

République Algérienne Démocratique et Populaire  
*Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique*

*Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou*

*Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques*

*Département d'Agronomie*



## **Mémoire de fin d'étude**

**En vue d'obtention du diplôme de master académique**

**Spécialité: transformation et conservation des produits agricoles.**

### **Thème**

**Etude des caractéristiques physico-chimiques du pollen  
d'abeille de la région de Naciria( W.Boumerdes).**

**Réalisé par :**

**M<sup>elle</sup> : YOUNSI Dyhia      et      M<sup>elle</sup> : LAZIZI Naïma**

**Proposé et dirigé par : Mr BENGANA M      Maitre assistant A à l'UMMTO.**

**Président : Mr AMIR Y      Professeur à l'UMMTO.**

**Examinatrice : Mme REMANE Y      Maitre assistante A à l'UMMTO.**

**Examinatrice : Mme BENTAYEB S      Maitre assistante B à l'UMMTO.**

**2015/2016**



## Remerciements

\* *Nous remercions DIEU tout puissant, maître des cieux et de terre, qui nous a permis de mener à bien ce travail.*

\* *Tout d'abord on tient surtout à adresser nos plus vifs remerciements à Mr Benghana, qui nous a permis de réaliser ce travail sous sa direction. Nous ne saurons jamais oublier sa disponibilité, son assistance et ses conseils judicieux pour nous.*

\* *Nous remercions vivement Mr AMIR qui nous a fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire. Nos remerciements vont aussi à Mme REMANE et Mme BENTAYEB pour avoir bien voulu examiner ce travail.*

\* *Un grand merci pour toute l'équipe de laboratoire, pour avoir suivi et guidé d'une manière permanente et attentive les essais de notre expérimentation. Ainsi qu'à toute l'équipe des bibliothèques de faculté des sciences biologiques et agronomiques.*

\* *A madame CHERIFIA, nous adressons nos sincères remerciements, pour son aide et sa générosité scientifique.*

\* *Au personnel de l'université qu'il trouve ici la marque de notre plus haut respect.*

\* *A nos amis de l'Université Met ceux du département de biologie et agronomie auxquels nous nous sommes très reconnaissants.*



## Dédicace

*\*Avec l'aide de Dieu le tout puissant, nous avons pu achever ce modeste travail que je dédie :*

*\*A mes très chers parents pour leur amour et leur support continu*

*\*A mes chères sœurs **Sarah** et **Thanina** et mon cher frère **Abdellah***

*\*A la mémoire de ma sœur **Lydia** et ma grand-mère **Zahra***

*\*A toute ma famille et ma belle famille.*

*\*A tous mes amis (e)s*

*\*A tous mes **professeurs***

*\*A tous les étudiants(es) du département des sciences biologiques et agronomiques, en particulier la promotion de **TCPA 2015/2016**, à qui je souhaite le bonheur et la réussite.*

*\*A toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.*

*Dyfia*



## Dédicace

*Je dédie ce modeste travail à la femme la plus douce du monde, la femme qui m'a donné la vie et qui m'a toujours entouré par son amour et son support ; ma très chère **maman** ;*

*A l'homme exemplaire qui a sacrifié sa vie afin de nous voir grandir et réussir dans notre vie ; mon très cher **papa** ;*

*A ma chère grande sœur **Taous** ;*

*A la mémoire de mon chère oncle **Slimane** ...je t'aime beaucoup «khalou» que Dieu le tout puissant t'accueille dans son vaste paradis ;*

*A tout mes amis (e)s et en particulier **Sadia, Lynda, Nassima, Saliha, Nacira, Kami, Madouda, Sekoura, soriyra, Sihame , Kamelia et thinhinene** ;*

*A la personne qui m'a toujours aidé et encouragé ; **G .Mohamed** merci pour tout ;*

*A tout mes **professeurs** ;*

*A tout les étudiants (es) de la faculté des sciences biologiques et agronomiques et en particulier la première promotion de transformation et conservation des produits agricoles (**TCPA**) **2015/2016.***

***Naima***

## Liste des abréviations

---

Tc :	Taux de cendres.
MG :	Matière Grasse.
EMP :	Extrait Méthanolique du pollen.
DO :	Densité Optique.
pH :	Potentiel d'Hydrogène.
MEB :	Microscope Electronique à Balayage.
CPG :	Chromatographie Phase Gazeuse.
Ms :	matière sèche.
Ech :	Echantillon.
SM :	Solution Mère.
M :	Mole.
mM :	milli Mole.
nm :	nanomètre.
Meq NaOH	mili equivalent NaOH.
AGS :	Acide gras saturé.
AGI :	Acide gras insaturé.
AGMI :	Acide gras mono insaturé.
AGPI :	Acide gras poly insaturé.

## Liste des figures

---

**Figure 1:** La morphologie de l'abeille et ses différentes castes (ANONYME, 2002)

**Figure 2 :** la morphologie d'une fleur de pommier (ANONYME, 2008)

**Figure 3:** Relations entre l'abeille et le végétal lors du butinage (MASSON, 1983)

**Figure 4:** La structure de grain de pollen

**Figure 5 :** L'abeille récolte le pollen (ANONYME, 2008)

**Figure 6:** La structure de la patte postérieure de l'abeille ouvrière (ANONYME, 2008)

**Figure 7 :** (a) tiroir plein de pollen ; (b) trappe à pollen d'entrée en bois ; trappe à pollen d'entrée en métal

**Figure 8 :** Une trappe à pollen

**Figure 9 :** la courbe d'étalonnage pour le dosage des composés phénoliques (en g équivalent acide gallique/g de pollen)

**Figure 10 :** la courbe d'étalonnage pour la mesure de l'activité antioxydante des différents types de pollen (en équivalent g d'acide ascorbique/ml)

**Figure 11 :** L'évolution des quantités de pollen récoltées (g) par chaque ruche

**Figure 12 :** Poids de 100 pelotes(g) de huit types de pollen prédominants

**Figure 13 :** Les valeurs de la teneur en eau(%) de huit types de pollen prédominants

**Figure 14 :** Les différentes valeurs du pH de huit types de pollen prédominants

**Figure 15 :** Les teneurs en cendre(%) de huit types de pollen prédominants

**Figure 16 :** Les valeurs de l'acidité titrable(meq de NaOH/100g) de huit types de pollen prédominants

**Figure 17 :** Les teneurs en poly phénols totaux(mg GAE/g) de huit types de pollen prédominants

## Liste des figures

---

**Figure 18 :** Les teneurs en lipides(%) des différents types du pollen

**Figure 19 :**Les valeurs de l'activité anti oxydante(mg acide ascorbique /g)de huit types de pollen prédominants

## Liste des tableaux

---

**Tableau I :** Composition moyenne du pollen (HAYDAK et TANGAURY ,1943).

**Tableau II :** Composition en vitamines du pollen ( CAMPOS et *al* , 2008).

**Tableau III :** préparation des dilutions de l'acide gallique (GA) pour la réalisation de la courbe d'étalonnage des poly phénols totaux.

**Tableau IV :** Les proportions de chaque type de pollen dans le pollen collecté à différentes dates.

**Tableau V :** Les types de pollen et l'origine florale correspondant.

**Tableau VI :** Compositions en acides gras des grains de pollens en (%).

# SOMMAIRE

Liste des abréviations.

Liste des figures.

Liste des tableaux.



**INTRODUCTION..... 1**



**PREMIERE PARTIE : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE**

## **CHAPITRE I : L'ABEILLE**

1 Définition.....	3
2 Position de l'abeille dans la classification des insectes .....	3
3 Les abeilles algériennes .....	4
3.1 Apis mellifera intermissa .....	4
3.2 Apis mellifera sahariensis .....	4
4 La morphologie de l'abeille .....	4
5 Les habitants de la ruche d'abeille .....	5
6 Les Constitutions de la fleur.....	6
7 La pollinisation des plantes à fleurs par les abeilles .....	8
8 La relation entre l'abeille et la fleur.....	8

## **CHAPITRE II : LE POLLEN**

1 Définition du pollen .....	10
2 La structure du grain de pollen .....	10

3	La composition chimique du pollen.....	11
3.1	L'eau.....	12
3.2	Les protéines.....	12
3.3	Les lipides .....	13
3.4	Les glucides .....	13
3.5	Les vitamines.....	13
3.6	Les minéraux .....	14
3.7	Les enzymes et les coenzymes .....	14
3.8	Autres composants .....	15
4	L'importance du pollen .....	15
4.1	Pour l'abeille .....	15
4.2	Pour l'homme .....	16
5	Autres utilisations du pollen.....	16

### **CHAPITRE III : RECOLTE ET CONDITIONNEMENT DU POLLEN**

1	La récolte du pollen par les abeilles .....	18
2	Le mécanisme de récolte du pollen par l'homme .....	19
3	La description d'une trappe à pollen .....	20
4	Les différents types de trappes .....	20
5	La conservation du pollen .....	21
5.1	Le séchage .....	21
5.2	La congélation .....	21
6	Autres méthodes de conservation.....	22
7	Le conditionnement .....	22

8 L'étiquetage .....	23
9 L'appréciation .....	23
10 Les ennemis du pollen .....	24



## DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE



### CHAPITRE I : Matériel et méthodes

1. Le site d'étude .....	25
2. Récolte du pollen d'abeille.....	25
3. Triage du pollen selon la couleur .....	25
4. Poids de 100 pelotes .....	26
5. Identification de l'origine florale .....	26
6. Les analyses physico-chimiques .....	26
6.1 La teneur en eau .....	26
6.2 Le pH.....	27
6.3 La teneur en cendres .....	28
6.4 L'acidité titrable .....	29
6.5 La teneur en composés phénoliques totaux .....	29
6.6 L'extraction et dosage des lipides .....	31
6.7 La composition en acides gras des lipides extraits .....	32
6.8 L'activité antioxydante.....	33



## CHAPITRE II : Résultats et discussion

1. Les quantités de pollen récoltées par les abeilles .....	35
2. Triage du pollen selon la couleur .....	36
3. Observation microscopique du pollen d'abeille et de grains de pollen des différentes espèces mellifère .....	38
4. Le poids de 100 pelotes .....	40
5 Les analyses physico-chimiques .....	41
5.1 La teneur en eau .....	41
5.2 Le pH.....	42
5.3 La teneur en cendres .....	43
5.4 L'acidité titrable .....	44
5.5 La teneur en composés phénoliques totaux .....	44
5.6 L'extraction et dosage des lipides .....	45
5.7 La composition en acides gras des lipides extraits .....	46
5.8 L'activité antioxydante.....	48



## CONCLUSION ..... 50

Références bibliographiques.

Annexes.

## Introduction

Les grains de pollen sont la source la plus importante en protéines pour la survie des abeilles. Pendant leurs vols de collecte de pollen, les grains de pollen des fleurs sont recueillis sous forme de petites pelotes sur les pattes postérieures des butineuses. Le pollen ainsi collecté est stocké à l'intérieur de la ruche dans des alvéoles spécifiques, séparément de celles réservées au stockage du nectar. Par ailleurs, et pour des besoins alimentaire, l'apiculteur peut recueillir le pollen d'abeille, sous forme de pelotes, par l'installation d'un piège à pollen à l'entrée de la ruche (**Almeida-Muradian, 2005**).

Les pelotes de pollen d'abeilles peuvent être mono florale ou hétéro florale. En effet, les butineuses, dans leur vol de collecte de pollen, si elles ne trouvent pas une offre suffisante sur l'espèce choisie, elles visiteront les fleurs des autres espèces, et parfois mélangent les différents types de grains de pollen dans la même pelote. Ainsi, le pollen monoflorale garde les mêmes propriétés organoleptiques et biochimiques de la plante d'origine, tandis que les pelotes hétéro florales ont des propriétés différentes (**Stanley and Linskens, 1974**).

Sur le plan biochimique, en plus d'être une source importante de protéines, le pollen d'abeille contient également des glucides, des lipides, des minéraux, des vitamines, des cendres, de l'eau et d'autres substances (**Tomas-Lorente et al, 1992**). Le pollen contient, en outre, des pigments lipidiques provenant des anthères des fleurs. L'origine florale et la composition de ces pigments, nous permet par conséquent de distinguer plusieurs couleurs des pelotes de pollen, qui varient de blanc et crème au brun foncé, et les plus représentées sont le jaune, l'orange, le rouge, le vert et le gris (**Stanley and Linskens, 1974**).

De point de vue nutritionnel, le pollen d'abeille est considéré comme étant un complément alimentaire. En Europe, au cours de ces dix dernières années, le commerce du pollen a connu un très grand développement grâce au succès qu'il rencontre auprès du public pour ses propriétés d'excellent aliment naturel. Le pollen est vendu à présent non seulement dans les pharmacie, mais aussi dans de nombreuses épicerie spécialisées dans les aliments diététiques. On le rencontre aussi dans certains supermarchés. En Amérique du nord, en Australie et en nouvelle -Zélande, son succès est également manifeste mais sa commercialisation a commencé une dizaine d'année plus tard qu'en Europe. Alors qu'en

Algérie, la confection du matériel de récolte de pollen et les essais n'ont commencé qu'en 1976. Mais ce n'est que durant les années 1990 que la demande de celui-ci fût assez importante et cela depuis sa disponibilité commerciale au niveau des coopératives apicoles, qui date de 1986 (**Philippe, 2005**).

L'Algérie possède un potentiel apicole important. Ce potentiel peut être estimé par la disponibilité de la flore apicole et le nombre de ruches exploitées. En effet, plus d'un million de ruches sont exploitées, et qui sont réparti principalement au nord du pays, qui offre les conditions les plus favorables pour le développement des colonies d'abeilles. En outre, le couvert végétal, à intérêt apicole, est abondant et est réparti principalement au nord, mais aussi dans les zones subsahariennes et dans certaines zones saharienne. Ce couvert végétal offre en effet une succession de flores apicoles permettant la pratique de l'apiculture de transhumance.

La consommation de pollen d'abeille a gagné, ces dernières années, un succès appréciable auprès des consommateurs Algériens, pour sa réputation d'un produit diététique. En effet, et en plus du miel, la production de pollen d'abeille peut constituer un créneau économique important, pour répondre à une demande sans cesse croissante, et contribuant de coup à la rentabilité des exploitations apicoles.

Dans le présent travail, nous avons fixé pour objectif l'étude de certains paramètres physico-chimiques des différents types de pollen collecté par les abeilles (*Apis mellifera intermissa*) dans la région de Naciria (w. Boumerdès).

## 1. Définition de l'abeille

L'abeille est un insecte, et les insectes constituent les principaux habitants de la terre, car leur nombre serait de l'ordre du quintillion.

D'après la classification de Linné, l'abeille appartient à l'ordre des hyménoptères qui comprend au moins 250 000 espèces et inclut presque tous les insectes sociaux sauf les termites, et la superfamille des apoïde et les apidés (**Guerriat , 2000**).

## 2. Position de l'abeille dans la classification des insectes

Selon **Ravazzi(2003)**, l'abeille domestique appartient à la classification suivante :

- Règne : animal.
- Embranchement : arthropodes.
- Sous embranchement : antennate.
- Classe : insectes.
- Ordre : hyménoptères.
- Sous ordre : aporites.
- Famille : apidés.
- Superfamille : apoïde.
- Tribus : apiaire
- Espèce : *Apis mellifera*.

Les abeilles se répartissent en deux grandes catégories, les espèces sociales d'une part et les espèces solitaires d'autre part. Les abeilles sociales vivent en colonies ; la plus connue est l'abeille domestique *Apis mellifera*, également appelée l'abeille mellifique. Plusieurs d'autres espèces produisent du miel, et notamment de très petites abeilles sans aiguillon dont les plus communes sont, en Afrique, les trigones (*Trigonasp*) et les mélipones (*Meliponaspp*) (**Le conte, 2005**).

### **3 Les abeilles algériennes**

#### **3.1 Apis mellifera intermissa**

Elle est également appelée abeille tellienne, elle est grande et très noire (**Ruttner, 1975**). Cette race est agressive. Elle se rencontre au Maroc, en Algérie et en Tunisie jusqu' à la Libye. Elle se défend assez bien contre ses prédateurs naturels (guêpes, cétoine ... etc.) (**Louveaux, 1985**).

#### **3.2 Apis mellifera sahariensis**

Elle est appelée « abeille saharienne » implantée au sud ouest de l'Algérie « Béchar, Ain safra » de couleur jaune orange, productive, prolifique, résistante aux maladies et aux prédateurs mais néanmoins fort agressive et présentant une propension à l'essaimage (**Louveaux, 1985**).

### **4. La morphologie de l'abeille**

#### **4.1. La tête**

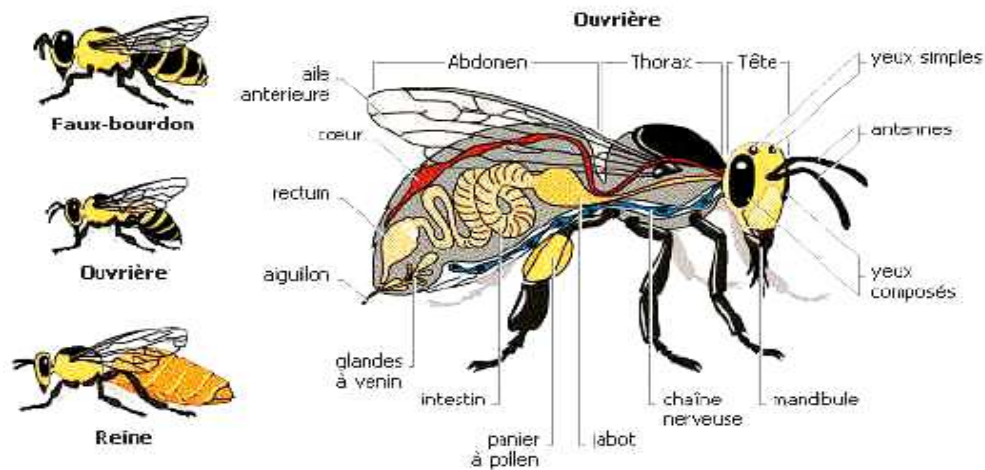
Elle présente la forme d'un triangle avec deux grands yeux immenses de chaque côté, auxquels il faut ajouter trois autres yeux, minuscules placés au sommet de la tête, deux antennes placées vers le milieu de la partie antérieure de la tête à la base de laquelle, se trouvent les mandibules qui servent pour malaxer la cire et prélever la propolis sur les bourgeons de certains arbres (**Fronty, 1984**).

#### **4.2. Le thorax**

Le thorax est formé de trois (03) segments soudés. Chaque segment porte une paire de pattes. Deux paires d'ailes sont attachés sur le deuxième et sur le troisième segment thoracique (**Le conte, 2006**).

#### **4.3. L'abdomen**

C'est la partie la plus visible de l'abeille avec sept anneaux emboîtés les uns aux autres. Il peut se rallonger, se rétrécir ou se courber dans tous les sens. C'est là où se trouvent la plupart des organes essentielles tel que : le cœur, les organes génitaux, le jabot, l'intestin, les glandes à venin, les glandes cirières et la glande « nasanoff » (**Fronty, 1984**).



**Figure1: La morphologie de l'abeille et ses différentes castes**

## 5. Les habitants de la ruche d'abeille

Les abeilles vivent en colonies dans des ruches, tout en assurant la fabrication de plusieurs produits d'une valeur nutritive et diététique extraordinaire, telle que le miel, le miellat, la gelée royale, le pollen ...etc.

La colonies est un établissement fondé par une stricte organisation, ou chaque individu est responsable et effectue plusieurs tâches bien précises.

Il existe dans la colonie trois castes d'abeilles :

### 5.1. La reine

Elle est considérée comme la seule femelle complètement développée de la ruche, et donc la seule à pondre des œufs ; ces derniers sont diploïdes issues de la fécondation de la reine par les mâles. Tout œuf fécondé peut devenir une reine, si depuis l'éclosion et durant toute la période de son développement la larve ne reçoit en nourriture que la gelée royale (Philippe, 1999).

Une reine d'une colonie forte pond de 1000 à 2000 œufs par jours pendant la période d'activité. Sa durée de vie peut aller de 3 ans jusqu'à 5 ans.

## 5.2. Les ouvrières

Elles assurent de multiples fonctions pendant les premières semaines de leurs existence, elles demeurent à l'intérieure de la ruche et se consacre aux activités domestiques : **(Caillas, 1974)**.

- Le nettoyage des alvéoles (après 3 jours de sa naissance).
- La nourriture des larves (après 6 jours).
- La construction des bâtisses en secrétant de la cire.
- La défense de la ruche.
- L'accumulation des réserves de miel et de pollen
- L'operculation à la cire lorsque le miel est mûre.

La dernière tâche domestique est la ventilation qui permet aussi de renforcer les ailes avant la phase de butinage. En effet, les abeilles de la ruche qui atteignent un certain âge, deviennent des butineuses qui sortant de la ruche pour chercher le nectar, le pollen, l'eau, et la propolis. L'abeille sorte de la ruche après 21 jours de sa naissance **(Biri, 2002)**.

## 5.3. Les faux bourdons

D'après **(Le conte, 2005)**, les faux-bourdons, sont les mâles de l'espèce abeille, naissent au printemps et meurent avant l'hiver. Issus des œufs haploïdes pondus par les ouvrières.

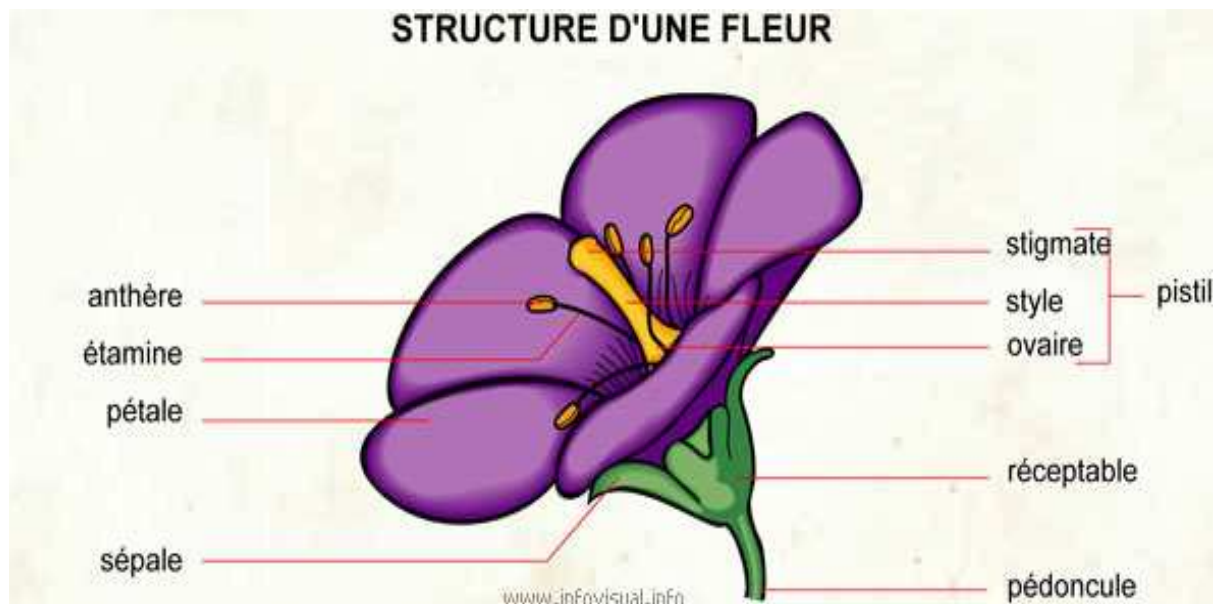
Ce sont des abeilles spécialisées plus grandes que les ouvrières, leur nombre est limité (quelque centaines). Leur rôle principale est la fécondation de la reine et assurer la descendance. Contrairement aux ouvrières, les faux bourdons peuvent aller et venir d'une ruche à une autre. Leurs durée de vie est entre 7-14 jours, ils ne vivent pas longtemps car une fois leurs mission est accomplie, ils deviennent inutiles, et c'est à ce moment-là qu'ils seront évacués de la ruche par les ouvrières. **(Philippe, 1999)**.

## 6. Les constitutions de la fleur

La fleur contient en général deux sortes d'organes reproducteurs : les étamines, organes mâles, remplis de grains de pollen et le pistil, organe femelle qui renferme les ovules.

En plus des organes reproducteurs se trouvent : les pétales, les sépales qui protègent l'ensemble des autres organes floraux avant l'épuisement de la fleur (figure 2) (Prost, 2005).

La plante est appelée « Anémophile » quand le pollen est transporté par le vent pour assurer la fécondation. ; Et la plante « Entomophile », quand ce transport est assuré par les insectes (Dany, 1983).



**Figure 2 : la morphologie d'une fleur de pommier**

**Stigmate:** Partie du pistil qui reçoit le pollen.

**Style :** Partie centrale du pistil.

**Ovaire :** Partie inférieure du pistil qui fabrique les ovules.

**Pistil :** ensemble des parties femelles de la fleur.

**Réceptacle :** partie de la fleur destinées à recueillir quelque chose.

**Pédoncule:** queue de la fleur.

**Sépale:** chacune des parties du calice de la fleur.

**Pétale:** chacune des parties de la corolle de la fleur.

**Etamine :** l'organe mâle de la reproduction des végétaux.

**Anthère :** Partie fertile de l'étamine.

## 7. La pollinisation des plantes à fleurs par les abeilles

La pollinisation est un processus qui permet le transport de pollen depuis les étamines (organes mâles) jusqu'au stigmate (organes femelles) du même ou d'un autre individu, est le type le plus important de mutualisme entre les plantes et les insectes, parmi les insectes, ce sont les abeilles (domestique et sauvage) qui sont les pollinisateurs les plus importants (Benachour, 2008).

Avant la pollinisation, la fleur secrète du nectar pour attirer les abeilles et des médiateurs chimiques émis par les plantes ou par les abeilles elles même, attirent et maintiennent les butineuses sur les fleurs à polliniser (Vaissiere, 2006).

Après la pollinisation, les ovules de la fleur ne tardent pas à être fécondés, un nouvel apport de pollinisation devient inutile : la sécrétion du nectar s'arrête, les butineuses abandonnent alors les fleurs quelle avait prises l'habitude de visiter (Vaissiere, 2006).

## 8. La relation abeille – fleur

Un lien unit fleur et abeille; la société complexe de la ruche ne peut vivre sans les produits prélevés sur les fleurs et celles-ci ne peuvent être allogames pollinisées sans leurs visites.

### 8.1 Le choix de la fleur

Il est particulièrement vital de pouvoir collecter leurs ressources alimentaires de la manière la plus efficace possible, de manière à pouvoir constituer des stocks nécessaires à la survie de la colonie. Cette optimisation de l'approvisionnement peut se faire grâce à divers comportements adaptés parmi lesquels le choix de la fleur par l'insecte, qui apparaît essentiel.

En effet il est rentable du point de vue énergétique d'être en mesure de repérer rapidement les fleurs profitables et de rejeter les fleurs qui ne le sont pas (Philippe, 1991).

D'après (Masson, 1983) une abeille exploratrice trouve le végétal après une période de prospection plus ou moins au hasard, mais elle est également guidée vers lui par des signaux visuels (forme et couleur) d'une part, et chimiques (odeurs) d'autre part (fig.3). Les signaux émis par le végétal ne sont pas attractifs que parce qu'ils annoncent une promesse, en général une source nutritive pour le pollinisateur.

Le schéma suivant nous résume l'ensemble des interactions entre l'abeille, le végétal et le butinage :

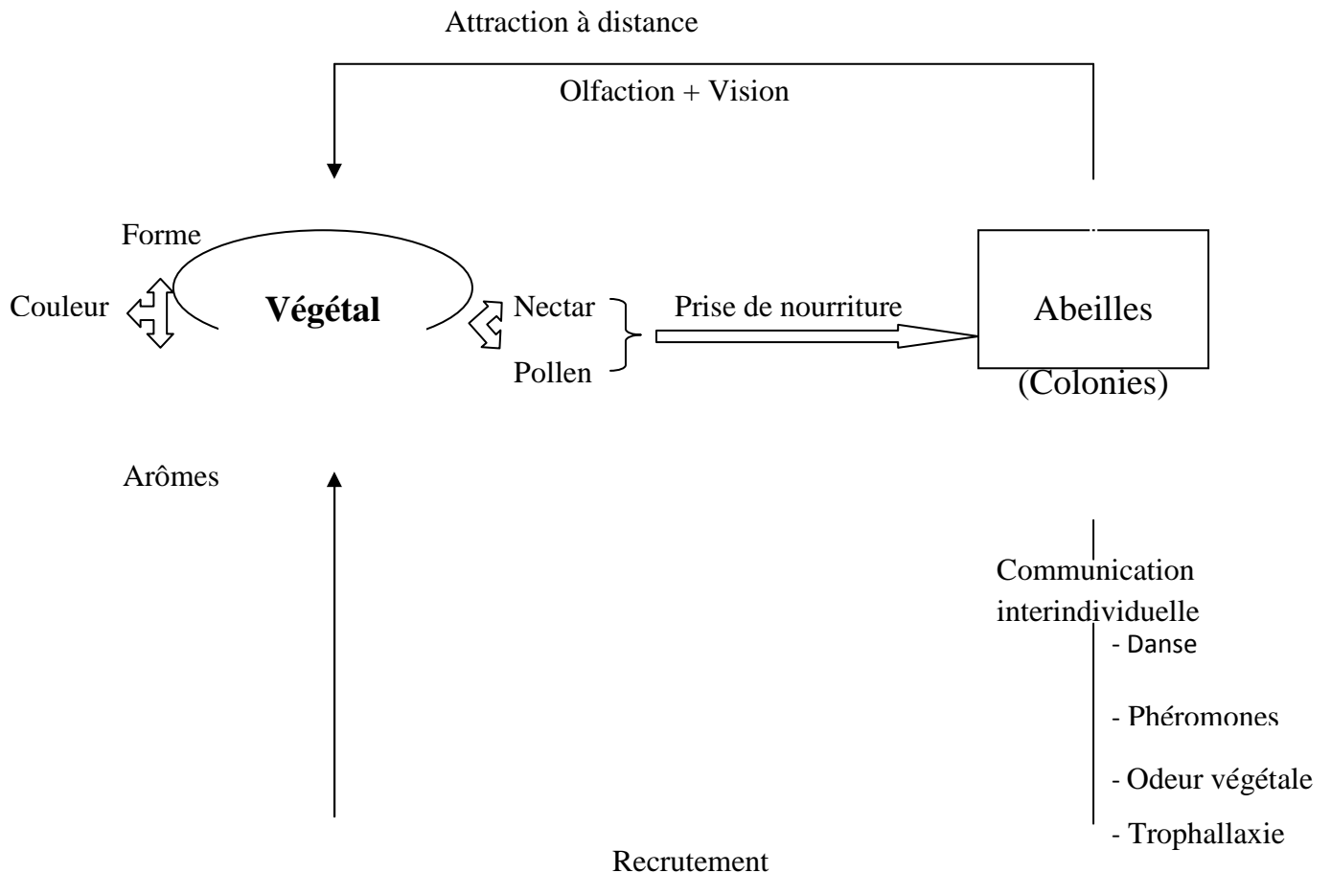


Figure 3: Relations entre l'abeille et le végétal lors du butinage (Masson, 1983)

### 1. Définition du pollen

Le mot pollen dérive du grec « palé » qui désignait à la fois : la farine et la poussière pollinique.

Le pollen est la semence mâle des plantes à fleurs, se présente sous forme de grains microscopiques contenus dans les anthères des étamines ayant selon leur origine florale une morphologie différent **(Le conte, 2005)**.



### 2. La structure du grain de pollen

Les grains de pollen sont produits par milliers par les étamines des plantes à fleurs, ce sont des cellules vivantes de forme plus ou moins ovoïde, de diamètres différents. **(Phillipe,1999)**.

Le grain de pollen mûr est composé d'une cellule qui contient une masse cytoplasmique et deux noyaux à n chromosomes chacun, un noyau végétatif volumineux généralement central et un noyau reproducteur petit, plus ou moins aplati, et elle est entourée de deux couches protectrices l'intine et l'exine **(fig. 4)**.

L'intine est une couche en fibres celluloseuses qui protège le grain de l'écrasement, elle est constituée de la pectine **(Chausat, 2005)**. A l'extérieur se trouve l'exine qui peut présenter différentes formes et ornementation propre à chaque espèce de plante à fleur. Elle est constituée de matières grasses, flavonoïdes, et vitamines, anti-oxydants insolubles. Ce qui permet de protéger le grain de pollen contre le vent, le soleil, les Ultra-violets, la dessiccation et l'oxydation par l'air lors de son transport d'une fleur à une autre **(Guerriat, 2000)**.

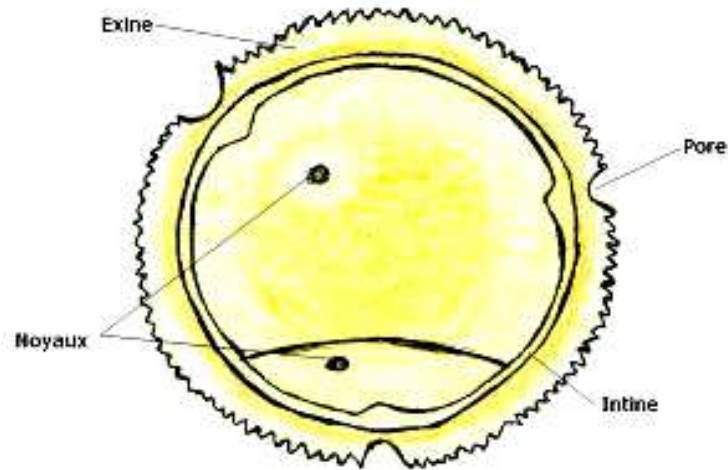


Figure 4: La structure de grain de pollen

### 3 La composition chimique du pollen

Le pollen est une source de nourriture dont la synthèse est coûteuse pour la plante, mais dont la composition est avantageuse pour de nombreux animaux. C'est un aliment diététique complet et de haute valeur biologique, en renfermant de précieux éléments nutritifs (Caillas, 1957; Nigelle, 1972; Rabiet, 1984). La composition chimique du pollen varie fortement en fonction de l'origine florale (Clement, 2002), les espèces végétales, les conditions environnementales (Donadiou, 2004).

La composition des pelotes de pollen selon les données des auteurs (Campos et al, 2008) est donnée dans le tableau suivant :

**Tableau I** : Composition moyenne du pollen :

Constituants	Proportions (%)
Eau	5-6
Protéines (matière azoté)	25
Glucides (sucres)	40
Lipides (matière grasse)	4,5
Cendre (minéraux)	5
Vitamines	0,015
Pigments	Traces
Enzymes	Traces
Rutine	0,017
Flavonoïde, flaone, di glycosides, stérol flavonoïdes	/
Corps indéterminés (entre autre les substances antibiotiques actives)	20
Un facteur de croissance	Traces

### 3.1 L'eau

Elle est de 10% en moyenne sur la fleur, entre 10 à 40% pour le pollen des trappes et 4% pour le pollen séché. Un taux de 5% représente en général la limite supérieure à ne pas dépasser pour assurer une bonne conservation à température ordinaire. Elle varie selon l'espèce botanique (**Prost et Le conte, 2005**).

### 3.2 Les protéines

Les protéines sont essentiellement présentes dans le cytoplasme du grain de pollen (**Chausat ,2005**).

La teneur en protéines de pollen fluctue entre 8 à 40% selon l'origine florale, avec une moyenne de 25%. On y trouve 20 acides aminés sur les 22 existants ( 5 à 6% de la masse totale du pollen) (**Phillipe, 1991**), parmi eux on trouve les acides aminés indispensables et les

acides aminés accélérateurs de croissance : Arginine, la lysine, la leucine, la proline, l'acide asparique, l'acide glutamique (**Cherbulier, 2001**) . Ces acides aminés se trouvent quasiment dans les différents types de pollen (**Roulston et Cane , 2000**).

### **3.3 Les lipides**

La teneur en lipides du pollen varie de 1 à 20% du poids sec (**Prost et Le conte, 2005**). Cette quantité varie selon qu'il provient de plantes anémophiles pauvres en lipides (environ 2% dans le pollen des pins) ou de plantes entomophiles (de l'ordre de 14% dans le pollen de pissenlit) (**Clement, 2002**).

La fraction lipidique est constituée principalement de l'acide palmitique, suivi des acides linoléiques (19 à 56% de la totalité des acides gras insaturés), oléiques, linoléiques, stéariques, etc. (**Shawer et al, 1987; Muniategui et al, 1989 ; Krell, 1996**). Elle est composée aussi de vitamines, de pigments, d'alcools supérieurs, de stérols se présentent en quantités mineures (moins de 0,5%), et de composés hydrocarbonés saturés (**Winston, 1993**).

### **3.4 Les glucides**

La teneur en sucre s'étend de 15 à 50% , avec une valeur énergétique de 270 Kcalories pour 100g de pollen et la teneur en amidon est très élevée (jusqu'à 18%) dans quelques herbes (**Schmidt et Buchman, 1992**). Le fructose, le glucose et le saccharose sont les plus abondants et forment environ 90% de la totalité des sucres (**Serra-bonvehi et al, 1997 ; Qiana et al , 2008**). Le pollen contient une grande quantité de sucres réducteurs dérivés du miel ( **Silva et al, 2006**) .

Il faut noter que la proportion des différents sucres contenus dans le pollen diffère d'une espèce à une autre (**Campos et al , 2008**).

La teneur en fibres contenues dans le pollen est compri entre 7 à 16g/100g de pollen (**Bell et al 1983**) ; dans laquelle les fibres insolubles ( cellulose et callose) constituent la proportion la plus importante, ce qui fait , ce produit ait un équilibre nécessaire pour la santé humaine ( **Stamler , 1994**).

### **3.5 Les vitamines**

le pollen est riche en vitamines hydrosolubles et pauvre en vitamines liposolubles (**Roulston et Cane,2000**). Il contient différentes vitamines telles que : la vitamine B1 ; B2 ; B3 ; C - acide folique et tocophérol...( **Campos et al, 2008**).

Tableau II : composition en vitamines du pollen ( Campos et al , 2008)

Vitamines	Teneur(mg /kg)
B-carotène	10-200
Thiamine (B1)	6-13
Riboflavine (B2)	6-20
Niacine (B3)	40-110
Acide pantothénique (B5)	5-20
Pyridoxine (B6)	2-7
Acide ascorbique	70-560
Biotine (B7)	0,5-0,7
Acide folique	3-10
Tocophérol (E)	40-320

### 3.6 Les minéraux

Le contenu total des minéraux du pollen est, généralement, compris entre 2 et 4 % du poids sec du pollen (Simal et al, 1988). Il sont représentés par le calcium, le chlore, le cuivre, le fer, le magnésium, le manganèse, le phosphate, le potassium ( Bell et al , 1983 ).

L'élément minéral principal dans le pollen est le potassium (environ 60% de la totalité des minéraux), suivi par le magnésium (environ 20%) et le sodium et le calcium (environ 10%) ( Campos et al , 2008).

### 3.7 Les enzymes et les co enzymes

Le pollen contient une grande quantité d'enzymes ( toutes les classes d'enzymes sont présentes) (Cherbulier, 2001) dont on peut citer : l'amylase, l'invertase, phosphatases, et transférase (Phillipe, 1999) ; catalase, pectase ( Gilliam et al, 1989) et de nombreux cofacteurs enzymatiques tel que les biotines , le glutathion , le NAD et certains nucléoside ( Herbert et Shimanki , 1998).

### **3.8 Autres composants**

On peut trouver d'autres constituants non négligeables , tel que :

- Les facteurs de croissance : un glucoside nommé rutine, pigment qui augmente la résistance capillaire (**Nigelle, 1972**).
- La fraction phénolique du pollen se compose principalement de glycosides, de flavonol. Cette composition est liée aux propriétés thérapeutiques (antibiotique , antioxydante) du pollen (**Campos et al ,2003**).
- Le pollen d'abeille contient des flavonoïdes, des produits de métabolismes des plantes qui présentent plusieurs structures phénoliques.
- Il faut noter que les flavonides sont des composés qui peuvent être employés comme marqueurs biochimiques pour retrouver l'origine botanique du pollen.
- Les flavonoïdes sont connus par leur effet anti-inflammatoire et l'inhibition de la production des cytokines pro inflammatoire .
- Des substances antibiotiques que le pollen peut recéler lui-même qui sont complétés par l'abeille, qui les ajoute lors de la confection de la pelote. Ces substances confèrent au pollen une action bactéristatique.

## **4. L'importance du pollen**

### **4.1 Pour l'abeille**

Les abeilles butinent les fleurs afin d'assurer leur survie et celle de leurs larves (**Romain et al,2006**). Le pollen est indispensable pour le developpement de certains organes internes des ouvrières. Des quantités substantielles de protéines sont nécessaires car les contenus en protéines des glandes hypopharyngiennes et du corps gras augmentent au début du stade adulte.

La qualité et la quantité du pollen récolté par les abeilles affectent la reproduction, l'élevage du couvain et de la longévité de la colonie. Le pollen contient les protéines, les lipides, les vitamines et les minéraux dont les abeilles ont besoin pour la croissance du couvain (**Dany,1983**).

Le pollen permet aux abeilles d'élaborer la gelée royale avec laquelle elles nourrissent le couvain ; cette gelée alimentaire est composée de miel , de pollen et d'eau et est partiellement digérée ce qui lui donne un aspect laiteux (**Biri, 2002**).

### 4.2 Pour l'homme

L'action du pollen sur l'organisme humain a été étudiée depuis 1950. De nombreuses communications scientifiques relatives au pollen affirment que ses effets bienfaits sont nombreux . (**Chauvin et Lenormand , 1957**) les classent ainsi :

- Le pollen régularise les fonctions intestinales chez les malades atteints de constipations ou de diarrhées chroniques ;
- Il provoque une reprise rapide du poids et un regain d'appétit (**Prost, 2005**) ;
- Il provoque aussi une remontée rapide du taux d'hémoglobine dans le sang chez les malades atteints d'une anémie ;
- Le pollen abaisse la tension artérielle ;
- Il a une action bienfaitante sur les fonctions du foie ;
- Il possède une action fortifiante sur le système circulatoire et notamment capillaire, par la présence de la rutine (**Phillipe, 1999**) ;
- Il possède également une action efficace contre les infections de la prostate ;
- Il favorise la croissance rapide des jeunes enfants ;
- La richesse du pollen en sélénium renforce l'intérêt de sa consommation en prévention de l'apparition de certains cancers ( colon...).

### 5 Autres utilisations du pollen

\* L'utilisation principale du pollen est aujourd'hui comme aliment ou plus correctement comme supplément de nourriture. Le pollen peut protéger des animaux aussi bien que les humains contre l'effet nuisible des traitements radioactifs de rayon X (**Donadieu, 2004**).

\*Il a été inclus tout récemment dans quelques préparations cosmétiques avec des réclamations des effets rajeunissants et nourrissants pour la peau (**Donadieu, 2004**).

\*L'adjonction du pollen dans l'alimentation de la plupart des animaux, y compris en aquaculture, favorise la prise du poids et la croissance, améliore les défenses et le

métabolisme en général, augmente la résistance au stress, diminue la mortalité, combat les phénomènes de carence et les états d'intoxication ( **Clement, 2002**).

\*Le pollen n'est pas seulement récolté pour nourrir l'homme, il est utilisé pour les programmes de sélection des plantes, pour la pollinisation comme il peut être stocké pour nourrir les abeilles en période de pénurie (**Nicola , 2010**).

\*Il peut être incorporé en nourriture humaine tel que : barre de sucrerie, bonbons, dessert et céréales de petit déjeuner (**Krell, 1996**).

### 1 La récolte du pollen par les abeilles

Contrairement au miel qui est un produit transformé, le pollen, est récolté tel quel est par les abeilles ; le choix du pollen par les butineuses varie fortement en fonction de l'origine géographique de la colonie. Il se présente sous la forme d'une fine poussière généralement jaunâtre mais quelques fois blanche, rouge, rose, violette, verte, marron ou noire (Louveaux, 1958).

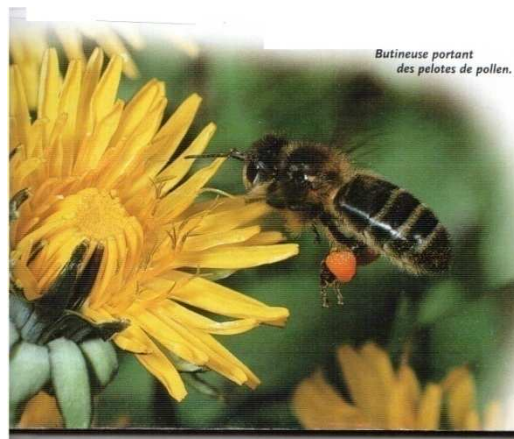


Figure 5 : L'abeille récolte le pollen

Le processus de récolte par les abeilles se fait en 03 étapes (Chauvin et Lenormande, 1957) :

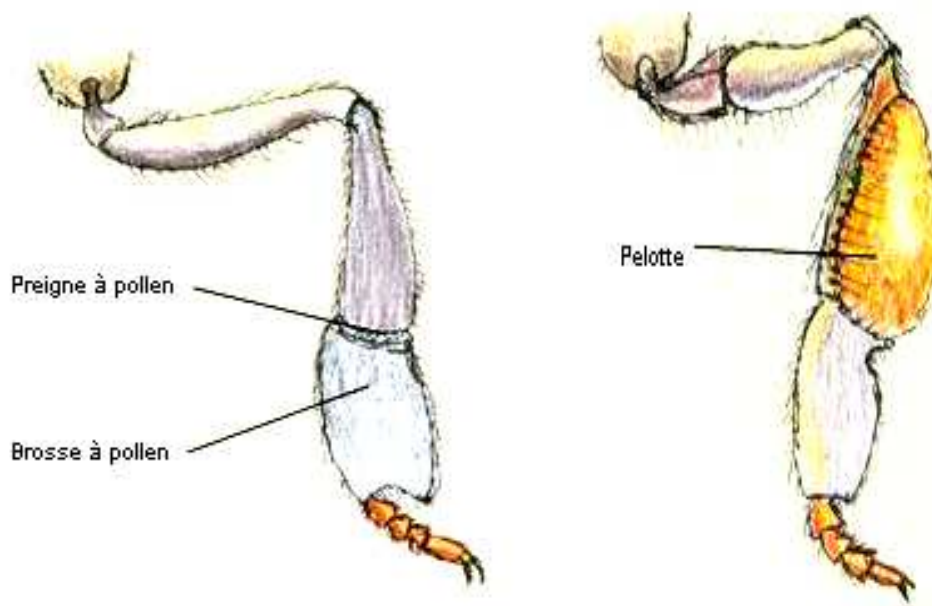
↳ **La première étape** : correspond au nettoyage des poils qui recouvrent son corps avec les pattes antérieures et médianes. Les grains de pollen sont ensuite déposés sur la surface interne du tarse des pattes postérieures, munie de la brosse. Celle-ci a pour fonction de retenir le pollen.

↳ **La deuxième étape** : voit le transfert du pollen de la brosse vers le bord supérieur aplati du tarse de la patte opposée. Avec des mouvements rythmiques d'élévation et (le peigne). Ainsi les grains de pollen retenus tombent et s'accumulent sur le tarse.

↳ **Lors de la troisième étape** : le petit amas de pollen aplati par un mouvement de fermeture du tarse contre le tibia, est poussé vers la surface externe du même tibia, donc

vers la base de la corbeille. C'est à l'intérieure de cette dernière que s'accumule et se forme la pelote de pollen.

Quand la charge est suffisante (environ 15mg/pelote), l'ouvrière revient à la ruche et dépose sa récolte dans les alvéoles au dessus et à côté du nid à couvain. Lorsque la cellule est remplie aux trois quart, les abeilles recouvrent le pollen d'un peu de miel et cire.



**Figure 6: La structure de la patte postérieure de l'abeille ouvrière**

## 2. Le mécanisme de récolte du pollen par l'homme

L'abeille accumule dans la ruche une quantité de pollen supérieur à ses besoins immédiats. De ce fait, l'apiculteur au moyen d'appareils spéciaux appelés « **trappes à pollen** » s'approprie d'une partie du butin ramené par les butineuses de pollen.

L'apiculteur vide périodiquement ces tiroirs, par temps humide, pour certains modèles de trappes inférieures ou devant ; tous les 2 à 3 jours pour les trappes supérieures ; une fois par semaine par temps sec, si le mistral ou le froid gêne le butinage (**Dany, 1983**).

Car il est essentiel que la colonie puisse apporter un volume suffisant de pollen pour le développement des abeilles (**Nicola, 2010**).

### **3. La description d'une trappe à pollen**

D'après (**Prost, 2005**), une trappe à pollen est constituée de trois éléments essentiels :

- Une grille verticale ou grille piège : en matière plastique ou en métal perforé ayant des mailles de 4,5mm de diamètre correspondant au diamètre de l'abdomen de l'ouvrière ;
- Un grillage de séparation : tamis horizontal en acier inoxydable à mailles de 3mm laisse passer le pollen dans le tiroir et empêche le contact entre le pollen et l'abeille
- Tiroir placé sous la grille : il est destiné à recevoir les pelotes de pollen qui se détachent des pattes de butineuses. Il est en bois ou en métal, son fond plein ou ajouré, est plat ou concave.

### **4 Les différents types de trappes**

Selon **Prost et Le conte (2005)**, les trappes à pollen sont classées selon la position de la grille par rapport à la ruche en trois types :

- ❖ Les trappes d'entrée : placées devant le trou de vol habituel.
- ❖ Les trappes de dessous : Installées sous le corps, à la place du fond de la ruche.
- ❖ les trappes de dessus : Posées à la place du couvre- cadre, sur le corps ou sur la hausse.



(a)

(b)

(c)

**Figure 7 : (a) tiroir plein de pollen ; (b) trappe à pollen d'entrée en bois ; trappe à pollen d'entrée en métal**

## 5. La conservation du pollen

### 5.1 Le séchage

La teneur en eau du pollen varie avec le climat, le type de la fleur et de l'heure de sa récolte (**Philippe ,1999**).

Pour conserver en mieux les propriétés du pollen le séchage doit se faire en absence de lumière vive, dans un séchoir qui est composé de claies superposées où le pollen est étalé en lames de moins d'un centimètre d'épaisseur. Un courant d'air, exempt de poussière d'odeurs, et sec, est envoyé par une soufflerie sur une résistance chauffante qui va ensuite passer à travers le pollen par un thermostat, pour ne pas dépasser 40 à 45 °C, et parfois un absorbeur d'eau complète le séchoir. La dessiccation demande 3 à 15 heures, elle est satisfaisante quand les pelotes n'adhèrent pas les unes contre les autres si l'on serre une poignée de pollen dans la main (**Le conte, 2005**).

### 5.2 La congélation

Pour conserver le pollen, le procédé « hydro plus » consiste à faire comme les abeilles, C'est-à-dire à le ventiler entre 30 et 35 °C, la température de la ruche. Il se conserve avec une texture moelleuse. Les températures trop hautes le dénaturent. Beaucoup d'apiculteurs vendent du pollen congelé. Celui-ci est souvent agréable au goût car il ressemble beaucoup au pollen fraîchement récolté. Attention dans ce cas à respecter la température de - 18 °C

pendant le stockage et le transport. Si la chaîne de froid a été rompue, vous pouvez ressentir des troubles digestifs.

La congélation est très gourmande en énergie : un congélateur marche en permanence, il faut aussi réfrigérer le transport. D'autres préparations, comme le miel de cure et pollen, proche du pain d'abeilles, permettent d'augmenter l'assimilation du pollen et ses propriétés, tout en épuisant moins les abeilles et les ressources énergétiques. **(Catherine, 2010).**

Le pollen peut être recongelé (si la teneur en eau est en voisinage de 8%), car la congélation ne provoque aucun éclatement cellulaire, et aucune fuite de cytoplasme n'est observée lors de décongélation évitant ainsi la prolifération de germes **(Gauthier, 1995).**

## **6. Autres méthodes de conservation**

Le pollen se conserve très mal et ne doit donc pas rester plus d'un jour devant ou au fond de la ruche. Pour éviter la moisissure et pour bien les conserver, les pelotes de pollen doivent être séchées tout de suite après la récolte. Avec le séchage, le taux d'humidité passe en moyenne d'environ 25% (frais) à 11%. Le pollen frais commence à moisir un jour après sa récolte et les moisissures peuvent produire des toxines nocives, les aflatoxines. Pour conserver le pollen, on peut aussi le mélanger au miel, mais dans une proportion inférieure à 10%. Afin de lui garder toutes ses vertus, il convient de conserver le pollen dans un endroit sombre et sec. Les pots en verre brun sont plus adaptés que les pots en verre transparent **(Marieke et al, 2005).**

La préparation d'extraits alcoolique ou hydro-alcoolique de pollen ou extraits mous de pollen, constitue d'autres formes de conservation de celui-ci, qui peuvent être utilisé comme principes actifs dans des formules alimentaires ou pharmaceutique **(Cherbulier, 2001).**

## **7. Le conditionnement**

Après séchage, il est indispensable de mettre le pollen en pots avant qu'il ne soit refroidi, afin d'éviter que la vapeur d'eau de l'atmosphère ne le réhumidifie.

Lorsqu'il sort du séchoir, on doit le purifier.les producteurs amateurs enlèvent les impuretés à la main .les professionnels utilisent les tarares munis de trémie, grille, souffleries

et cribles appropriés. On procède ensuite à la mise en pots jusqu'à ras bords, de manière à maintenir dans le récipient un minimum d'air. Dans un pot hermétiquement fermé, la conservation de toutes les qualités nutritives du pollen séché à 5-6% d'eau est assurée pendant une période maximale d'un an à température ordinaire (**Philippe, 2005**).

### **8. L'étiquetage**

Selon (**Phillipe, 2005**) les récipients destinés à la vente porteront :

- Le nom et l'adresse du producteur ;
- Indication de la nature du produit, par exemple pollen, ou pollen des abeilles avec ou sans qualificatifs de fleurs ou de région : de Ciste, des Maures, etc. ;
- Le poids net et non pas le poids brut et la tare ;
- Indication de date de péremption ;
- L'origine de production.

### **9.L'appréciation du pollen**

Tant pour le producteur que pour le consommateur, il est bon de connaître les caractères liés aux qualités du pollen, qui sont à apprécier :

- ✓ **La siccité** : serrées dans la main, les pelotes ne s'agglomèrent pas ;
- ✓ **La propreté** : pas de corps étrangers visibles à l'œil nu ou même à la loupe; pas de poussières ; notre doigt plongé dans la masse du pollen doit en ressortir non poussiéreux;
- ✓ **L'odeur** : agréable ;
- ✓ **La saveur** : de préférence sucré, le pollen a un goût différent selon son origine botanique, qui rappelle en générale celui de paille séchée du blé ou de foin (**Cherbulier, 2001**).

### 10. Les ennemis du pollen

Le pollen, substance éminemment nutritive, a des ennemis (**Louveaux, 1985**) :

- En premier lieu, l'humidité qui permet le développement des moisissures blanches ou vertes et des agents de fermentation. Ces ennemis rendent le pollen dangereux, donc inutilisable ;
- Les larves des fausses teignes qui se développent dans le tiroir des trappes sont tuées après le séchage. Si les papillons peuvent venir pondre dans les lots de pollen insuffisamment sec, leurs larves évolueront en se nourrissant des pelotes ;
- Le pollen laissé en contact avec l'air libre risque d'être parasité par un acarien *Carpoglyphuslactis*. Celui-ci effrite les pelotes et les transforme en une poussière impalpable qui rend le pollen inconsommable

\* Contre l'humidité, les remèdes préventifs sont: la dessiccation et utiliser des récipients hermétiques.

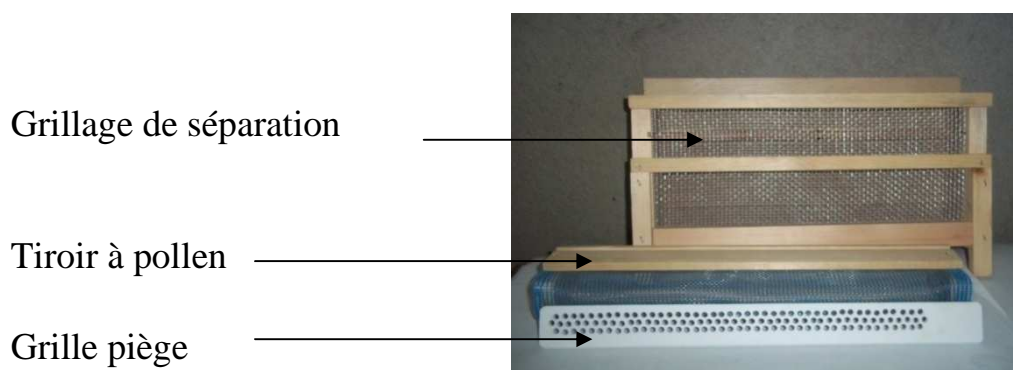
\* Contre les parasites animaux, les récipients bien clos suffisent si l'on est certain que le pollen ne contient ni œufs, ni larves, ni nymphes, ni adultes. A titre préventif et curatif, posé à la surface du pollen, dans le récipient de stockage, une coupelle contenant unantiparasitaire volatil comme le tétrachlorure, et le pollen ne prend aucune mauvaise odeur (**Clement, 2002**).

### 1. Le site d'étude

Le site, choisi pour le prélèvement des échantillons, se situe à la commune de Nacéria (W. Boumerdès), à une altitude de 500 m. Cette zone est riche en flore apicole.

### 2. Récolte de pollen d'abeille

Cinq ruches d'abeilles ont été choisies, et sur chacune d'elle une trappe à pollen est placée à l'entrée (figure8). La trappe à pollen est munie d'une sorte d'une « règle ou piège » plein de trous, de même diamètre, sur toute sa surface. Le diamètre des trous est choisi de telle sorte à laisser passer étroitement les abeilles mais font tomber les pelotes de pollen. Celles-ci seront récupérées dans un tiroir en plastique. La grille piège est amovible, on le place et on le retire à volonté. Dans notre étude, la grille piège est placée pendant deux jours pour faire la récolte de pollen. Quatre dates de récolte ont été choisies : D1 (18/03/2016), (D2) 25/03/2016, (D3) 03/04/2016, (D4) 11/04/2016.



**Figure 8 : Une trappe à pollen**

### 3. Triage du pollen selon la couleur

Les échantillons de pollen récoltés sont un mélange de pollen de différentes couleurs, selon l'espèce botanique. Un triage par couleur est fait sur 100g de chaque échantillon, et qui a permis de séparer le mélange de pollen en plusieurs types. Le poids de chaque type de pollen permet de calculer sa proportion dans le mélange. Les couleurs sont identifiées à l'aide d'une table de couleurs de référence.

Chaque types de pollen est mis dans un bocal en plastique est conservé dans le congélateur. Sur chaque type des analyses physico-chimiques ont été effectuées.

### 4. Poids de 100 pelotes

Le poids de 100 pelotes a été mesuré sur chaque type de pollen trié, selon la couleur.

### 5. Identification de l'origine florale

L'origine florale des différents types de pollen triés sont identifiés en se référant aux résultats des travaux précédents, sur les observations microscopiques par le MEB (microscope électronique à balayage) sur le pollen des fleurs des plantes pollinifères de la même région d'étude.

Les images microscopiques des différents pollens sont mises en annexe.

### 6. Les analyses physico-chimiques

#### 6.1. La teneur en eau

##### 6.1.1 Le principe de méthode

La teneur en eau du pollen consiste à un étuvage d'un échantillon d'un gramme à 105°C jusqu'à obtention d'un poids constant (**Human et al, 2006**).

##### 6.1.2 Le mode opératoire

Le dosage de la teneur en eau des différents types de pollen est effectué comme suit :

- 1- Dans un verre de montre séché et taré au préalable, introduire 1g de l'échantillon de pollen à analyser ;
- 2- Porter le verre de montre dans une étuve réglée à 105°C pendant 2h30min.
- 3- Refroidir l'échantillon du pollen dans un dessiccateur ;
- 4- Peser ;
- 5- Remettre une demi-heure à l'étuve et procéder à une nouvelle pesée ;
- 6- Refaire l'opération jusqu'à l'obtention d'un poids constant.

## Matériel et méthodes

---

La teneur en eau est la différence entre les deux poids, avant et après dessiccation. Cette perte en masse subie par le produit est exprimée en pourcentage, selon la formule suivante :

$$H(\%) = \frac{M_1 - M_2}{P} \times 100$$

**H(%)** : Humidité ;

**M<sub>1</sub>** : Masse de verre de montre plus la matière fraîche avant étuvage ;

**M<sub>2</sub>** : Masse de verre de montre plus la matière fraîche après étuvage ;

**P** : Masse de la prise d'essai.

La matière sèche est obtenue selon la formule suivante :

$$\text{Matière sèche (\%)} = 100 - H (\%)$$

### 6.2. Le pH

#### 6.2.1. Le principe de la méthode

Le principe de cette méthode est basé sur la détermination de la différence de potentiel qui existe entre deux électrodes en verre plongées dans une solution aqueuse du pollen broyé.

#### 6.2.2. Le mode opératoire

- 1- Peser 1g de pollen préalablement broyé à l'aide d'un mortier en verre.
- 2- Porter l'échantillon dans un bécher de 200ml contenant 100ml d'eau distillée.
- 3- Agiter la suspension pendant quelques minutes à l'aide d'un agitateur.
- 4- Laisser la suspension au repos pendant 15mn puis agiter à nouveau pour quelques instants.
- 5- Prendre le pH de la suspension après stabilisation de l'appareil.

### 6.3. La teneur en cendres

#### 6.3.1. Le principe de la méthode

Le principe de la méthode est basé sur la calcination du pollen à 550°C à 600°C dans le four à moufle jusqu'à l'obtention de cendres de couleur blanche et de poids constant.

#### 6.3.2. Le mode opératoire

Les cendres sont déterminées après introduction d'un gramme de pollen dans un verre de montre, placé dans un four à moufle à une température allant de 550° à 600°C pendant 3 heures jusqu'à obtention d'une couleur blanchâtre ou grisâtre. Les cendres ainsi obtenues sont refroidies au dessiccateur, puis pesées afin de quantifier la teneur en minéraux de l'échantillon.

Le taux de la matière organique (MO) est calculé selon la formule suivante :

$$\text{MO (\%)} = \frac{M_1 - M_2}{P} \times 100$$

**M<sub>1</sub>** : Masse de verre de montre plus la prise d'essai ;

**M<sub>2</sub>** : Masse de verre de montre plus les cendres ;

**P** : Masse de la prise d'essai.

La teneur en cendres (Tc) est obtenue selon la formule suivante :

$$\text{Tc (\%)} = 100 - \text{MO(\%)}$$

**Tc** : Teneur en cendres.

### 6.4. L'acidité titrable

#### 6.4.1. Le principe de la méthode

Le principe de cette méthode se base sur le titrage de l'acidité d'une solution aqueuse avec une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénol phtaléine comme indicateur coloré.

#### 6.4.2. Le mode opératoire

Un échantillon de 2,5g de pollen broyé est placé dans une fiole conique avec 20 ml d'eau distillée chaude récemment bouillie et refroidie, et mélangé jusqu'à obtention d'un liquide homogène. Chauffer le contenu au bain-marie pendant 30 min. Après refroidissement, le contenu de la fiole conique est transvasé dans une fiole jaugée de 25 ml et complété jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée récemment bouillie et refroidie. Ensuite, il est bien mélangé puis filtré. 10 ml de filtrat, versés dans un bécher, sont titrés avec une solution d'hydroxyde de sodium 0,1N et en présence de quelques gouttes de phénol phtaléine, jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante pendant quelques secondes.

L'acidité titrable est déterminée selon la formule suivant :

$$A = (25.V1.100) / (M.10.V0)$$

**M** : Masse de pollen prélevé ;

**V0** : Volume de la prise d'essai (10ml) ;

**V1** : Volume de la solution d'hydroxyde de sodium à 0,1 N utilisé.

### 6.5. La teneur en composés phénoliques totaux

#### 6.5.1. Le principe de la méthode

La teneur en composés phénoliques totaux du pollen est estimée selon la méthode de Folin-Ciocalteu décrit par (Moreira et al, 2008).

## Matériel et méthodes

---

L'ensemble des composés phénoliques du pollen est oxydé par le réactif de Folin-Ciocalteu. Ce dernier de couleur jaune est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ( $H_3W_{12}O_{40}P$ ) et l'acide phosphomolybdique ( $H_3Mo_{12}O_{40}P$ ) qui est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en mélange d'oxyde bleus de tungstène ( $W_8O_{23}$ ) et de molybdène ( $Mo_8O_{23}$ ). La coloration bleue produite possède une absorption maximum aux environ 700nm. Elle est proportionnelle aux taux de composés phénoliques oxydé.

### 6.5.2. Le mode opératoire

#### 6.5.2.1. Préparation de l'Extrait Méthanolique du Pollen (EMP)

La préparation de l'EMP est réalisée selon la procédure décrite par (Moreira *et al*, 2008).

- 1- Mélanger 5g de pollen avec 10 ml de méthanol.
- 2- Laisser la solution macérer pendant 72h à température ambiante.
- 3- Filtrer la solution avec le papier filtre Whatman N°4.
- 4- Ré-extraire à nouveau le résidu solide.
- 5- Réunir les deux extraits méthanolique.

#### 6.5.2.2 Dosage des composés phénoliques totaux

Dans un tube à essai, 0,5 ml d'extrait méthanolique du pollen est dilué dans 9 ml de méthanol, puis ajouter 0,5 ml de réactif de Folin-Ciocalteu et 0,5 ml de carbonate de sodium ( $Na_2CO_3$ ). Le tube est laissé à l'abri de la lumière et à température ambiante pendant 1h. Mesurer ensuite l'absorbance à 700nm.

#### 6.5.2.3 La courbe d'étalonnage

##### Préparation d'acide Gallique :

0,013g d'acide gallique + 100 ml de méthanol.

- On effectue des dilutions (S1, S2, S3, S4), on prélève un volume de la solution mère pour chaque dilution puis on ajuste avec le méthanol jusqu'à 5 ml.

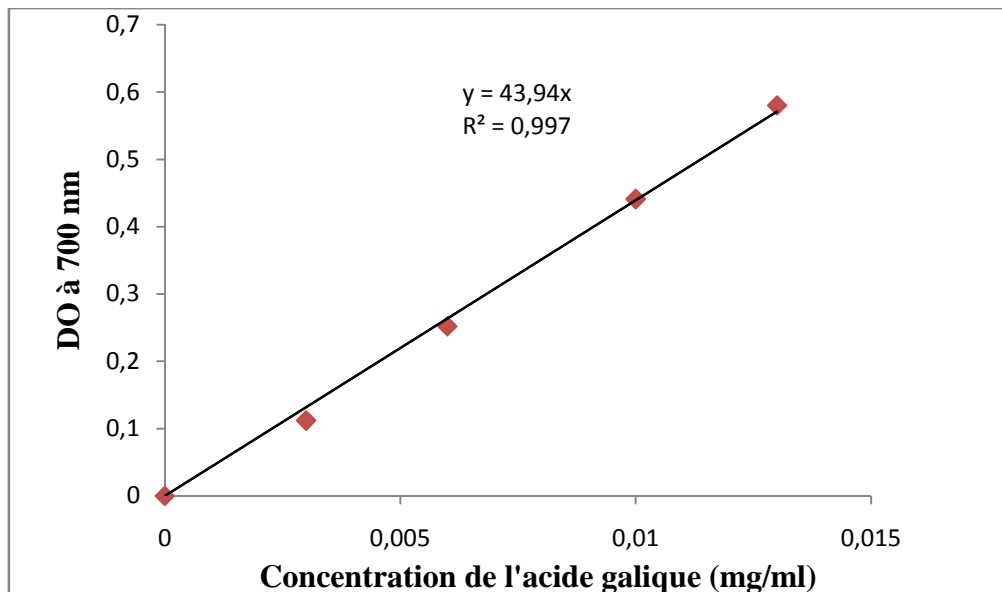
La quantification des poly phénols est faite en se basant sur une courbe d'étalonnage linéaire. Cette courbe est établie par l'usage des solutions de concentrations croissantes

## Matériel et méthodes

d'acide gallique (0,003 à 0,013 mg/ml). A cet effet, les solutions étalons de l'acide gallique préparées par la même méthode que l'échantillon. Le blanc préparé ne contient que de l'EMP, contre lequel sont faites les lectures dans le spectrophotomètre.

**Tableau III** : préparation des dilutions de l'acide gallique (GA) pour la réalisation de la courbe d'étalonnage des poly phénols totaux.

Solution	S5	S4	S3	S2	S1
Méthanol	0	3,85	2,69	1,15	5
[GA] mg /ml	0	0,003	0,006	0,01	0,013



**Figure 9:** la courbe d'étalonnage pour le dosage des composés phénoliques (en g équivalent acide gallique/g de pollen)

### 6.6. L'extraction et dosage des lipides

#### 6.6.1 Le principe de la méthode

L'extraction des lipides du pollen est réalisée selon la méthode NF EN ISO 734-1,2000 décrite par AFNOR (1982), en utilisant l'appareil de Soxhlet et l'hexane comme solvant. Le mélange lipides/solvant est séparé dans le rotavapeur.

### 6.6.2 Le mode opératoire

- 1- Peser 25g de l'échantillon.
- 2- Ajouter 75ml du mélange chloroforme / méthanol (2 :1 v/v) dans un Erlenmeyer de 250 ml.
- 3- Mélanger pendant 45 min avec un agitateur magnétique.
- 4- Extraire à nouveau la phase solide 1 ou 2 fois avec le même volume de l'extractant.
- 5- Combiner les phases liquides dans une ampoule à décanter.
- 6- Ajouter 35 ml de solution de NaCl saturée.
- 7- Agiter le mélange.
- 8- Après séparation des phases, filtrer ensuite et sécher la phase chloroforme avec du sulfate de sodium anhydre.
- 9- Filtrer à nouveau.
- 10- Peser le ballon rodé puis mettre la phase chloroformique.
- 11- Peser à nouveau le ballon + la phase chloroformique.
- 12- Passer au rotavapor à une température de 40°C
- 13- Peser le ballon rodé avec la phase lipidique uniquement.

La teneur en lipides(MG) des différents échantillons de pollen est obtenue par la formule suivante :

$$MG(\%) = P_2 - P_1 / P_3 \times 100$$

MG (%) : pourcentage de la matière grasse ;

P<sub>1</sub> : poids du ballon rodé vide (g) ;

P<sub>2</sub> : poids du ballon rodé avec l'huile extraite (g) ;

P<sub>3</sub> : Masse de la prise d'essai (g).

### 6.7. La composition en acides gras des lipides extraits

La composition en acides gras des différents extraits lipidiques du pollen est déterminée par une analyse chromatographique en phase gazeuse, après la méthylation des acides gras.

### 6.7.1 Le principe de la méthode

Le principe de la séparation par la C.P.G consiste à partager l'échantillon à analyser entre deux phases. L'une de ces phases est un liquide stationnaire uniformément réparti sous forme d'une pellicule mince ; qui représente dans notre cas les lipides totaux extraite du pollen frais, sur un solide inerte de grande surface spécifique, tandis que l'autre phase est un gaz mobile qui s'écoule à travers l'ensemble stationnaire.

### 6.7.2 Le mode opératoire

#### 6.7.2.1 Préparation des esters méthylique

Dans un tube à vis, 3 ml de l'hexane sont ajoutées à 0,2 g d'huile, auquel est additionné 0,4 ml de la solution d'hydroxyde de potassium méthanolique 2N. Agiter pendant 30 secondes, puis injecter dans l'appareil (CPG).

#### 6.7.2.2 Injection des esters méthyliques dans la CPG

Un volume de 0.5  $\mu$ l des esters méthyliques est injecté dans la CPG de marque Chrompack CP 9002 équipée d'un détecteur à ionisation de flamme et d'un injecteur. Ce système utilise une colonne capillaire en silice DB avec l'azote comme gaz vecteur à un débit de 0.5 cm/mn.

La température de la colonne est maintenue à 100°C, alors que la température de l'injecteur et du détecteur sont à 250°C. La calibration est faite à l'aide d'un étalon interne de palmitate d'esters méthyliques, et le pourcentage de chaque acide gras est obtenu à l'aide d'un intégrateur.

### 6.8. L'activité antioxydante

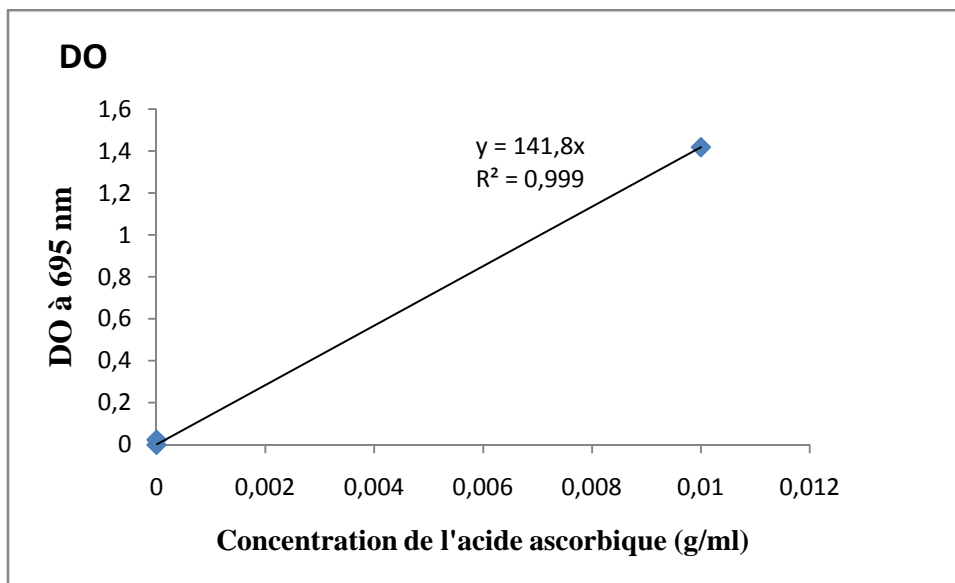
#### 6.8.1 Le mode opératoire

0,1g de pollen frais, de chaque type, a été dissous dans 5 ml d'eau distillée pour former la solution mère (SM). Ensuite, une série de quatre tubes à vis, dans chacun on met 1 ml de la SM, auquel on ajoute successivement 1, 2, 3, 4 ml d'eau distillée, pour préparer des solutions de pollen de concentrations décroissantes. On prélève par la suite 0.1 ml de la solution de chaque tube et le verse dans une autre série de tubes, auxquels on ajoute par la suite 1ml de mélange des réactif suivants : 0.6 M d'acide sulfurique ; 28 mM phosphate de sodium ; 4 mM de molybdate d'ammonium. Le mélange obtenu est incubé dans un bain marie

## Matériel et méthodes

à 95°C, pendant 90 min. Après refroidissement une lecture a été effectuée à 695 nm dans spectrophotomètre. Une courbe d'étalonnage d'acide ascorbique a été préparée. 0.1 g d'acide ascorbique est dissous dans 10 ml d'eau distillée pour préparer la solution mère. A partir de cette solution, une série de dilution de concentrations croissantes ont été préparées pour élaborer une courbe d'étalonnage, illustrée par la figure N°10.

### 6.8.2 La courbe d'étalonnage

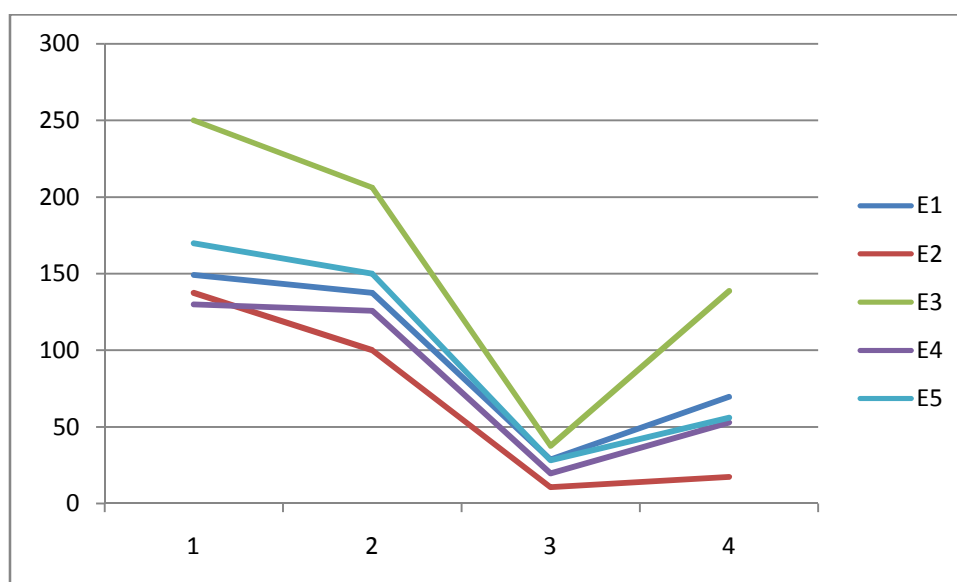


**Figure 10 : la courbe d'étalonnage pour la mesure de l'activité antioxydante des différents types de pollen (en équivalent g d'acide ascorbique/ml)**

### 1. Les quantités de pollen récoltées par les abeilles

Le pollen est l'aliment protéique de la ruche d'abeille. C'est pendant la période printanière que les besoins en pollen sont les plus élevés. Les abeilles se nourrissent de pollen pour la sécrétion de la gelée royale, qui servira de nourriture pour les jeunes larves, et aussi pour la sécrétion de la cire pour le bâtissage des rayons.

La figure N°11 montre l'évolution des quantités de pollen récoltée par cinq ruches d'abeilles, à quatre dates différentes : D1 (18/03/2016), (D2) 25/03/2016, (D3) 03/04/2016, (D4) 11/04/2016.



**Figure 11 : L'évolution des quantités de pollen récoltées (g) par chaque ruche**

La tendance de l'évolution des quantités de pollen collectées est la même pour toutes les colonies d'abeilles, cependant les quantités diffèrent d'une colonie à une autre. En effet, la ruche N°3 se distingue des autres par des récoltes les plus élevées, et ce pour les différentes dates. Nous constatons globalement une légère baisse, de la quantité collectée, entre D1 et D2, puis suivie d'une chute très importante entre D2 et D3, enfin une reprise de l'activité de collecte de pollen est constatée entre D3 et D4. La variation des quantités de pollen collectées d'une date à une autre peut s'expliquer principalement par la disponibilité de pollen dans les alentours des ruches, qui est d'environ 3 km de diamètre. En effet, les quantités importantes de pollen récolté en mois de Mars (D1 et D2) est dû à la floraison de la Bruyère arborescente,

## Résultats et discussions

qui est considérée comme étant la première plante pollinifère du maquis méditerranéen, sur laquelle les colonies d'abeilles se développent rapidement. La fin de la floraison de cette espèce, au début de mois d'avril, expliquerait la chute importante de la quantité de pollen collecté par toutes les ruches.

### 2. Triage du pollen selon la couleur

Le pollen est souvent spécifique à un groupe végétal, et chaque groupe se caractérise par une couleur bien précise, selon les types de pigments y présent(Stanley and Linskens,1974). Ainsi, le pollen multicolore de la région d'étude nous renseigne, de point de vue botanique de la diversité florale de cette région, et sur le plan diététique de la richesse nutritionnelle de ce complément alimentaire.

**Tableau IV** : les proportions de chaque type de pollen dans le pollen collecté à différentes dates.

	<b>E1 (18/03/2016)</b>	<b>E2 (25/03/2016)</b>	<b>E3 (03/04/2016)</b>	<b>E4 (11/04/2016)</b>
Ecarlate	0.17	30.16	-	-
Orange	0.71	31.06	-	-
Vert olive	22.89	2.72	-	4.19
Blanc	1.79	-	-	0.17
Noir	2.78	-	-	-
Brun	30.27	5.02	-	5.81
Pourpre	3.45	10.22	35.03	39.93
Carmin	2.23	-	32.94	-
Jaune citron	5.42	11.32	31.30	43.26
Marron claire	30.18	9.26	-	-

Le triage des échantillons de pollen récoltés à différentes dates, nous a permis de connaître les proportions des différents types de pollen dans chaque échantillon récolté, et aussi de suivre l'évolution de leurs proportions d'une date de récolte à une autre. Ainsi, dans l'échantillon E1, récolté le 18/03/16, contient dix types de pollen de couleur différentes, dans les échantillons E2, E3, E4 nous avons trouvé respectivement sept, trois et cinq types de pollen. Il apparait de ce tableau donc que le pollen E1 est le plus diversifié, comparativement à l'échantillon E3.

## Résultats et discussions

---

Le résultat obtenu dans E1 peut s'expliquer d'une part par la diversité florale importante de cette période, et d'autre part aussi au besoin de la colonie d'abeille au pollen pour l'élevage des jeunes larves (couvain ouvert) qui est très abondant à cette période de l'année. Par ailleurs, les facteurs climatiques peuvent influencer la récolte de tel ou tel type de pollen.

Le pollen récolté le 18/03/2016 est trié en dix types de couleurs de proportions différentes : brun (30.27%) ; marron claire (30.18%) ; vert olive (22.89%) ; jaune citron (5.42%) ; pourpre (3.45%) ; noir (2.78%) ; carmin (2.23%) ; blanc (1.79%) ; orange (0.71%) ; écarlate (0.17%). D'après ces résultats, nous remarquons la dominance de la couleur brune qui signifie l'abondance d'une espèce mellifère pourvoyeuse de ce type de pollen. Dans une étude précédente réalisée par **Cherfa et Smaili (2012)** dans la même région ont pu trouver 11 types de pollen dont le marron claire (plus proche du brun) a une proportion de 29.22%.

En se référant à l'observation au microscopique électronique à balayage (MEB), le type de pollen de couleur brune (E1) provient d'une espèce mellifère très connue dans le maquis méditerranéenne qui est la bruyère arborescente, qui fleurie à partir de la mi de février jusqu'au début de mois d'avril.

Les types de pollens dans le deuxième échantillon (récolte du 25/30/2016) sont : orange (31.06%) ; écarlate (30.16%) ; jaune citron (11.32%) ; pourpre (10.22%) ; marron claire (9.26%) ; brun (5.02%) et enfin vert olive (2.72%).

En comparant l'échantillon E1 (18/03/2016) à l'échantillon E2 (25/03/2016), nous constatons une baisse importante du pollen type brun, marron claire et vert olive, cependant les proportions de certains autres types augmentent, particulièrement le type orange et l'écarlate. Ce résultat s'explique par l'époque de la floraison des espèces en question. En effet, dans le cas de pollen provenant de la bruyère, la fin de mois de mars coïncident généralement avec la fin du cycle de floraison de cette espèce. D'autres espèces cependant démarrent leur cycle de floraison.

Trois types de pollen dominant ont été identifiés lors de la troisième récolte (03/04/2016) : le pourpre (35.03%) ; le carmin (32.94%) ; le jaune citron (31.30%). Un autre de type de pollen de couleur violet foncé est apparu mais à une proportion négligeable.

En ce qui concerne le quatrième échantillon (11/04/2016), nous avons identifié cinq types de pollen : jaune citron (43.26%) ; pourpre (39.93%) ; brun (5.81%) ; vert olive (4.19%) ; blanc (0.17%).











### 3. Observation microscopique du pollen d'abeille et de grains de pollen des différentes espèces mellifère

#### 3.1 Pollen d'abeille








Selon **Bogdanov *etal*, 2004** l'analyse pollinique par microscopie permet la détermination de l'origine botanique et géographique du pollen, en se basant sur les formes morphologiques des grains de pollen. Dans notre étude, et afin d'identifier l'origine florale des différents pollens récoltés, nous avons comparé nos résultats à ceux obtenus dans deux études précédentes effectuées dans la même région. En effet, dans ces études précédentes, le pollen récolté a été d'abord trié en différents types, selon la couleur, ensuite les grains de pollen des différents types ainsi que ceux des espèces botaniques, de la région, butinées par les abeilles ont fait l'objet d'une observation au MEB (voir annexe). En comparant les résultats des différentes observations, l'origine florale de plusieurs espèces ont été identifiées.

## Résultats et discussions

**Tableau V** : Les types de pollen et l'origine florale correspondant :

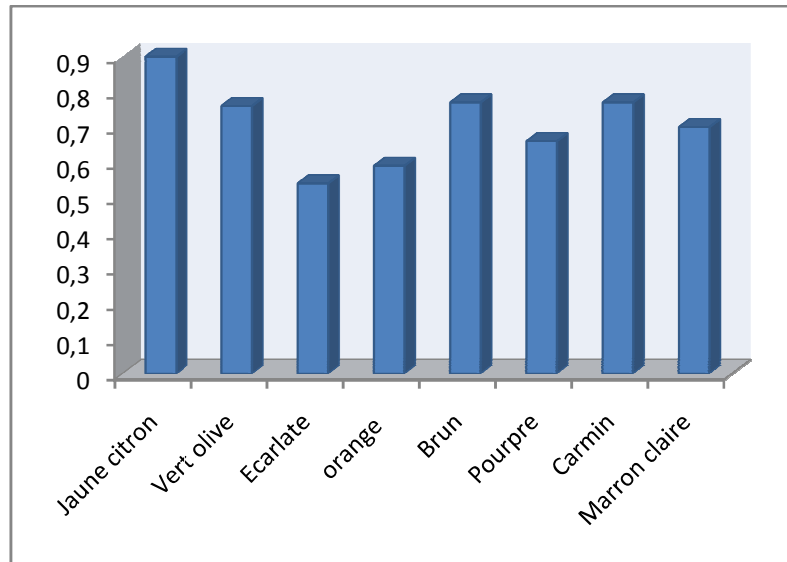
Echantillon de pollen d'abeille	Echantillon de pollen végétal
<p data-bbox="405 344 507 376"><b>Orange</b></p> 	<p data-bbox="938 344 1056 376"><b>Pissenlit</b></p> 
<p data-bbox="405 582 507 613"><b>Marron</b></p> 	<p data-bbox="951 613 1043 645"><b>Erable</b></p> 
<p data-bbox="421 884 491 916"><b>Brun</b></p> 	<p data-bbox="938 920 1056 952"><b>Bruyère</b></p> 
<p data-bbox="399 1234 513 1265"><b>Ecarlate</b></p> 	<p data-bbox="893 1256 1101 1288"><b>Grande mauve</b></p> 
<p data-bbox="373 1509 545 1541"><b>Jaune citron</b></p> 	<p data-bbox="954 1532 1040 1563"><b>Oxalis</b></p> 

## Résultats et discussions

<b>Carmin</b> 	
<b>Marron clair</b> 	<b>Melilot</b> 
<b>Vert olive</b> 	<b>Chardon</b> 
<b>Pourpre</b> 	<b>Sainfoin</b> 

#### 4. Le poids de 100 pelotes

La figure 12 illustre le poids de cent pelotes de huit types de pollen prépondérants. D'après les résultats obtenus, nous constatons une variation du poids de 100 pelotes de 0.54 à 0.90g. Le jaune citron, provenant de l'espèce Oxalis est classé en premier avec un poids moyen de 0.90g, suivi par le brun (Bruyère) et carmin avec 0.77g ; le vert olive (Chardon) avec 0.76g ; le marron clair (Melilot) 0.70g ; le pourpre (Sainfoin) avec 0.66g ; et enfin orange (pissenlit) et ecarlate (Grande mauve) avec 0.59g et 0.54 g.



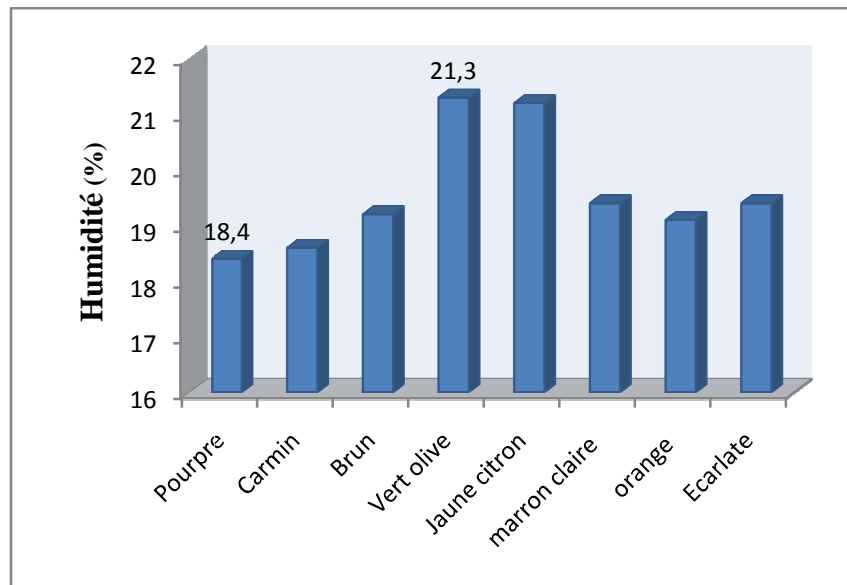
**Figure 12 : Poids de 100 pelotes (g) de huit types de pollen prédominants**

### 5. Les analyses physico-chimiques

#### 5.1 La teneur en eau

Les teneurs en eau, des différents types de pollen enregistrés (figure), varient de 18.4 à 21.3%. Cet écart est par ailleurs moins important de celui trouvé par **Smaili et Cherfa, (2012)**, et qui oscillent entre 18.11 à 36.82%. Les valeurs obtenus pour chaque type de pollen : pourpre avec 18.4% ; carmin avec 18.6% ; orange avec 19.1% ; brun 19.2% ; marron claire et ecarlate 19.4% ; jaune citron avec 21.2% ; vert olive avec 21.3%. **Roulston et al, (2000)** ont liés la teneur en eau du pollen à son origine botanique.

Un taux d'humidité élevé du pollen frais le rend facile à l'altération microbienne, particulièrement par les moisissures. Par ailleurs, un taux d'humidité supérieur à 8% peut favoriser la fermentation (**Almeida- muradianet al, 2005**). Par conséquent, il est primordial d'appliquer un procédé de conservation, tel que le séchage et/ou la congélation. Dans le cas de la conservation par séchage, un taux d'humidité  $\leq 6$  g d'eau / 100 g de pollen aucune altération n'est à craindre, même après 1 - 1 ½ année d'entreposage (**Bogdanov, 2004**).



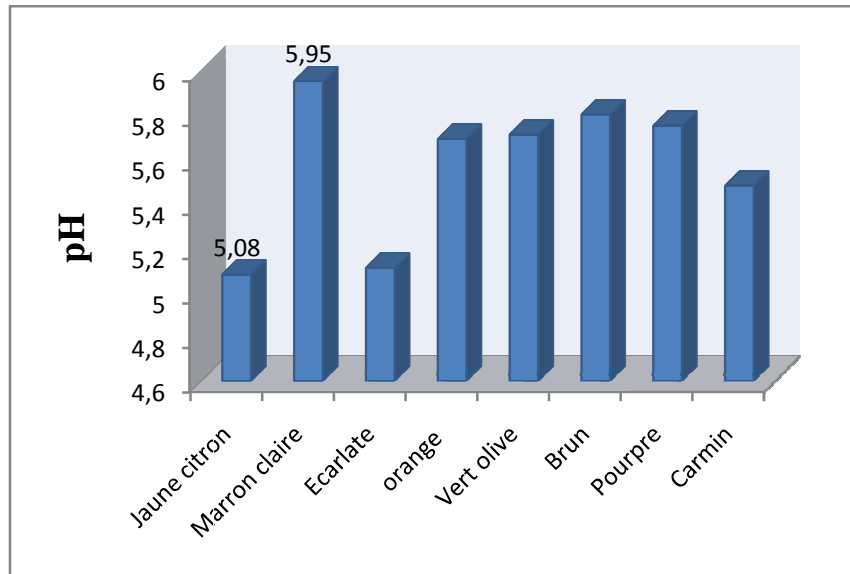
**Figure 13** : Les valeurs de la teneur en eau (%) de huit types de pollen prédominants

### 5.2Le pH

Le pH permet de mesurer l'acidité ou la basicité d'une solution. Le pH est lié à la concentration en ions  $H_3O^+$ . Connaître le pH du produit nous assure sa qualité, pour mieux le conserver.

Le pH des différents types de pollen varie de 5.08 à 5.95. Les résultats obtenus pour chaque type sont dans l'ordre croissant suivants : Le jaune citron (pH = 5.08) ; l'ecarlate (pH = 5.11), le carmin (pH = 5.48), l'orange (pH = 5.69), le vert olive (pH = 5.71) ; le pourpre (pH = 5.75), le brun (pH = 5.80) et le marron claire (pH = 5.95). Nos résultats obtenus sont très proches de ceux trouvés par **Smaili et Cherfa (2012)**, et qui varient de 4.9 à 5.9 et ceux trouvés par **(Krell, 1996)** qui oscillent entre 4 et 6.

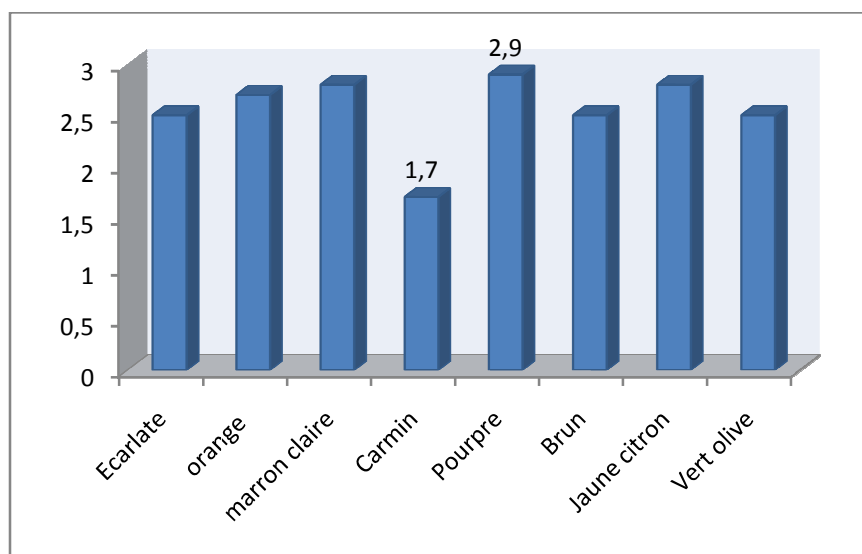
## Résultats et discussions



**Figure 14 : Les différentes valeurs du pH de huit types de pollen prédominants**

### 5.3. La teneur en cendres

Les teneurs en cendres enregistrés dans les différents types de pollen varient de 1.7 à 2.9%. Cette différence ne peut être expliquée que par l'origine botanique et la nature des espèces butinées. Nos résultats sont proches de ceux trouvés par **(Herbert et al, 1978)** ; **(Bell et al, 1983)** qui ont trouvé des teneurs en cendres qui varient de 2.1 % à 3.2%.

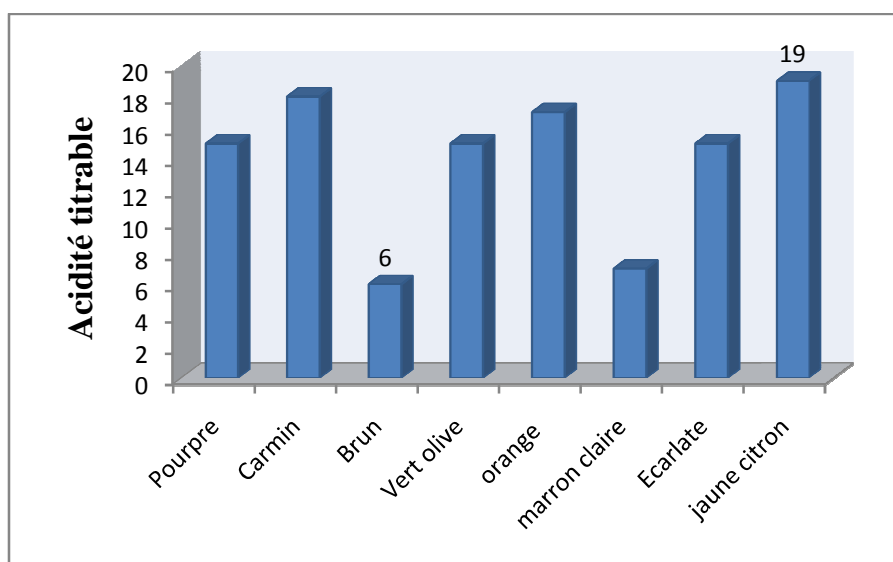


**Figure 15: Les teneurs en cendre (%) de huit types de pollen prédominants**

### 5.4 L'acidité titrable

L'acidité libre du pollen est probablement due à l'action de la flore lactique naturelle trouvée dans le pollen frais, et qui est responsable de l'hydrolyse des composés organique, particulièrement les glucides, pour libérer des acides organiques (Gilam, 1990).

La figure 16 montre les valeurs de l'acidité titrable des différents types de pollen analysés. Nous remarquons en effet une fluctuation importante des valeurs qui varient de 6 meq de NaoH/100g (Brunprovenant de l'espèce bruyère) à 19 meq de NaoH/100g (Jaune citronprovenant de l'espèce oxalis). Cette fluctuation est due à la composition et la diversité des espèces florales butinées.



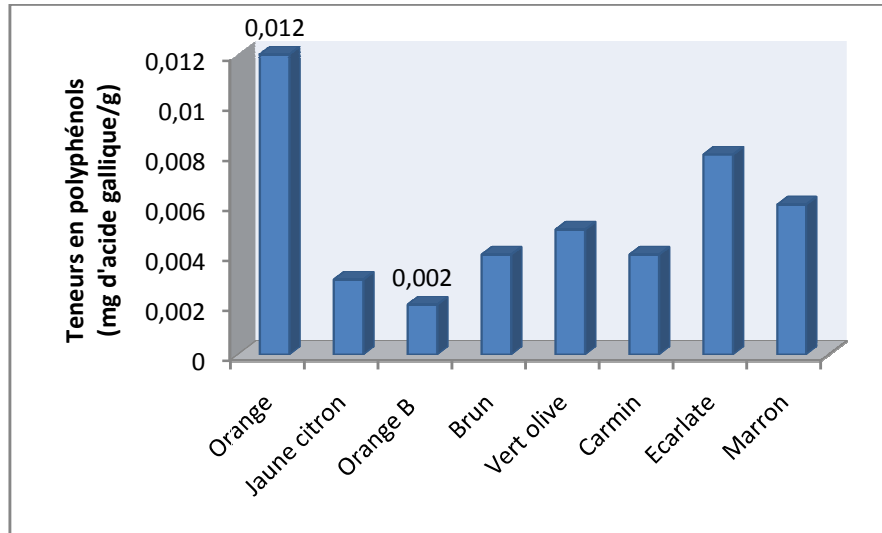
**Figure 16 : Les valeurs de l'acidité titrable(meq de NaoH/100g)de huit types de pollen prédominants**

### 5.5 La teneur en composés phénoliques totaux

La capacité élevée des composés phénolique pour neutraliser les espèces actives de l'oxygène est fortement associée à la structure, tels que les doubles liaisons conjuguées et le nombre de groupes hydroxyle dans le cycle aromatique, le plus souvent attribuée aux flavonoïdes et des dérivés de l'acide cinnamique (Silva et al, 2000).

## Résultats et discussions

La figure 17 montre les teneurs en poly phénols totaux des différents types de pollen, et qui varient de 0.002 à 0.012 mg GAE/g. Cela est dû à l'origine florale des pelotes du pollen de toute fleurs.

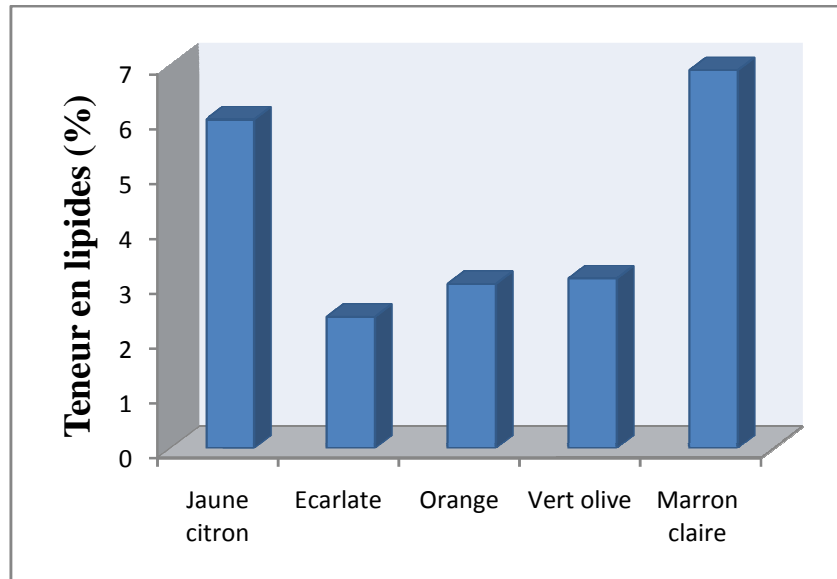


**Figure 17 : Les teneurs en poly phénols totaux (mg d'acide gallique/g) de huit types de pollen prédominants**

### 5.6 La teneur en lipides

Les lipides de pollen se composent des lipides cytoplasmiques internes et les lipides externes du pollenkitt, mais la teneur en lipides rapportée dans la littérature est dans la plupart du temps celle du pollenkitt et qui peut comporter seulement une petite fraction des lipides totaux (**Roulstonet al, 2000**)

La figure 18 montre une variation de la teneur en lipides d'un type de pollen à un autre, et qui varie de 0.3% (ms) (orange provenant de l'espèce de pissenlit) à 6.9% (marron claire provenant de l'espèce de melilot). Les autres types de pollen ont des teneurs en lipides différentes : ecarlate (grande mauve) avec 2,4%, vert olive (chardon) avec 3,1%, jaune citron (oxalis) avec 6,0%. Cette différence serait due à l'origine botanique. **Almeida-Muradian (2005)** ont trouvé un taux de lipide d'environ 6% dans le pollen récolté au Brésil.



**Figure 18 : Les teneurs en lipides (% ms) des différents types du pollen**

### 5.7 La teneur en acides gras

Le profil en acides gras des différents types de pollen, obtenu par la CPG, est synthétisé dans le tableau VI.

## Résultats et discussions

**Tableau VI:** Compositions en acides gras (%) des différents types de pollens

Acides gras	Dénomination	Ech Ecarlate	Ech Pourpre	Ech Jaune citron	Ech Vert olive	Ech Marron Claire
C12 :0	<b>Acide Laurique</b>	0.57%	0.06%	0.42%	0.32%	Trace
C14 :0	<b>Acide Myristique</b>	<b>25.9%</b>	<b>8.93%</b>	0.19%	0.02%	1.32%
C16 :0	<b>Acide Palmitique</b>	<b>24.47%</b>	<b>36.51%</b>	<b>17.06%</b>	<b>21.72%</b>	<b>28.06%</b>
C16 :1w7	<b>Acide Palmitoléique</b>	0.40%	Trace	-	4.27%	-
C17 :0	<b>Acide Margarique</b>	-	0.90%	-	1.18%	-
C17 :1		-	0.49%	-	0.30%	-
C18 :0	<b>Acide Stéarique</b>	1.33%	4.65%	2.82%	0.72%	4.32%
C18 :1w9	<b>Acide Oléique</b>	<b>15.18%</b>	<b>17.28%</b>	<b>17.43%</b>	<b>24.30%</b>	<b>13.67%</b>
C18 :2	<b>Acide Linoléique</b>	<b>10.64%</b>	<b>15.77%</b>	<b>10.52%</b>	<b>19.80%</b>	<b>25.68%</b>
C18 :3w3	<b>Acide Linolenique</b>	<b>19.56%</b>	<b>15.36%</b>	<b>33.15%</b>	<b>29.49%</b>	<b>24.85%</b>
C20 :0	<b>Acide Arachidique</b>	0.08%	Trace	0.07%	0.30%	2.07%
C20 :1			Trace	3.50%	2.19%	Trace
AGS		52.35 %	51.05 %	20.56 %	24.26 %	35.76 %
AGI		45.78%	38.9%	64.6%	80.35%	64.2%
AGMI		15.58 %	17.77 %	20.93 %	31.06 %	13.67 %
AGPI		30.20 %	21.13 %	43.67 %	49.29 %	50.53 %

Les échantillons de pollen analysés sont constitués d'un mélange de plusieurs acides gras: l'acide laurique, l'acide myristique, l'acide palmitique, l'acide palmitoléique, l'acides margarique, l'acide heptadecanoïque, l'acide stéarique, acide oléique, l'acide linoléique, l'acide linoléique, l'acide linoléique, l'acide arachidique, l'acide eicosénoïque. Les plus représentés quantitativement, et qui sont présents dans tous les échantillons, sont: l'acide myristique (0.02 à 25.9%), l'acide oléique (13.6 à 24.3%), l'acide linoléique (10.52 à 25.68%) et l'acide  $\alpha$ -linoléique

## Résultats et discussions

---

(15.36 à 33.15%). L'acide stéarique se trouve en faible quantité, dont la teneur maximale est de 4.65%. Les autres acides gras se trouvent à l'état de traces.

Il apparait de ces résultats que les différents types de pollen sont riches en acides gras insaturés (AGI), particulièrement les acides gras polyinsaturés (AGPI), et qui atteint une valeur la plus élevée (80.3%) dans le type vert olive. Il est bien connu que les acides gras polyinsaturés s'oxyde rapidement, et en altérant la qualité sensorielle de l'aliment, d'où la nécessité de conserver le pollen à l'abri de l'air et de la lumière.

Par ailleurs, et en comparant entre le pollen des différentes espèces botaniques, les résultats du profil en acides gras montre la richesse en acide myristique du type écarlate, contrairement aux autres échantillons.

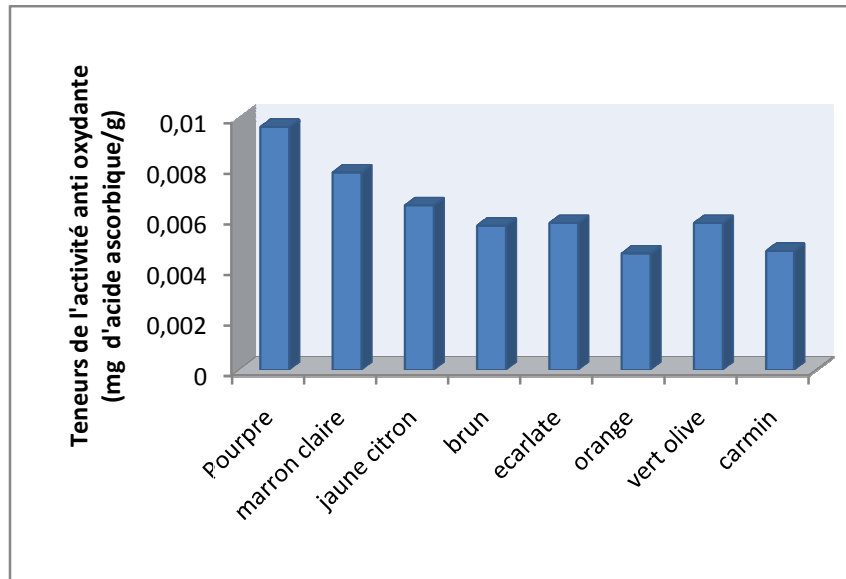
Les résultats rapportés dans la bibliographie sont très diversifiés. En effet (**Farag et al, 1978**) ont constaté que l'acide myristique représente presque la moitié de la composition des lipides du pollen. **Loublie** (**1991**) ont cependant enregistré des niveaux élevés en acide palmitique, en  $\alpha$ -linoléique et en acide eicosénoïque.

Les échantillons écarlate et pourpre sont constitués beaucoup plus d'AGS avec des (52.35%) et (51.05%) respectivement, par contre les autres échantillons jaune citron, vert olive et marron clair sont constitués principalement d'acides gras polyinsaturés avec des proportions (43.67%), (49.29%), (50.53%) respectivement.

### 5.8. L'activité anti oxydante

D'une manière générale, un antioxydant peut empêcher l'oxydation d'un autre substrat en s'oxydant lui-même plus rapidement que celui-ci. Les antioxydants retardent la peroxydation et minimisent efficacement le rancissement des lipides (**Bouras et Houchi, 2013**). Les antioxydants, par ailleurs, luttent contre les radicaux libres. Ces derniers sont associés au vieillissement et à de nombreuses pathologies telles que le cancer, les maladies cardiovasculaires et inflammatoires et la dégénérescence du système immunitaire (**Guinebert et al, 2005**).

## Résultats et discussions



**Figure 19** : les valeurs de l'activité anti oxydante (mg acide ascorbique /g) de huit types de pollen prédominants

Il apparait de la figure N°19, que l'activité antioxydante, en équivalent mg d'acide ascorbique/g, est différentes d'un type de pollen à un autres. Les valeurs enregistrées varient en effet de 0.0046 à 0.0096 mg acide ascorbique /g. Les valeurs des activités antioxydante sont énumérées dans l'ordre décroissant suivant : 0.0096 (pourpre) ; 0.0078 (marron claire) ; 0.0065 (jaune citron) ; 0.0058 (écarlate) 0.0058 ; (vert olive) ; 0.0057 (brun) ; 0.0047 (carmin) ; 0.0046 (orange). Cette variation peut s'expliquer par la variation des teneurs en antioxydants dans chaque type de pollen.

## Conclusion

Le pollen est l'aliment protéique de l'abeille domestique, *Apis mellifera intermissa*. L'homme utilise le pollen, collecté par l'abeille, comme un complément alimentaire, pour sa valeur diététique. Dans la commune de Naciria, plus de 10 types de pollen, selon la couleur, ont été collectés par les abeilles. Ce résultat nous renseigne en effet sur la richesse de cette région en espèce mellifères. Cette diversité florale influence par ailleurs la composition biochimique du pollen récolté.

La teneur en eau des différents échantillons de pollen varie de 18.4 à 21.3%, ce paramètre peut influencer la stabilité du produit au cours de la conservation. Dans le cas du pH, la variabilité est moins importante comparativement à l'acidité titrable. Ces deux paramètres peuvent, en effet, indiquer l'état de fraîcheur de pollen récolté.

Les polyphénols sont de puissants antioxydants. Leurs teneurs varient de (0.02 à 0.12 mg GAE/g). Les polyphénols ralentissent l'oxydation des acides gras insaturés, et luttent contre le stress oxydatif, à l'échelle cellulaire, dans l'organisme.

La teneur en lipides, des différents pollens étudiés, varie de (3% à 6.9%, ms). Les acides gras les plus représentés quantitativement, et qui sont présents dans tous les échantillons, sont : l'acide myristique (0.02 à 25.9%), l'acide oléique (13.6 à 24.3%), l'acide linoléique (10.52 à 25.68%) et l'acide  $\alpha$ -linoléique (15.36 à 33.15%). Le pollen d'abeille apporte donc à l'organisme un mélange d'acide gras bien équilibré de point de vue nutritionnel. Toutefois, la richesse du pollen en acides gras insaturés, le rend sensible au rancissement au cours de la conservation.

## Références bibliographiques

---

### *A*

- ❖ **Almeida- Muradian .L.B ; Lucia.C ; Pamplonaa.Silvia Coimbraa ; Ortrud Monika barthb (2005).** Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. *Journal of Food Composition and Analysis* 18. Pp 105–111.

### *B*

- ❖ **Bastos DhM ; Barth OM ; Rocha CI ; Ibda S ; Cunh P ; Carvalho ; Torres. S; Michelin. M (2004).** Composition en acides gras et l'analyse palynologique des charges d'abeilles (*Apis pollen*) dans les États de São Paulo et de Minas Gerais, Brésil. *Journal de la recherche apicole*, 43 (2) .Pp 26-28.
- ❖ **Bell. R; Thprnber. J; Seet. J; Groves. M (1983).** Composition and protein quality of honeybee collected pollen of *Eucalyptus marginata* and *Eucalyptus calophylla*. *Journal of Nutrition* N°113. Pp: 2479-2484.
- ❖ **Benachour. K (2008).** Diversité et activité pollinisatrice des abeilles (hymenoptera apoïdea) sur les plantes cultivées. Thèse de doctorat. Spécialité : Entomologie appliquée. Université Mentouri de Constantine. 29 p.
- ❖ **Biri. M (2002).** Le grand livre des abeilles. Cours d'apiculture moderne. Edition S.A. PARIS. 260 p.
- ❖ **Blanc. M (2002).** Propriétés et usage des produits de la ruche. Thèse de doctorat ; Limoges, 138p.
- ❖ **Bogdanov. S (2004).** Quality and Standards of Pollen and Beeswax. *APIACTA* .38p.
- ❖ **Bogdanov .S et al (2004).** Pollen, définition et directives pour l'appréciation et l'analyse. Centre suisse de recherche apicole .6p.
- ❖ **Bouras F.Z et Houchi A (2013).** Etude de l'activité antioxydante de la plante .Pp :14-15

### *C*

- ❖ **Caillas. A (1957).** Les trois aliments miracles. Ed Paris Librairie spécial agricole. Pp : 31-133.
- ❖ **Caillas. A (1974).** Le rucher de rapport ; les produits de la ruche. 9<sup>ème</sup> Edition. Syndicat national d'apiculture. PARIS. 553 p.

## Références bibliographiques

---

- ❖ **Campos M.G., Webby R.F., Markham K.R., Mitchell K.A (2003).** Age-induced diminution of radical scavenging capacity in bee pollens and the contribution of constituent flavonoids. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* .51 .Pp742–745.
- ❖ **Campos. R ; Bogdanov. S ; Almeida-Muradian L.B ; Szczesna T ; Mencebo. Y ; Frigerio. C.; Ferreira. F (2008).** Pollen composition and standardisation of analytical methods. *Journal of Apiculture Research* 47.Pp 156 -163.
- ❖ **Catherine Ballot-Flurin (2010).** Bienfaits de l'apithérapie. 51p.
- ❖ **Chausat (2005).** L'importance du pollen pour l'abeille domestique. *Bult. Tech. Apic.* 32 (1) 11-17.
- ❖ **Chauvin. R et Lenormand. E (1957).** Composition et propriétés du pollen récolté par les abeilles. *Bull. Acad. Nat. Méd. PARIS.* 52p.
- ❖ **Chauvin. R (1987).** La ruche et l'homme. Ed SUD.161p.
- ❖ **Cherbulier.T (2001)** .CD – ROM. Apithérapie. Commission d'Apithérapie d'Apimondia.
- ❖ **Cherfa. F et Smail. N (2012).**caractérisation physico-chimique, microscopique et microbiologique des différents pollens de la région Naciria .63-67p.
- ❖ **Clement .H (2002).** Le traité Rustica de l'apiculture .Edition Rustica .Paris .Pp 527 ; 554.

### D

- ❖ **Daniel Alexandrian (1982).** Une étude sur la bruyère arborescente pour la fabrication des pipes.45p.
- ❖ **Dany.B (1983).** La récolte moderne du pollen. Edition Européenne Apicole. Pp140.149.
- ❖ **Dauphin. P ; Anietsbehere (1997).** Les galles de France .2em édition.2p.
- ❖ **Delphine N Gumo Don Gock, J.Tchoumbou, J.Y.Pinta et Zango.P (2008).** caractéristique pollinique des plantes mellifères de la zone soudano-Guinéenne.151p.
- ❖ **Donadieu. Y (2004).** Le pollen, Les thérapeutiques naturelles. Ed Maloine. P28.

### F

- ❖ **Fronty.A (1984).** L'apiculture aujourd'hui. EDITION Dargaud. Pp : 222 ; 230.
- ❖ **Farag. R.S; Yousse. A.M., Ewies. M.A., Hallabo. S.A.S (1978).** Long-chain fatty acids of six pollens collected by honeybees in Egypt. *Journal of Apicultural Research and Bee World.* 17. Pp 88-90.

## Références bibliographiques

---

### G

- ❖ **Guerriat H. (2000)**. Etre performant en apiculture. Ed. Rucher du Tilleul. Pp: 51; 108; 113.
- ❖ **Guinebert E ; Durant P; Prost M ; Grinand R ; Bernigault R (2005)**. mesure de la résistance aux radicaux libres sixième journée de la recherche avicole
- ❖ **Gilliam (1990)**. Microorganisms associated with pollen, honey, and brood provisions in the test of a stingless bee. *Melipona fasciata*. *Apidologie* 21. Pp: 90-98.

### H

- ❖ **Haydak M.H; Tangaury M.C (1943)** .Pollen and pollen substitutes in the nutrition of honeybee. *Tech. Bull. Minn. Agric. Exp. Sta. N° 160*. P23.
- ❖ **Herbert ET Shimanki H (1998)**. Chemical composition and nutritive value of bee-collected and bee stored pollen .*Apidologie*. Pp 9.33-40.
- ❖ **Human H., Nicolson S.W (2006)**. Digestion of maize and sunflower pollen by the spotted maize beetle *Astylus atromaculatus* (Melyridae): is there a role for osmotic stock. *J. Insect. Physical* .N°49. Pp: 633-643.

### I

- ❖ **Iren Keller ; Petter Flur ; Anton Imdrof (2003)**. Le pollen et le développement des colonies chez l'abeille mellifère .8p.

### K

- ❖ **Krassilov (2007)**. Pollen eaters and pollen morphology: co-evolution through the Permian and Mesozoic. *AFRICAN INVERTEBRATES*.48. Pp 3-11.
- ❖ **Krell. R (1996)** .Value- added products from beekeeping: F.A.O, Agricultural service bulletin N°124. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome. The chief Editor. 156p.

### L

- ❖ **Le Conte (2005)**. Connaitre l'abeille, conduire le rucher. Techniques et documentations. 7 ème Ed Lavoisier. Pp : 309 ; 410 ; 482.
- ❖ **Le Conte Y (2006)** .Mieux connaître l'abeille. *Traité rustica de l'apiculture*. Pp : 19.

## Références bibliographiques

---

- ❖ **Leja ; Mareczek A ;Wyzgolik G ;Kilepacz I Baniak J; C Zekonska K** .(2007).Antioxidative propperties of bee pollen selected plant species .food chemistry.100pp237-240
- ❖ **Louveaux J (1985)**. Les abeilles et leur élevage. 2<sup>ème</sup> édition O.P.I.D.A. Pp : 32 ; 40.
- ❖ **Louveaux.J (1958)**. Recherche sur la récolte du pollen par les abeilles (Apis mellifera). P13-15.

### *M*

- ❖ **Manning (2001)**. Fatty acids in pollen: a review of their importance for honey bees. Bee World. 82. Pp 71-75.
- ❖ **Marieke Mutsaer; Henk Van Blitterswijk K; Leen Van't Leven; JAAP KERK V LIET; JAN VAN DE WAERDT (2005)**. Les produits de l'apiculture .36p.
- ❖ **Masson.C (1983)**. Physiologie sensorielle et comportement de l'abeille au milieu naturel.Annale de l'abeille .Pp : 345-350.
- ❖ **Moreira, L ; Dias L.G ; Pereira ; J.A ; Estevnho, L (2008)**. Antioxidant proprieties, total phenols and pollen analysis of propolis samples from Portugal. Food and chemical toxicology. 46. Pp 152-163.
- ❖ **Muniategui S; Simal J., Huidobro J F., Garcia M C (1989)** .Study of the fatty acids in bee-collected pollen. Grasas y Aceites, 40(2). In Value- added products from beekeeping: F.A.O, Agricultural service bulletin.N°124. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome. The chief Editor. .Pp: 81; 86.

### *N*

- ❖ **Nicola Bradbear (2010)**. Le rôle des abeilles dans le développement rural. Manuel sur la récolte, la transformation et la commercialisation des produits et services dérivés des abeilles. 135p.
- ❖ **Nigelle. E (1972)** .Pouvoir merveilleux du pollen. Ed Soissons. 20p.

### *P*

- ❖ **Philippe J.M (1991)**. La pollinisation par les abeilles. Ed SUD. Pp : 34 :40.
- ❖ **Philippe J.M (1999)**. Le guide de l'apiculture. Ed SUD. Pp : 347 ; 402 ; 427.
- ❖ **Phillipe J.M (2005)**. Importance du pollen pour l'abeille domestique. 2<sup>ème</sup> Edition. PARIS. Pp : 19 ; 23 ; 30.

## Références bibliographiques

---

- ❖ **Prost J P (2005)** .La vie sociale des abeilles. Traité Rustica de l'apiculture. Pp : 54 ; 83.
- ❖ **Prost J.P ; Le Conte Y (2005)**. Apiculture : connaître l'abeille. Ed. Technique et documentation, Lavoisier, PARIS. Pp 579 ; 589 ; 600.

### Q

- ❖ **Qiana. W; Khana Z.;Watsona D.G; Fearnley. J (2008)**. Analysis of sugars in bee pollen and propolis by ligand exchange chromatography in combination with pulsed amperometric detection and mass spectrometry. Journal of Food Composition and Analysis.v.21. Pp 78-83.

### R

- ❖ **Rabiet. E (1984)** .Choix et culture des plantes apicoles. Ed. Rabiet. 418p.
- ❖ **Ravazzi .G (2003)**. L'abeille et l'apiculture. Edition de vecchi.159p.
- ❖ **Romain ; THOMAS.C. ; PIERRE.S (2006)**. Science des aliments : autres constituants des aliments. Ed. Tec et Doc-Lavoisier. 45 p.
- ❖ **Roulston et cane (2000)** ; in pierre.J P, (2005). L'importance du pollen pour les abeilles domestique. Bull.Tech.Apic, (2005), 32,(1)19-28. 28p.
- ❖ **Roulston T.H; Cane J.H; Buchmann, S.L (2000)**. What governs protein content of pollen: pollinator preferences, pollen- pistil interactions . Pp 617- 643.
- ❖ **Ruttner.F (1975)** in Winston.M.L, (1993). La biologie de l'abeille. Nauwelaert.266 p.
- ❖ **Ruttner.F (1993)**. Races of bees: in the hive and the honey bees process inter Apic congresse. Pp: 325-344.

### S

- ❖ **Schmidt.J.O et Buchman, (1992)**.Other products of the hive. In: The hive and the honeybee.J.M.GRAHAM. Ed. Dadant et sons.Hamilton. 486p.
- ❖ **Schweitzer. P (2004)**. *Abeille de France*. <http://www.apiservice.com>.
- ❖ **Serra-Bonvehi J; Casanova; T.M (1997)**.Nutrient Composition and Microbiological Quality of Honeybee-Collected Pollen in Spain. Journal of Agriculture and Food Chemistry.Pp: 725-732.

## Références bibliographiques

---

- ❖ **Shawerm.B; AH S.M; Abdelatif M.A; EL Refai A.A (1987)** .Biochemical studies of bee collected pollen in Egypt.2. Fatty acids and non saponifiables. *J. Apic.* N°26 (2). Pp: 133-136.
- ❖ **Silva T.M.S; Camara C.A; Links A.C.S; Barbosa – Filho J.M; Silva E.M.S; Freitas B.M (2006)**. Chemical composition and free radical scavenging activity of pollen loads from stingless bee *Melipona subnitida* Ducke. *Jornal of Food Composition and Analysis*, 19(6-7). Pp 507-511.
- ❖ **Simal; Huidobro J F; Muniateguis (1988)**. Study of the sterol fraction of the bee collected pollen. *Grasas* N°39(6). Pp: 327-333.
- ❖ **Stamler (1994)**. Assessing diets to improve world health, nutritional research on disease causation in population *Am. J.Clin.Nutr.*, v 59. Pp 146-156.
- ❖ **Stanly; R.G; Linskens. H.F (1974)**. *Pollen*. Berlin, Springer.

### T

- ❖ **Tomas- Lorent, F; Garciagrau, M.M, Nieto, J.L; Tomas-Barberant.F.A (1992)**. Flavonoids from *Cistus-Ladanifer* bee pollen. *Phytochemistry*. 31. Pp2027–2029.

### V

- ❖ **Vaissiere (2006)**. *Pollinisation apiculture*. Pp: 365; 366.

### W

- ❖ **Wenning C.J (2003)**. Pollen and the honeybee. *American bee journal* 134. Pp 394-397.
- ❖ **Winston M.L (1993)**. *La biologie de l'abeille* Nauwelaert édition. P276.

### SITE WEB

\*Encyclopédie Microsoft, Encarta.

\*[www.Wikipédia.org](http://www.Wikipédia.org).

\* <http://www.apiservice.com>.

## \*Annexe 1

### Préparation des solutions :

#### 1 : Phosphate de sodium ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ )

$$1 \text{ Mole} \longrightarrow 156,01 \text{ g}$$

$$1 \text{ mmole} \longrightarrow 156,01 \times 10^{-3}$$

$$28 \text{ mmole} \longrightarrow X$$

$$X = 4368,28 \times 10^{-3} \text{ g}$$

$$4.36 \longrightarrow 1000 \text{ ml}$$

$$X \longrightarrow 100 \text{ ml}$$

$$X = 0.436 \text{ g}$$

#### 2: Molybdate d'ammonium ( $\text{NH}_4\text{MoO}_2\text{O}_7$ )

$$1 \text{ Mole} \longrightarrow 1235,86 \text{ g}$$

$$1 \text{ mmole} \longrightarrow 1235,86 \times 10^{-3}$$

$$4 \text{ mmole} \longrightarrow X$$

$$X = 4943,44 \times 10^{-3} \text{ g}$$

$$4.94 \longrightarrow 1000 \text{ ml}$$

$$X \longrightarrow 100 \text{ ml}$$

$$X = 0.49 \text{ g}$$

### 3: Acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

La concentration de l'acide sulfurique = 18.4 mole / 1000 ml.

$$C1.V1 = C2.V2 \quad ; \quad V2 = 50 \text{ ml}$$

$$18.4 \times V1 = 0.6 \times 50$$

$V2 = 1.63 \text{ ml}$
------------------------

### \*Annexe 2

#### Préparation de la solution de l'hydroxyde de sodium (NaOH) à 0.1 N :

$$40 \text{ g} \longrightarrow 1000 \text{ ml}$$

$$X \longrightarrow 0.1 \text{ N}$$

$X = 0.004 \text{ g}$
-----------------------

### \*Annexe 3

#### Préparation de KOH (hydroxyde de potassium méthanolique 2N :

$$\text{KOH} \longrightarrow 56.11 \longrightarrow 1\text{N} \longrightarrow 1000 \text{ ml de méthanol}$$

$$2 \times 56.11 \longrightarrow 1000 \text{ ml}$$

$$X \longrightarrow 10 \text{ ml}$$

$X = 1.12 \text{ g}$
----------------------

### \*Annexe 4

#### Préparation de la solution de carbonate de sodium ( Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) à 75 % :

$$75 \text{ g de Carbonate de sodium (Na}_2\text{CO}_3) \longrightarrow 100 \text{ ml d'eau distillée.}$$

**\*Annexe 5**

**Préparation des dilutions de l'acide gallique :**

**Dilution (D<sub>2</sub>):**

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$V_1 = 0.1 \times 5 / 0.013 = 3.85 \text{ ml} \quad (\text{SM})$$

$$5 - 3.85 = 1.15 \text{ ml} \quad (\text{methanol})$$

**Dilution (D<sub>3</sub>):**

$$0.013 \cdot V_1 = 0.0065$$

$$V_1 = 0.0065 / 0.013 = 2.31 \text{ ml}$$

$$5 - 2.31 = 2.69 \text{ ml} \quad (\text{methanol})$$

**Dilution (D<sub>4</sub>):**


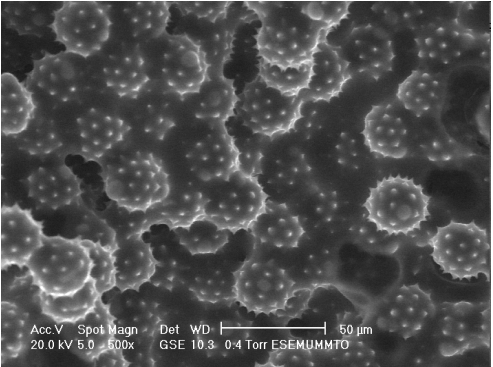

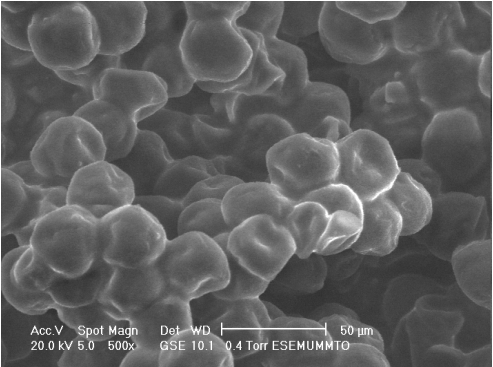

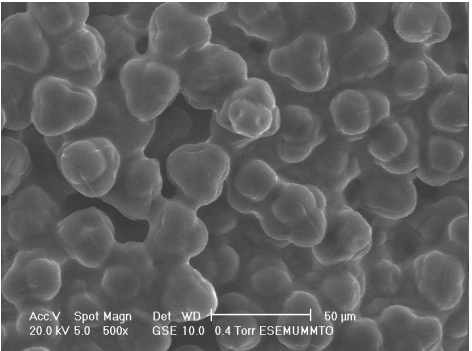
$$0.013 \cdot V_1 = 0.003 \cdot 5$$

$$V_1 = 0.003 \times 5 / 0.013 = 1.15 \text{ ml}$$

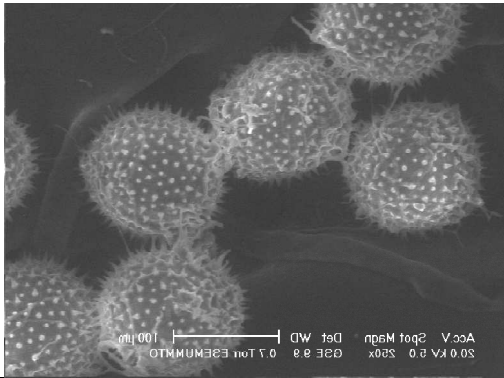
$$5 - 1.15 = 3.85 \text{ ml} \quad (\text{methanol})$$

**\*Annexe 6**

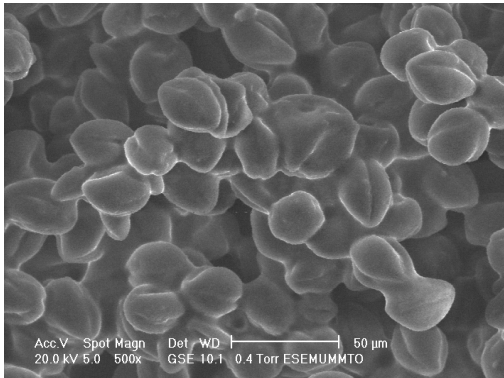
**Les différentes fractions de pollens et les images microscopiques correspondantes**

Echantillon de pollen d'abeille	Observation microscopique
<p data-bbox="188 533 295 568"><b>Orange</b></p> 	 <p data-bbox="906 882 1257 920">Acc.V Spot Magn Det WD   50 µm 20.0 kV 5.0 500x GSE 10.3 0.4 Torr ESEMUMMTO</p>
<p data-bbox="188 985 295 1021"><b>Marron</b></p> 	 <p data-bbox="906 1335 1257 1373">Acc.V Spot Magn Det WD   50 µm 20.0 kV 5.0 500x GSE 10.1 0.4 Torr ESEMUMMTO</p>
<p data-bbox="188 1458 263 1494"><b>Brun</b></p> 	 <p data-bbox="906 1756 1257 1794">Acc.V Spot Magn Det WD   50 µm 20.0 kV 5.0 500x GSE 10.0 0.4 Torr ESEMUMMTO</p>

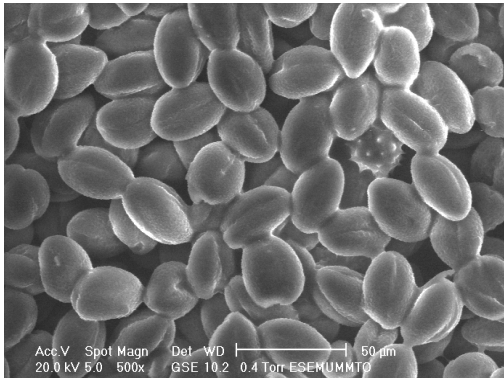
**Ecarlate**



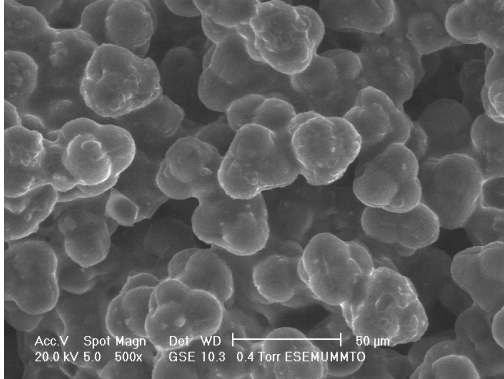
**Noir**



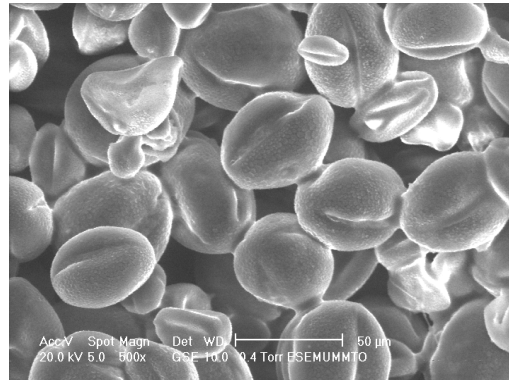
**Jaune citron**



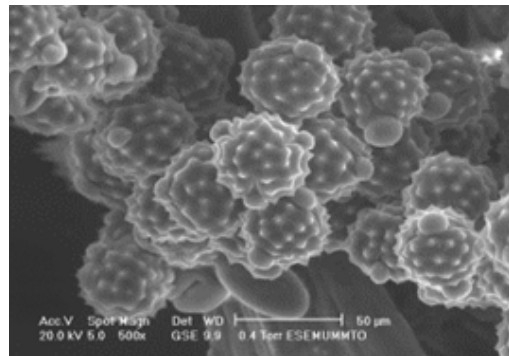
**Carmin**



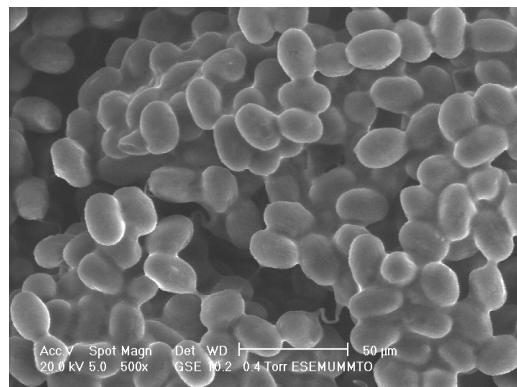
**Marron clair**



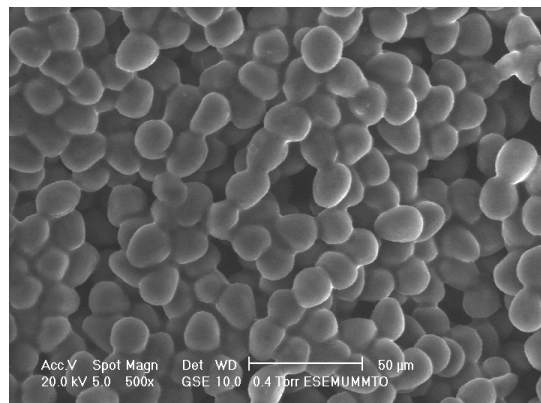
**Vert olive**



**Pourpre**


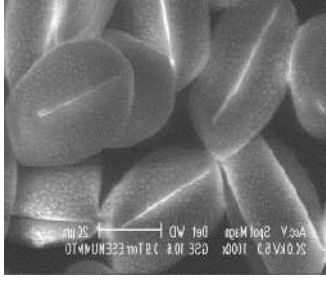





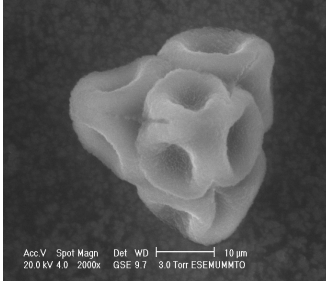


**Violet foncé**


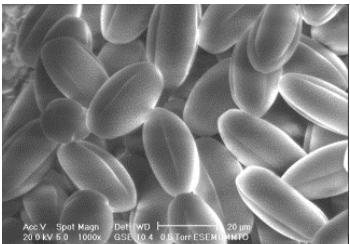

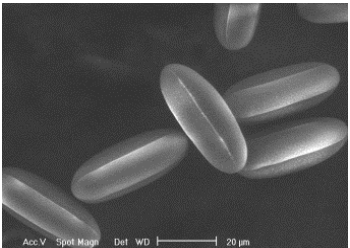

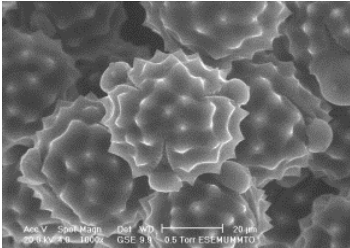

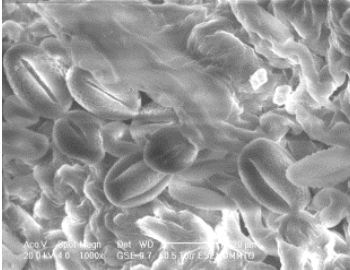



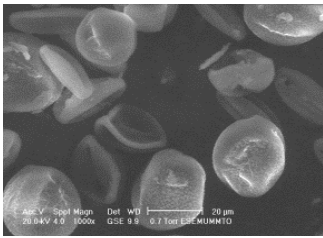

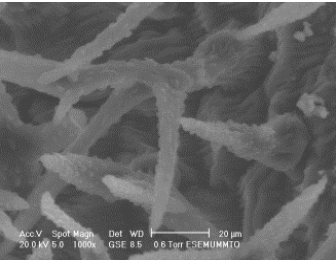

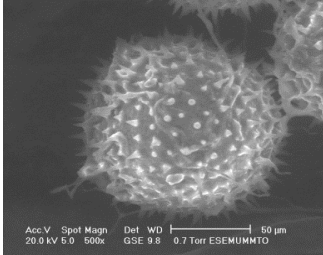


**\*Annexe 7**

**Observation microscopiques du pollen des différentes espèces mellifères**


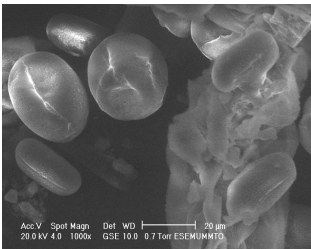

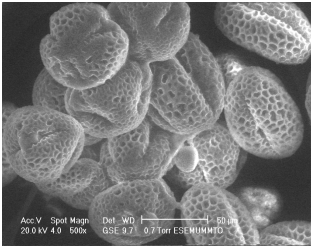

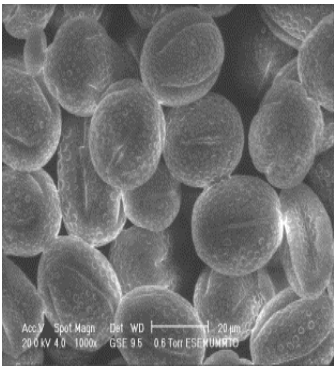


Photos des plantes mellifères	Observation microscopique	Classification
		<p>Famille : Boraginacées            Genre : Echium            Espèce : <i>Echium vulgare</i>  <u>Nom vernaculaire</u>            Français : vipérine</p>
		<p>Famille : lamiaceae            Genre : Salvia            Espèce : <i>Salvia pratensis</i>  <u>Nom vernaculaire</u>            Français : sauge</p>
		<p>Famille : Oxalidaceae            Genre : Oxalis            Espèce : <i>Oxalis pes-caprae</i>  <u>Nom vernaculaire</u>            Français : surelle, pied de chèvre            Kabyle : assemmum</p>
		<p>Famille : Ericaceae            Genre : Erica            Espèce : <i>Erica arborea</i>  <u>Nom vernaculaire</u>            Français : Bruyère arboréscence            Kabyle : Akhlendj</p>

## Annexes

		<p>Famille : Fabaceae            Genre : <i>Cytisus</i>            Espèce : <i>Cytisus scoparius</i>  <u>Nom vernaculaire</u>            Français : genêt            Kabyle : Azezou</p>
		<p>Famille : Papilionaceae            Genre : <i>Melilotus</i>            Espèce : <i>Melilotus officinalis</i>  <u>Nom vernaculaire</u>            Français : Melilot            Kabyle : Iffis</p>
		<p>Famille : Asteracea            Genre : <i>Carduus</i>            Espèce : <i>Carduus defloratus</i>  <u>Nom vernaculaire</u>            Français : Chardon            Kabyle : Achikaw</p>
		<p>Famille : Salicacées            Genre : <i>Salix</i>            Espèce : <i>Salix alba</i>  <u>Nom vernaculaire</u>            Français : Saule blanc            Kabyle</p>


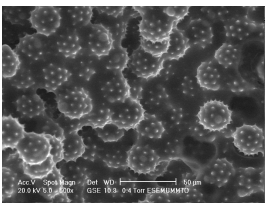


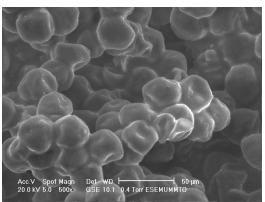

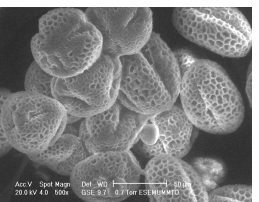

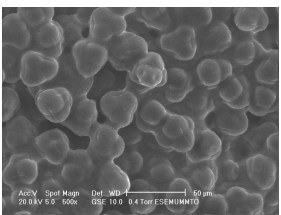

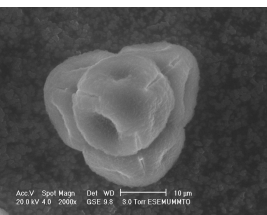

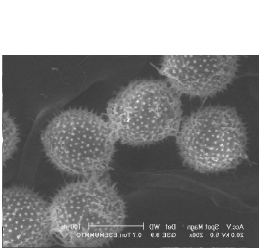

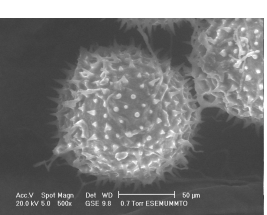

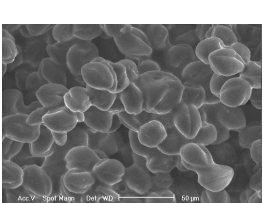

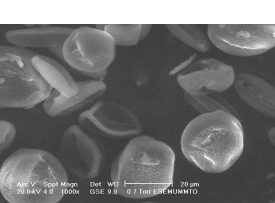
		<p>Famille : Papaveraceae            Genre : Papaver            Espèce : <i>Papaver rhoeas</i>  <u>Nom vernaculaire</u>            Français : Coquelicot            Kabyle : Thichlembiad</p>
		<p>Famille :Lamiaceae            Genre : Lavendula            Espèce :<i>Lavendula angustifolia</i>  <u>Nom vernaculaire</u>            Français : Lavande            Kabyle : amezir</p>
		<p>Famille :Malvaceae            Genre : Althea            Espèce :<i>Altheaofficinalis</i>  <u>Nom vernaculaire</u>            Français : Grande mauve</p>
		<p>Famille : Fabaceae            Genre : Onobrychis            Espèce : <i>Onobrychisviciifolia</i>  <u>Nom vernaculaire</u>            Français : sainfoin            Kabyle Thassoula</p>

## Annexes


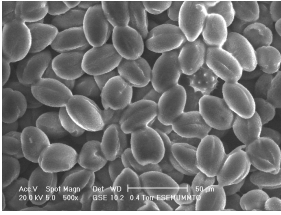



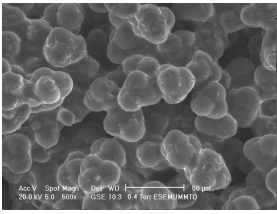

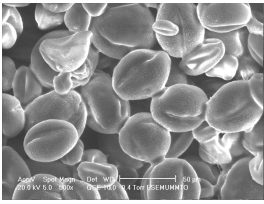

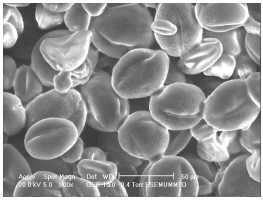

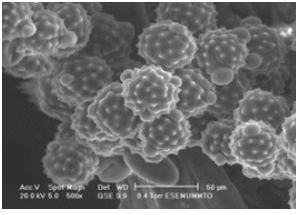

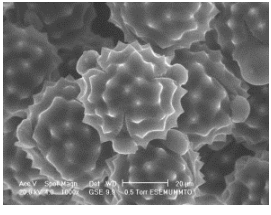

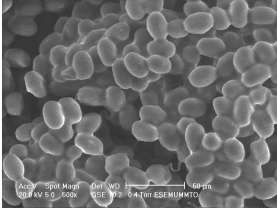



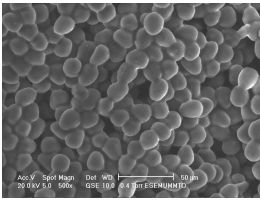

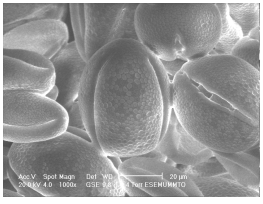
		<p>Famille : Mimosaceae            Genre : Mimosa            Espèce : <i>Mimosa aculeaticarpa</i>  <u>Nom vernaculaire</u>            Français : Mimosa</p>
		<p>Famille : Aceraceae            Genre : Acer            Espece : <i>Acer platanoides</i>  <u>Nom vernaculaire</u>            français : Erable</p>
		<p>Famille : Rutaceae            Genre : Citrus            Espèce : <i>Citrus sinensis</i>  <u>Nom vernaculaire</u>            Français : Oranger            Kabyle : China</p>
		<p>Famille : Boraginaceae            Genre : Borago            Espèce : <i>Borago officinalis</i>  <u>Nom vernaculaire</u>            Français : Bourrache            Kabyle : Echikh, Achladjad</p>

**\*Annexe 8**

**Observation microscopique de différents types de pollen triés selon la couleur et leurs comparaison avec le pollen végétal**

Echantillon de pollen d'abeille	Observation microscopique	Echantillon de pollen végétal	Observation microscopique
<p><b>Orange</b></p> 		<p><b>Pissenlit</b></p> 	
<p><b>Marron</b></p> 		<p><b>Erable</b></p> 	
<p><b>Brun</b></p> 		<p><b>Bruyère</b></p> 	
<p><b>Ecarlate</b></p> 		<p><b>Grande mauve</b></p> 	
<p><b>Noir</b></p> 		<p><b>Coquelicot</b></p> 	

# Annexes

<b>Jaune citron</b> 	 <p>Acc.V Spot Magn Det WD   50 µm 20.0 kV 5.0 500x GSE 18.2 0.4 Torr ESEMUMTMTO</p>	<b>Oxalis</b> 	 <p>Acc.V Spot Magn Det WD   20 µm 20.0 kV 4.0 1000x GSE 9.5 0.4 Torr ESEMUMTMTO</p>
<b>Carmin</b> 	 <p>Acc.V Spot Magn Det WD   50 µm 20.0 kV 5.0 500x GSE 18.2 0.4 Torr ESEMUMTMTO</p>		
<b>Marron clair</b> 	 <p>Acc.V Spot Magn Det WD   50 µm 20.0 kV 5.0 500x GSE 18.2 0.4 Torr ESEMUMTMTO</p>	<b>Melilot</b> 	 <p>Acc.V Spot Magn Det WD   50 µm 20.0 kV 5.0 500x GSE 18.2 0.4 Torr ESEMUMTMTO</p>
<b>Vert olive</b> 	 <p>Acc.V Spot Magn Det WD   50 µm 20.0 kV 5.0 500x GSE 18.2 0.4 Torr ESEMUMTMTO</p>	<b>Chardon</b> 	 <p>Acc.V Spot Magn Det WD   50 µm 20.0 kV 5.0 500x GSE 18.2 0.4 Torr ESEMUMTMTO</p>
<b>Pourpre</b> 	 <p>Acc.V Spot Magn Det WD   50 µm 20.0 kV 5.0 500x GSE 18.2 0.4 Torr ESEMUMTMTO</p>	<b>Sainfoin</b> 	 <p>Acc.V Spot Magn Det WD   20 µm 20.0 kV 4.0 1000x GSE 9.5 0.4 Torr ESEMUMTMTO</p>
<b>Violet foncé</b> 	 <p>Acc.V Spot Magn Det WD   50 µm 20.0 kV 5.0 500x GSE 18.2 0.4 Torr ESEMUMTMTO</p>	<b>Sauge</b> 	 <p>Acc.V Spot Magn Det WD   20 µm 20.0 kV 4.0 1000x GSE 9.5 0.4 Torr ESEMUMTMTO</p>

## Résumé

Le but de notre étude est de déterminer les caractéristiques physico-chimiques du pollen frais en étudiant les différents paramètres : l'acidité, pH, cendres, humidité, teneur en lipides, composition en acides gras, la teneur en polyphénols et l'activité antioxydante. Le pollen, soumis à ces analyses, est récolté par les abeilles dans la région de Naciria, au cours de la période allant de mars jusqu'à avril 2016. Le pollen récolté est issu de diverses espèces florales. Notre étude révèle une variation de la teneur en eau (18.4 à 21.3 %), du pH (5.08 à 5.95), de l'acidité (6-19), de la teneur en cendre (1.7 % à 2.9%). Cette fluctuation est due à la diversité de l'origine florale du pollen récolté. La teneur en polyphénols (0.002 à 0.012 mg GAE/g), l'activité anti oxydante varie de 0.0016 à 0.0036 mg acide ascorbique /g. La teneur en lipides varie de 3 à 6,9%. Les principaux acides gras de pollen sont l'acide myristique, l'acide oléique, l'acide linoléique, l'acide  $\alpha$ -linoléique.

**Mots clefs :** abeille, pollen, polyphénols, activité antioxydante, acides gras, acide  $\alpha$ -linoléique.

## Abstract

The purpose of our study is to determine the physical and chemical characteristics of fresh pollen in studying the different parameters: acidity, pH, ash, moisture, fat, fatty acid composition, the polyphenol content and antioxidant activity. Pollen, subject to these analyzes is collected by bees in Naciria area during the period from March to April 2016. The harvested pollen comes from various floral species. Our study reveals a change in water content (18.4 to 21.3%), pH (5.08 to 5.95), acidity (6-19), ash content (1.7% to 2.9%). This fluctuation is due to the diversity of the floral origin of pollen collected. The polyphenol content (0.002-0.012 mg GAE / g), the oxidizing activity anti ranges from (0.0016 to 0.0036 mg ascorbic acid / g). The lipid content varies from (3 to 6.9%). The main pollen fatty acids are myristic acid, oleic acid, linoleic acid,  $\alpha$ -linolenic acid.

**Keywords:** bee, pollen, polyphenols, oxidizing activity, fatty acids,  $\alpha$ -linolenic acid.