donnée et donc nous faciliter la distinction voir l'identification d'une espèce.

En guise de conclusion de cette étude préliminaire sur les abeilles et le miel du Maroc nous pouvons relater sur les deux volets entamés.

D'après les résultats obtenus, nous avons pu Créer une base de données morphométriques statistiques susceptibles d'aider les chercheurs et les apiculteurs pour la caractérisation et l'identification des trois populations d'abeilles marocaines, suivi d'une base de données numériques pour aboutir à une systématisation du savoir-faire. Ceci pourrait contribué au développement de l'apiculture, ainsi que les recherches scientifiques dans le domaine.

L'étude des composés phénoliques du miel nous a permis de démontrer qu'il y a une diversité quantitative et qualitative des composés phénoliques dans le miel marocain, d'après les résultats obtenus par CPG. Nous avons pu conclure aussi, qu'il y a une conformité du miel d'après les résultats obtenus par l'analyse spectrale.

En perspective, nous optons à continuer l'élaboration de la base de données statistiques et numériques des abeilles. Entamer parallèlement l'étude moléculaire des trois abeilles étudiées.

Sur le volet caractérisation des composés phénoliques du miel marocain, nous optons à poursuivre l'identification des composés phénoliques pour établir la carte chimio- taxonomique du miel au Maroc avec ses sources florales.

## ANNEXES

**Tableau 1 : Données morphométriques de l'abeille *Apis Mellifica Sahariensis***

<b>Individus</b>	<b>LTC</b>	<b>LA</b>	<b>L Te</b>	<b>L Th</b>	<b>LTAD</b>	<b>LTAPD</b>
1	14	6,1	2.7	4,2	9.2	6.3
2	13	6	3	3.9	9.2	6.3
3	13.2	5.9	2.5	4,1	9	6.1
4	14	6	2.7	4	9.1	6.2
5	14	6	2.7	4	9.1	6.1
6	13.5	5.8	2.5	3.8	9	6
7	13	6	2.5	4	9.1	6.1
8	14	6	2.7	3.9	9	6.1
9	13.5	6	2.6	3.9	9	6.2
10	14	6	2.3	4	9	6.1
11	13	5.8	3	4	9,4	6.3
12	14	6	3	4	9	6.2
13	14	6	3	3.8	9,5	6.1
14	14	6	2.7	4	9	6.2
15	14	5.9	2.7	3.9	9	6.1
16	13.5	6	3	3.9	9	6.1
17	13.8	6	2.5	4	9	6
18	13.5	6	2.7	4	9	6.1
19	13	6	2.5	4	9	6.1
20	14	6	2.5	4	9	6
<b>Moyenne</b>	13,7143	6,00625	3	4,02308	9,06	6
<b>Ecart type</b>	0,46881	0,025	0	0,05991	0,15946	0
<b>Erreur</b>	0,10483	0,00559	0	0,0134	0,03566	0

## Conclusion Générale

Les caractères morphologiques des insectes sont d'une grande importance dans l'identification des espèces. La morphométrie classique nous permet de mesurer les différents traits morphologiques des individus regroupant un taxon. Si elle est bien faite, elle nous permet de caractériser morphologiquement une espèce donnée et donc nous faciliter la distinction voir l'identification d'une espèce.

En guise de conclusion de cette étude préliminaire sur les abeilles et le miel du Maroc nous pouvons relater sur les deux volets entamés.

D'après les résultats obtenus, nous avons pu Créer une base de données morphométriques statistiques susceptibles d'aider les chercheurs et les apiculteurs pour la caractérisation et l'identification des trois populations d'abeilles marocaines, suivi d'une base de données numériques pour aboutir à une systématisation du savoir-faire. Ceci pourrait contribué au développement de l'apiculture, ainsi que les recherches scientifiques dans le domaine.

L'étude des composés phénoliques du miel nous a permis de démontrer qu'il y a une diversité quantitative et qualitative des composés phénoliques dans le miel marocain, d'après les résultats obtenus par CPG. Nous avons pu conclure aussi, qu'il y a une conformité du miel d'après les résultats obtenus par l'analyse spectrale.

En perspective, nous optons à continuer l'élaboration de la base de données statistiques et numériques des abeilles. Entamer parallèlement l'étude moléculaire des trois abeilles étudiées.

Sur le volet caractérisation des composés phénoliques du miel marocain, nous optons à poursuivre l'identification des composés phénoliques pour établir la carte chimio- taxonomique du miel au Maroc avec ses sources florales.