

MINISTER DE L'ENEIGNEMENT SUPERIEUR DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ-BOUIRA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



Réf :...../UAMOB/F.SNV.ST/DEP.AGRO/2019

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

**Domaine** : SNV

**Filière** : Sciences Agronomiques

**Spécialité** : Agro-alimentaire et contrôle de la qualité

**Présenté par :**

***REKEB DJABRI Nadjat & GUESSABI Baya***

***Thème***

***Caractérisations des grains de pollen récoltés par les abeilles***

***Soutenu le*** : 10 /07/2019

***Devant le jury composé de :***

***Nom et prénom***

***Grade***

***FARHOUME F***

***Prof***

***FSNVST/Univ.de Bouira***

***President***

***CHEKROUNE M***

***prof***

***FSNVST/Univ.de Bouira***

***Examineur***

***IAZZOURENE G***

***prof***

***FSNVST/Univ.de Bouira***

***promoteur***

***Année universitaire : 2018/2019***

---

## **Remerciements**

Tout d'abord, nous voudrions remercions Dieu tout puissant, qui nous a aidé dans notre carrière universitaire. Nous avons atteint ce stade malgré les différents obstacles rencontrés, et nous le remercions de nous avoir donné la capacité et la patience sur ce long chemin.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à notre promotrice **Mme IAZOURENE.G.** Pour ses judicieux conseils et surtout pour avoir proposé ce sujet et de l'avoir pris en charge.

Nous remercions les membres du jury d'avoir accepté de critiquer et d'améliorer ce travail.

Tous nos remerciements et notre reconnaissance à **Mme FARHOUME.F.** Pour sa coopération avec nous, sa gentillesse illimitée. Et pour nous avoir guidés tout au long du travail.

Nous remercions chef du département de spécialité et tous les enseignants du département pour tout le savoir qu'il nous a donné durant notre cursus universitaire.

Un merci spécial à tous les fonctionnaires et employés du laboratoire de la répression des fraudes à Sour EL-GHOZLAN, et les membres du laboratoire d'analyse, contrôle de la qualité et de la conformité à BEN RAHMOUNE corso ; wilaya de Boumerdès, pour leur aide au travail.

---

### *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à mes chères **parents**, qui ont consacré toute leur vie à mon éducation, à **ma mère**, qui attendait ce moment avec impatience le jour où j'ai eu mon diplôme, à **mon père** qui a tant travaillé et travaillé, que je puisse revenir à ce que j'ai atteint aujourd'hui.*

*À ma **grand-mère** et à mon **grand-père** pour leur soin de moi.*

*À mon **binôme** GUESSABI Baya.*

*À mes **sœurs** LOUBNA & MERIEM*

*À mon **frère** MOUHAMED*

*À la personne que je considérais comme mon frère aîné **ZAIDI Mohamed** et à ses enfants.*

*À tous les membres de ma famille pour leur amour et leurs vœux de succès.*

*À tous mes collègues de la promotion Agroalimentaire et contrôle de la qualité, et aux personnes qui m'ont aidé.*

***Nadjet***



*Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail*

*A mes très chères parents qui m'ont beaucoup  
soutenu et encouragé afin de réaliser ce travail*

*A mes frères*

*A mes soeurs*

*A toute mes amis : Elghalia, FATIMA, ASSIA,*

*AHLAM , ZAHRA ,*

*SAMIRA, et sans oublier mon binome Nadjet.*

*BAYA*

**Table des matières**

**Remerciement**

**Dédicaces**

**Résumés**

**Liste des figures et tableaux**

**Liste des abréviations**

**Introduction** ..... 01

**Synthèse bibliographique**

**Chapitre I : Généralité sur l'abeille**

I.1. Définition de l'abeille..... 03

I.2.L'abeille en Algérie..... 03

I.2.1. La Race d'abeille en Algérie..... 03

I.2.1.a. *Apis mellifera* inter missa..... 03

I.2.1.b. *Apis mellifera* sahariensis..... 03

I.3. Habitants de la ruche ..... 04

I.3.a. La reine..... 04

I.3.b. Les ouvrières..... 05

I.3.c.Le mal ou Les faux-bourdons..... 05

I.4.Le rôle des abeilles..... 06

I.4.1.Insecte pollinisateur..... 06

I.4.2.Rôle biologique..... 06

I.4.3.Rôle économique..... 06

I.4.4.Rôle de bio-indicateur..... 06

**Chapitre II : Généralité sur les grains du pollen**

II.1.Définition du pollen..... 07

II.2.Les différents types et classification du pollen..... 07

II.2.1.Les pollens entomophiles..... 07

II.2.2.Les pollens anémophiles..... 07

II.3.Structure et la forme du pollen..... 08

II.3.1.L'intine..... 08

II.3.2.L'exine..... 08

II.4.Rôle du pollen..... 08

---

II.5.La composition chimique du pollen.....	09
II.5.1.Eau.....	09
II.5.2.Lipides.....	10
II.5.3.Glucides.....	10
II.5.4.Protéines.....	10
II.5.5.Vitamines.....	10
II.5.6.Composés phénoliques .....	10
II.5.7.Autres composés .....	10
III. La récolte des grains de pollen par les abeilles.....	10
III.1.Récolte du pollen et formation des pelotes.....	10
III.2.Le devenir du pollen dans la ruche : le pain d'abeille.....	12
IV. La conservation des grains du pollen.....	14
IV.1.La congélation.....	14
IV.2.Le séchage.....	14
IV.3.Les extraits du pollen.....	15
<b>Chapitre III : Caractérisations des grains du pollen</b>	
III.1.Propriétés physicochimiques.....	16
III.1.1.le taux de protéines.....	16
III.1.2. Les lipides.....	16
III.1.3.La teneur en eau.....	16
III.1.4.Acidité et pH.....	17
III.1.5.Les sucres.....	17
III.2.Propriétés organoleptiques.....	17
III.3.Propriétés biologiques.....	18
III.3.1.Propriétés antioxydants.....	18
III.3.2. Propriétés thérapeutiques du pollen.....	18
III.3.3.Propriétés antimicrobiennes.....	19
III.3.3.a. Principales altérations d'origine biologiques et microbiologiques.....	20
III.4.Propriétés nutritionnelle du pollen.....	20
III.4.1.Aliment protéinique.....	20
III.4.2.Aliment d'équilibre physiologique.....	20

---

**Chapitre IV : Matériel et Méthodes**

I.1.L'échantillonnage et préparation des échantillons.....	21
I.2. Méthodes d'analyses .....	21
I.3. Méthodes d'analyses polliniques .....	23

**Chapitre VI : Résultats et discussion**

II.1.Résultats des analyses physico-chimiques.....	37
II.1.1.Le pH .....	37
II.1.2.Détermination le taux de Brix.....	38
II.1.3.La détermination de taux d'humidité.....	39
II.1.4.Acidité titrable.....	40
II.1.5.Détermination le taux de cendre.....	41
II.1.6.Détermination la teneur en lipides.....	42
II.1.7.Détermination de la teneur en protéines.....	43
II.2.Résultats d'observation microscopique du pollen.....	44
II.3.Évaluation de l'activité antioxydante.....	44
II.3.1.Activité anti radicalaire DPPH .....	44
II.3.2.Dosages des polyphénols.....	46
II.3.2.1.Dosage des flavonoïdes.....	46
II.4.Résultats d'analyses microbiologiques.....	48
II.5.Résultats d'analyse de l'ANOVA.....	49

<b>Conclusion.....</b>	<b>50</b>
------------------------	-----------

**Références bibliographiques**

**Annexe**

---

**Liste des abréviations**

**C** : concentration

**Cn** : cendre

**Gr** : Grossissement.

**Abs** : Absorbance.

**T** : Température.

**µL** : Microlitre.

**UFC** : Unité Formant Colonie.

**Nm** : Nanomètre.

**NaOH** : hydroxyde de sodium

**EAG** : Equivalent Acide Gallique.

**EQ** : Equivalent Quercétine.

**EBSA**: Equivalent Bovin Serum Albumine.

**DPPH**: 2, 2-diphénol-1-picryl hydrazyl.

**ANOVA**: Analysis of One Variance.

**CETAM** : Centre d'Etudes Techniques Apicoles de Moselle

---

*Liste des figures*

Figure 01 :	La localisation d' <i>Apis mellifera</i> en Algérie.....	4
Figure 02 :	Schéma des trois castes de l'abeille.....	5
Figure 03 :	Schéma représentant un grain du pollen et ses différentes couches...	8
Figure 04 :	Composition moyenne des pelotes du pollen.....	9
Figure 05 :	butineuse récoltant du pollen.....	10
Figure 06 :	Pelote du pollen en début et fin de formation .....	12
Figure 07 :	Pain d'abeille dans un rayon, avant operculation.....	12
Figure 08 :	Schéma représentant les méthodes de conservation des pollens.....	15
Figure 09 :	Diagramme de protocole expérimental.....	23
Figure 10 :	Photographie des échantillons du pollen analysés.....	24
Figure 11 :	Photographie des échantillons du pollen broyé.....	24
Figure 12 :	Principales étapes d'extraction ethanologique de pollen.....	..
Figure 13 :	Principales étapes d'extraction ethanologique de pollen.....	..
Figure 14 :	Organigramme présentant le dosage de polyphénols dans l'extrait des grains de pollens.....	..
Figure 15 :	Organigramme présentant le dosage de Flavonoïde dans l'extrait des grains du pollen.....	..
Figure 16 :	Résultats des mesures du pH obtenu selon la région.....	37
Figure 17 :	Résultats de taux de Brix de 4 échantillons des grains du pollen .....	38
Figure 18 :	Le taux d'humidité des échantillons du pollen selon la région.....	39
Figure 19 :	La teneur en cendre des grains du pollen selon les régions.....	41
Figure 20 :	La teneur en lipides de différents échantillons.....	41
Figure 21 :	La teneur en protéines des échantillons des grains du pollen.....	42
Figure 22 :	Test de DPPH d'échantillon d'Alger.....	43
Figure 23 :	Test de DPPH d'échantillon de Bouira.....	45
Figure 24 :	La teneur en flavonoïdes en mg EAG/100 des différents échantillons du pollen.....	45
Figure 25 :	Valeurs de la teneur en polyphénols en mg EAG/100g des différents échantillons de pollen.....	46
Figure 26 :	la teneur en flavonoïdes en mgEAG/100g des différents échantillons du pollen.....	47

*Liste des Tableaux*

Tableau 01 : Propriétés organoleptiques.....	17
Tableau 02 : Propriété thérapeutique du pollen.....	19
Tableau 03 : les échantillons étudiés. ....	21
Tableau 04 : Les résultats des analyses microbiologiques du pollen.....	48

# Introduction

---

## Introduction

« Si l'abeille venait à disparaître, l'homme n'aurait plus que quelques années à vivre », Albert Einstein... Les abeilles font partie depuis des millénaires de la culture et du patrimoine humain, et elles sont donc essentielles au maintien d'une biodiversité végétale très importante pour l'humanité (**David Paterson, 2008**), car sans elles, pas de grains, pas de fruits et pas de reproduction possible pour une grande majorité de plantes, elles rendent un service écologique précieux et indispensable (**Bacher, 2008**).

Le pollen est parmi les produits de la ruche récolter par les abeilles, il est connue depuis les temps les plus anciens, malgré le pollen connu dans le monde entier grâce à ses effets bénéfiques sur l'organisme humaine, la consommation de ce dernier en Algérie est limitée.

Le pollen est considéré comme l'aliment le plus parfait que nous offre la nature. Produit naturel, qui contient toutes les substances nutritives pour une bonne santé. Généralement, le pollen est constitué d'éléments microscopiques, les grains de pollen, qui mesurent chacun de 20 à 40 microns (0,02 mm à 0,04 mm), est composé de 30 à 55 % de glucides (sucres), de 25 à 30 % de protéides (protéines et acides aminés libres), de 1 à 20 % de lipides (gras) et, pour le reste, de vitamines (principalement du groupe B) et de minéraux (calcium, chlore, cuivre, fer, magnésium, manganèse, phosphore, potassium, silicium, soufre).

Le pollen est considéré comme un aliment protéinique, car il contient tous les acides aminés essentiels (**Philippe, 1999**), ainsi que sa composition en sélénium qui lui confère une activité antioxydante contre les radicaux libres (**Gharbi, 2011**).

Des recherches ont révélé que le pollen a des propriétés nutritionnelles, antibactériennes et antivirales, il a une action tonifiante, stimulante et métabolique (**Donadieu, 1997**), action dépurative et anti-oxydant, action digestive et anti-inflammatoire et action cardio-vasculaire.

A cet effet, on s'est intéressé à étudier les caractéristiques physico-chimique et microbiologiques des grains de pollen. Pour une meilleure connaissance des activités biologiques, ce travail est mené en vue d'étudier la qualité physico-chimique et l'activité antioxydante et microbiologique de 4 échantillons de pollen de la région d'Alger, Bouira, Constantine, Bejaia.

# Introduction

---

Ce travail s'articule autour de deux grandes parties.

I. La première partie aborde synthèse bibliographique :

- 1- Généralité sur l'abeille et les grains de pollen
- 2- La récolte des grains de pollen par les abeilles
- 3- Les caractéristiques des grains de pollen.

II. La deuxième partie définit la partie expérimentale :

- 1- Matériels et méthodes.
- 2- Résultats et discussion.
- 3- Conclusion générale avec perspective.

**PREMIERE PARTIE**  
**SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUES**

***CHAPITRE I***  
***GENERALITE SUR L'ABEILLE***

## **Chapitre I : Généralité sur l'abeille**

### **I.1. Définition de l'abeille**

L'abeille est une espèce clé et tous les scientifiques s'accordent aujourd'hui pour dire que sa disparition entraînerait de graves problèmes pour la nature et donc pour l'espèce humaine (**GARNERY et al ; 1998**).

L'abeille est un insecte social appartenant à l'ordre des hyménoptères (**Plataux et al, 1982**). Ils sont apparus il y a 45 millions d'années nettement avant l'homme (**Daniem, 1983**) cependant, certains paléontologues découvrirent leurs fossiles dans les ambres de la Baltique depuis plus de 60 millions d'années (**Winston, 1993**). Les mieux connus et les plus utilisées en apiculture sont dans le genre *Apis* et font partie de l'espèce *Apis mellifera* comportant plusieurs races géographiques qui peuplent actuellement l'Europe, l'Afrique, l'Asie occidentale, l'Amérique du nord, l'Amérique sud, l'Australie et la Nouvelle Zélande (**Giraudet, 2008**).

### **I.2. L'abeille en Algérie**

L'abeille algérienne très proche de l'abeille noire d'Europe, est bien acclimatée aux différents écosystèmes. Elle dispose d'une abondante flore mellifère spontanée et cultivée (**agronomie.info 2019**).

L'Algérie possède deux types d'abeilles, l'une l'abeille d'Algérie, très proche de l'abeille noire d'Europe, est robuste et bien acclimatée et l'autre saharienne (**HAUSSEIN., 2001**).

#### **I.2.1. La race d'abeille en Algérie**

L'abeille Algérienne appartenant normalement à la race africaine est représentée en Algérie par deux races: *Apis mellifera inter missa* décrite par Buttell-Reepen en 1906 (**Ruttner., 1968**) et *Apis mellifera sahariensis* (**Haccour., 1960**).

**I.2.1.a. *Apis mellifera inter missa*** : dite « Abeille tellienne » ou « abeille noire du Tell » dont l'aire de distribution se confond avec l'Atlas tellien.

**I.2.1.b. *Apis mellifera sahariensis*** : encore appelée « abeille saharienne » implantée au sud-ouest de l'Algérie « Béchar, Ain Safra » de couleur noire, productive, prolifique, résistante aux maladies et aux prédateurs mais néanmoins fort agressive présentant une propension à

l'essaimage, l'abeille tellienne est la race dominante en Algérie ou elle se présente sous la forme de plusieurs variétés adaptées aux divers biotopes (**Abdelguerfi et al., 2003**).

La première est la plus répandue et son aire de répartition s'étend à toute l'Afrique du Nord: Maroc, Tunisie, Algérie (**Grissa et al. 1990; Barour et al. 2011 ; Loucif et al. 2014**), et Lybie. (**Le Conte. 2011**) plus précisément, elle est rencontrée au nord du Sahara algérien (figure 01) (**Adam. 1953 ; Bendjedid et Achou. 2014**).

La seconde race est localisée au sud du Maroc et de l'Algérie Plus précisément, elle est rencontrée au sud-ouest de l'Algérie (Béchar, Ain Sefra) (figure 01) (**Baldensperger. 1932**).



*Figure 01 : La localisation d'Apis mellifera en Algérie  
(Lobreau-Callen et Damblon., 1994).*

### **I.3. Habitants de la ruche**

Une colonie d'abeille compte environ 50.000 et 60.000 individus, parfois plus (**Paterson., 2008**), dont une seule reine, et 0 à 6 000 mâles (présents uniquement d'avril à septembre) (**Martin et al ., 2001**). Toutes ces castes d'abeilles sont nécessaires au bon développement de la colonie (**Alberti et Hänel ., 1986 ; Martin et al .,2001**).

#### **I.3.a. La reine**

Est la mère des individus de la colonie. Elle est aussi la seule femelle spécialisée dans la ponte, c'est une véritable machine à pondre (**Jean-Prost., 2005**). Elle est plus grosse, et surtout beaucoup plus longue que les autres abeilles (figure 02), elle est de couleur brune foncée (**Bellerose ., 1883**). Elle pèse entre 178 et 298 mg (**Winston ., 1993; Wendling .,**

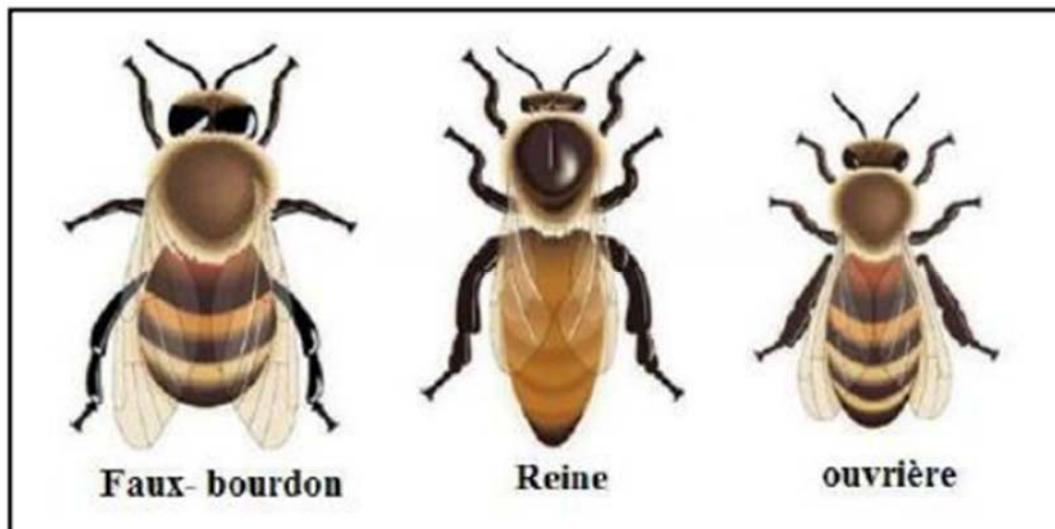
2012). La reine a une durée de vie très longue par rapport à celle de l'ouvrière, elle est de quatre à cinq ans (Frères et Guillaume ., 2011; Fluri ., 1994).

### **I.3.b. Les ouvrières**

C'est la plus petite abeille de la ruche, une ouvrière mesure en moyenne 10 à 12 mm de long pour 4 mm de diamètre de thorax (Biri ., 2010; Ravazzi ., 2007). Elle pèse entre 81 et 151 mg (Wendling ., 2012), son corps est moins long que celui de la reine, Sa durée de vie est très variable selon la période de l'année. et forte différente selon que c'est l'hiver ou l'été (Frères et Guillaume ., 2011).environ de 15 à 70 jours pour les abeilles d'été et de 170 à 243 jours pour celles d'hiver (Fluri ., 1994).

### **I.3.c. Le mal ou faux- bourdons**

Ils se caractérisent par un corps massif (diamètre thorax de 5,5 mm) et peuvent atteindre 12 à 14 mm de long (Biri., 2010). Ils pèsent entre 196 et 225 mg (Wendling., 2012 ; Winston., 1993). Les faux-bourdons ont une durée de vie assez courte, plus ou moins 3 mois car ils sont mis à mort à l'approche de l'automne .dans la période qui varie suivant les conditions climatiques et météorologiques (Frères et Guillaume., 2011).



*Figure 02 : Schéma des trois castes de l'abeille (Rasolofoarivao., 2014).*

## **I.4. Le rôle d'abeille**

### **I.4.1. Insecte pollinisateur**

Pour dire à quel point l'abeille domestique nous est précieuse, il suffit de rappeler qu'une majorité de plantes à fleurs sont partiellement ou totalement pollinisées par elle, en effet, les abeilles constituent un élément clef de l'écosystème par son rôle de pollinisateur. **(Celli et al., 2002).**

### **I.4.2. Rôle biologique**

Pour remplir son jabot de 70mg de nectar, l'abeille doit parfois visiter plus de mille fleurs ; en une heure une butineuse visite ainsi 600 à 900 fleurs (et parfois bien plus). Sur les milliers et les milliers de fleurs qu'elle visite, la butineuse transporte des grains de pollen, favorisant l'autopollinisation et allopollinisation. **(Toullec, 2008).**

### **I.4.3. Rôle économique**

En butinant à la recherche de nectar et de pollen, l'abeille participe activement à la pollinisation de flore sauvage : aubépine (*Crataegus oxyacantha*), églantier (*Rosa canina*), sorbier (*Sorbus domestica*) mais également des plantes cultivées, favorisant ainsi leur reproduction et améliorant les récoltes **(Toullec, 2008)**

### **I.4.4. Rôle de bio-indicateur**

L'abeille peut également être utilisée comme bio indicateur de la santé de l'écosystème dans lequel elle évolue .En effet, les butineuses explorent une grande zone de plusieurs kilomètres carrés autour de la ruche et y rapportent leur récolte .En observant la mortalité et en détectant les résidus de pesticides, métaux lourds ou molécules radioactives dans l'environnement **(Toullec, 2008).**

***Chapitre II***  
***Les grains de pollen***

## **Chapitre II : Généralités sur les grains du pollen**

### **II.1. Définition**

Le grain du pollen est un mot d'origine grec, palè : farine ou poussière, constitue chez les végétaux supérieurs l'élément fécondant mâle de la fleur. Ce sont de minuscules grains de forme plus ou moins ovoïde (le diamètre est à l'échelle micrométrique), initialement contenus dans l'anthere à l'extrémité des étamines (**MEYER et al 2004**). Les Romains qualifiaient le pollen de : «poudre qui donne la vie » (**Alexis DANCY., 2015**). Il est l'unique source de protéines dans la ruche ce qui en fait un aliment indispensable pour la colonie (**cousin. 2014**).

Le pollen est un organisme simple, présentant des caractéristiques morphologiques variables et diverses (**Erdtman 1952**). Il est considéré comme un aliment protéinique, car il contient tous les acides aminés essentiels (**Philippe, 1999**), ainsi que sa composition en sélénium qui lui confère une activité antioxydante contre les radicaux libres (**Gharbi, 2011**).

### **II.2. Les différents types et classification du pollen**

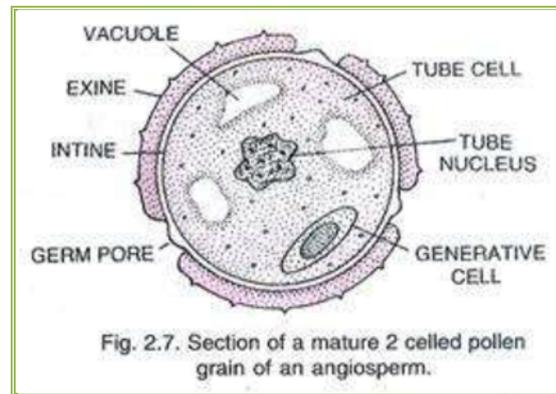
Selon (**Climent H. et al Marechale P, 2006**), Il existe plusieurs types de pollens de constitution différente, suivant les espèces végétales, le climat, la région géographique, la période de récolte ou encore la nature du sol. (**Climent H. et al Marechale P, 2006**), ainsi on peut classer le pollen en 2 familles:

**II.2.1.Les pollens entomophiles :**Récoltés et transportés par les insectes, ils sont tous alimentaires (**Amri .A. 2010**).

**II.2.2.Les pollens anémophiles :** Transportés par le vent, ils sont les plus allergisants. Les abeilles butinent les fleurs à pollen entomophile et ne butinent pas les fleurs à pollen anémophile. La seule exception à cette règle est le maïs. Le maïs est une graminée dont le pollen est disséminé par le vent. Néanmoins, l'abeille n'hésite pas à le butiner, malgré sa piètre valeur nutritionnelle. Les cultures intensives de maïs peuvent être contaminées par les pesticides, circulant dans la sève de la plante même. L'on comprend ainsi pourquoi les pièges à pollen sont habituellement retirés dès l'apparition des premières fleurs de maïs. (**Amri.A., 2010**).

### II.3. Structure et la forme du pollen

Un grain du pollen est une cellule vivante, résultant du développement de microspores groupées en tétrades (conséquences de la méiose) (Marouf et Reynaud, 2007). Il est entouré de deux couches protectrices : l'intine et l'exine (Albert et al., 2009 ; Percie du sert, 2009).



*Figure 03 : Schéma représentant un grain de pollen et ses différentes couches (Laaidi et al. 1997).*

#### II.3.1. L'intine

Est la couche interne d'origine gamétophytique, constituée de cellulose, de pectine et de protéines qui a pour origine la microspore. Elle peut disparaître rapidement à la mort cellulaire (Pons, 1958 ; Ducreux, 2002).

#### II.3.2. L'exine

est la paroi externe du grain de pollen, elle est souvent percée d'ouverture ou d'aperture (Laaidi et al., 1997 ; Bormann de Borges et al., 2009). Elle est d'une mince épaisseur allant de 1 jusqu'à 3  $\mu\text{m}$ , sa morphologie est très variable. Le pollen se trouve sous plusieurs formes, soit sphériques ou ovoïdes plus ou moins déformée. Un grain de pollen mesure 2,5 à 220 microns (Donadieu, 1983).

### II.4. Rôle du pollen

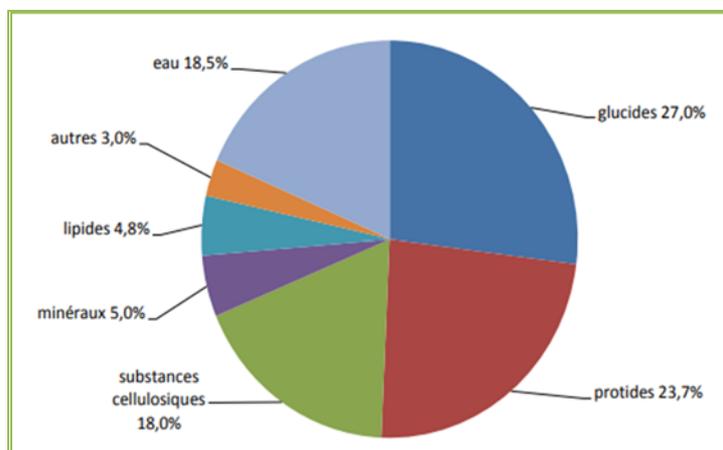
Seule source de protéines des abeilles, le pollen est consommé sous forme de pain d'abeille par les larves d'ouvrières et de mâles ainsi que par les jeunes abeilles. Il est indispensable à la survie de la colonie puisqu'il est nécessaire au bon fonctionnement des glandes hypopharyngiennes fabriquant la gelée royale sans pollen, il n'y a donc pas de gelée royale ce qui rend impossible la ponte de la reine et donc l'élevage des larves (Bruneau, 2011; Gharbi,

2011). Les besoins d'une colonie pour l'élevage du couvain sont estimés à 35 à 40 kg de pollen par an, sachant qu'une abeille ramène 20 à 30 mg de pollen à chaque trajet (**Bruneau, 2011; Ravazzi, 2003**).

## **II.5. la composition chimique du pollen**

Le pollen, après récolte par les butineuses subit, certains ajouts, notamment de la salive, du miel ou du nectar pour constituer les pelotes ; nous allons par la suite étudier la composition des pelotes de pollen telles qu'elles sont confectionnées par les abeilles. Le pollen est constitué d'une multitude de grains minuscules, chaque petit grain est une unité biologique parfaite et complète (**Ravazzi, 2003**). Il comprend toute une gamme de Nutriments (glucides, lipides, protéinés, acides aminés). Il est considéré comme une source importante de métabolites secondaires tels que les composés phénoliques et les flavonoïdes (**Arràez-Romàn et al., 2007**). Il contient également des vitamines, de l'eau, des sels minéraux et des enzymes. Il existe des différences assez importantes sur le plan quantitatif en fonction de l'origine botanique (**Donadieu, 1983**).

La composition chimique de pollen varie en fonction de leur origine botanique et géographique indiqué dans la figure 4 (**Campos et al., 2008**).



**Figure 4 : Composition moyenne des pelotes de pollen**  
(Clément et al., 2011)

**II.5.1. Eau :** La teneur en eau est différente selon l'analyse est pratiquée avant ou après séchage en vue de sa bonne conservation (**Donadieu, 1983**).

**II.5.2. Lipides** : La plupart des pollens que récoltent les abeilles contiennent du cholestérol et du 2.4-méthylénecholestérol (**Campos et al., 2008**).

**II.5.3. Glucides** : La majorité des glucides est représentée par le glucose et le fructose, issus du nectar utilisé pour façonner les pelotes et la minorité par d'autres sucres et de l'amidon (**Blanc., 2010**).

**II.5.4. Protéines** : Elles sont principalement représentées par les acides aminés, la proline ou les acides aminés essentiels, par des enzymes exemple l'amylase, certaines phosphatases, des transférases et l'invertase, ainsi que par des cofacteurs enzymatiques comme le NAD, le glutathion, la biotine et certains nucléosides (**Blanc, 2010**).

**II.5.5. Vitamines** : Les vitamines du groupe B sont les plus représentées dans le pollen, la vitamine C, la vitamine E (tocophérol) et la provitamine A ( $\beta$  carotène) (**Donadieu, 1983**).

**II.5.6. Composés phénoliques** : Les teneurs en polyphénols sont très élevés dans le pollen. Ce sont des polyphénols à chaîne courte, tels que les flavonoïdes (**Arràez-Romàn et al., 2007**).

**II.5.7. Autres composés** : le calcium, le chlore, le cuivre, le fer, le magnésium et le manganèse. Il contient également certaines substances antibiotique, bactériostatique, des hormones de croissances (gibbérellines) (**Donadieu, 1983**).

### **III. La récolte des grains de pollen par les abeilles**

#### **III.1. Récolte du pollen et formation des pelotes**



*Figure 5 : Butineuse récoltant du pollen (futura-sciences.com).*

La récolte du pollen varie de façon qualitative et quantitative. Les conditions extérieures doivent être favorables au vol. Chaque colonie a un comportement particulier : le choix des fleurs visitées, la production journalière diffèrent énormément d'une ruche à l'autre, et ce, selon l'époque, le lieu et l'état de santé de la colonie. La récolte se fait principalement à la fin de l'hiver et au printemps. La moyenne de production se situe aux alentours de 2 à 3 kg du pollen par mois et par ruche, avec des écarts d'une colonie à une autre, variables d'un facteur de 1 à 10 (**Jean-Prost 2005**). La quantité du pollen récoltée est selon **Louveaux (Jean-Prost 2005)** proportionnelle à la surface de couvain.

Pour récolter le pollen, les abeilles butineuses sortent de la ruche surtout le matin, avant 10-11 h. Leur vol de récolte dure de 3 à 15 min (**Jean-Prost 2005**). Elles mordillent avec leurs mandibules les anthères de la fleur et engluent les grains de salive, de nectar ou de miel.

Le mécanisme de confection des pelotes - rappelons qu'il y a 2 pattes antérieures, 2 pattes médianes et 2 pattes postérieures - se décompose en plusieurs étapes (**Apimondia 2001**) :

- Les grains sont piégés dans les poils du corps de l'abeille et collectés par les mandibules.
- Les pattes antérieures rassemblent le pollen accumulé sur la partie antérieure du corps.
- Ce pollen est repris par les pattes médianes qui nettoient également le pollen piégé sur le thorax et l'abdomen.
- Ce pollen est ramené aux corbeilles directement ou via la brosse des pattes postérieures .
- Une patte médiane passe entre les tarse des pattes postérieures qui retiennent le pollen grâce à leur peigne.
- Le pollen est enfin rassemblé par le peigne de la patte postérieure opposée et tassé en pelote dans la corbeille. Chaque pelote est composée de 100.000 à 5.000.000 de grains (**El-Hady et Hegazi, 2001**) et peut peser entre 4 et 10 mg, soit un chargement de 8 à 20 mg, résultat de la visite de 80 fleurs en moyenne (**Domerego et al., 2009**). L'aspect des pelotes varient d'une espèce à l'autre.



*Figure 6 : Pelote de pollen en début et fin de formation  
(Marchenay et Bérard 2007).*

### **III.2. Le devenir du pollen dans la ruche : le pain d'abeille**

Une fois les pelotes rapportées à la ruche, les butineuses les cèdent à d'autres ouvrières spécialisées dans la confection de pain d'abeille. Elles enduisent les pelotes de salive et les tassent à l'aide de leurs mandibules dans les alvéoles situées au dessus et à côté du couvain (**Jean-Prost 2005**). Une alvéole contient une vingtaine d'apports (**Marchenay et Bérard 2007**).



*Figure 7: Pain d'abeille dans un rayon, avant operculation (Tourneret, 2011).*

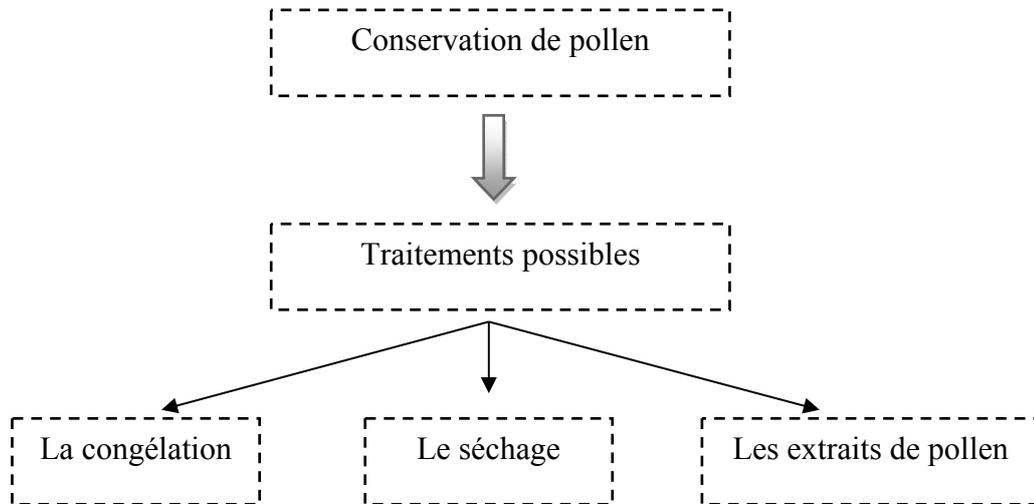
Le pain d'abeille est le résultat du processus de préparation à la consommation du pollen par les abeilles. Il se conserve grâce aux fermentations dues aux sécrétions salivaires riches en enzymes (**Apimondia 2001**). Une fois l'alvéole remplie à environ la moitié de son volume, les ouvrières cilières l'opercule avec une membrane de cire il se peut qu'une couche de miel

ou de propolis soit ajoutée avant la fermeture (**Jean-Prost 2005 ; Domerego et al. 2009**). La température et l'humidité de l'environnement ainsi créé dans l'alvéole augmentent ; le pollen germe et se détache de son enveloppe devenant une masse homogène et compacte. Les transformations naturelles qui pourraient altérer le pollen ainsi stocké sont bloquées par l'action de micro-organismes présents dans l'atmosphère de la ruche et dans le pollen. L'operculation des alvéoles confine un environnement anaérobie à une température de 38°C mettant en route des fermentations indispensables pour la transformation du pollen en pain d'abeille.

Le processus dépend de la densité de pollen présent dans l'alvéole, de la quantité de gaz (notamment la diminution de la teneur en dioxygène) et de la teneur en eau présente sous l'opercule de cire. La transformation du pollen s'effectue en trois étapes, mettant en jeu 3 germes :

- **La première étape** : n'intervient pas strictement dans la fermentation du pollen. En effet, le développement de *Pseudomonas*, bactérie aérobie, consomme le dioxygène présent et permet ainsi de rendre le milieu anaérobie. La population de *Pseudomonas* régresse ensuite jusqu'à disparition par auto-asphyxie.
- **La deuxième étape** : se caractérise par le développement de *Lactobacillus*. Cette bactérie fermente les glucides en milieu anaérobie pour les transformer en acide lactique. Cette fermentation fait perdre la capacité germinative du pollen.
- **La troisième étape** : complète le processus de fermentation par le développement d'une levure, *Saccharomyces*. Elle métabolise les glucides restés dans la masse du pollen en transformation. La formation du pain d'abeille débute donc par la mort d'un germe au profit d'autres. Ces processus assurent une meilleure conservation du produit par le biais de l'acidité obtenue. Ils transforment également le pollen en produit de haute valeur nutritionnelle et de haut degré d'assimilation (**Apimondia 2001**).

#### **IV. la conservation des grains de pollens**



*Figure N°8 : Schéma représentant les méthodes de conservation des pollens*

##### **IV.1. La congélation**

La congélation permet de conserver le pollen sous sa forme pure. Il doit être récolté de la trappe deux fois par jour et congelé, après triage, dans les heures qui suivent (Apimondia 2001). Ses qualités sont gardées intègres et sa valeur nutritive reste excellente (Hegazi, 2001 ; Mateescu, 2001). Une fois décongelé, le pollen doit être conservé au réfrigérateur et consommé en 15 jours (Bruneau 2009).

##### **IV.2. Le séchage**

Le séchage consiste à faire passer un courant d'air chaud (inférieur à 40-45°C) à travers des couches minces de pelotes pendant une dizaine d'heures. Le séchage se fait à l'abri de la lumière vive avec une ventilation douce à contre-courant. Des rayons infrarouges peuvent être utilisés pour le séchage.

Le séchage permet une conservation à température ambiante mais prive le pollen de ses enzymes, de ses antioxydants, de ses composants volatiles et thermolabiles. On estime à 50% la baisse de la valeur thérapeutique.

La conservation est meilleure avec un ajout d'oxyde de silicium, qui absorbe l'humidité et empêche l'agglomération des grains. Certains pollens sont additionnés de bromure ou de

chlorure de méthylène pour éviter la contamination par des œufs ou larves d'insectes 114 (notamment ceux de *Galleriamellonella*, qui attaquent les rayons de cire de la ruche) (**Bruneau 2009 ; Apimondia 2001**).

#### **IV.3. Les extraits de pollen**

Le pollen est placé dans une solution d'éthanol. On obtient un extrait alcoolique que l'on sépare du pollen résiduel solide. Ce résidu subit une deuxième extraction dans une seconde solution d'éthanol ce qui produit un second extrait. Les deux extraits sont concentrés sous vide. On obtient une masse fluide visqueuse. L'extraction est douce et n'altère pas les principes actifs qui sont libérés (**Apimondia 2001**).

# ***CHAPITRE III***

## ***CARACTIRISATIONS DES GRAINS DU POLLENS***

## **Chapitre III : Caractérisations des grains du pollen**

### **III.1. Propriétés physico-chimique**

Il existe plusieurs paramètres physico-chimiques dont certains permettent de différencier entre le pollen, parmi ces paramètres (le pH, l'acidité titrable, la teneur en eau ... etc.).

#### **III.1.1. le taux de protéines**

Le taux de protéines est variable d'une espèce de plante à une autre. On estime à 5% la teneur des plantes les moins riches et 40% celle des plus riches soit en moyenne 10 à 40g pour 100 g de pollen sec. Cette différence explique en partie pourquoi les abeilles se dirigent préférentiellement vers certaines plantes pour la récolte du pollen. Cette teneur va dépendre également des conditions climatiques, c'est pourquoi d'une région à une autre une plante de la même espèce aura une composition variable. En exemple, le maïs peut contenir de 21,28 à 26,08 % de protéines. **(Almeida-Mur. et al., 2005 ; Campos et al., 2010).**

#### **III.1.2. Les lipides**

Le pollen contient également des lipides, entre 1 et 10%. On les trouve dans le manteau pollinique et le cytoplasme de la cellule végétative. Les corps gras d'origine végétale ou animale sont des triesters du glycérol et d'acides acycliques à longue chaînes linéaires, ce sont les acides gras. Ces acides gras sont importants pour la reproduction, le développement et la nutrition des abeilles. Les plus représentés sont par ordre décroissants : l'acide  $\alpha$ -linoléique (w3), l'acide palmitique (AGS) et l'acide linoléique (w6). Les pollens ayant les taux les plus élevés, notamment en acide gras linoléique, linoléique, myristique et dodécanoïques interviendraient dans l'inhibition de microbes pathogènes. **(Human et Nicolson,2006).**

#### **III.1.3. la teneur en eau**

L'indice de réfraction est une mesure optique qui varie en fonction de la concentration en eau du produit à analyser et de la température **(BOGDANOV et al., 2009).**

### III.1.4. Acidité et pH

L'acidité est un critère de qualité, le pH de pollen va de 4 à 6 qui fixé par la législation brésilienne (**Commission brésilienne, 2000**). L'acidité est due à la présence des acides organiques ainsi que d'ions inorganiques (**Terrab et al., 2002**). Cette acidité contribue à une saveur et aux activités antibactériennes et anti oxydantes. Sa variation peut-être due aux types floraux des plantes (**Cavia et al., 2007**).

### III.1.5. Les sucre

Les pollens récoltés par les abeilles contiennent toujours de 10 à 20%de sucres réducteurs. Ceci est dû au fait que les abeilles y ajoutent des sucres et des sécrétions salivaires (**Caisteel., 1912**). Par contre, les pollens récoltés à la main sont pauvres eu sucres réducteurs mais riches en sucres non réducteurs (**Todd F. Bretherick O., 1942**).

### III.2. Propriétés organoleptiques

La couleur, l'apparence, l'odeur, la taille et le gout varient en fonction de l'origine botanique du pollen (**Campos et al. 2008**).

**Tableau N°01 : Propriétés organoleptiques**

<b>Couleur</b>	Le pollen peut avoir des couleurs très différentes suivant les fleurs qui sont butinées. Ces couleurs varient des tons de jaune, orange et même rouge sang ou violet jusqu'aux tons verts ou même très sombres, presque noirs ( <b>PELTRE, 1998</b> ).
<b>Taille</b>	La taille des pelotes de pollen varie en fonction de la récolte de l'abeille mais on peut estimer sa moyenne à 2,5mm de diamètre.
<b>Odeur</b>	Odeur de "foin" variant s'il s'agit d'un pollen frais ou congelé. typique

<b>Gout</b>	Gout sucré, aigre, amer, épicé et texture farineuse.
<b>Apparence</b>	grains hétérogènes, avec différentes formes et tailles.

### **III.3. Propriétés biologiques**

#### **III.3.1. Propriétés antioxydants**

Une étude chinoise réalisée sur des rats a montré que le pollen augmentait l'action de certaines enzymes anti-oxydantes comme la catalase ou la super oxyde dismutase, mais dont l'activité est rapidement détruite lors du séchage ce pollen (**Association Européenne D'Apithérapie**).

Il agirait également en synergie avec les vitamines A, C et E et permettrait de détoxifier le corps des métaux lourds. De plus, le pollen contient diverses enzymes qui manquent dans certains cancers comme les catalase, ATP-ase, succinate déshydrogénase, diastase, invertase, phosphatase acide et alcaline, ainsi que des pigment respiratoires, par exemple les cytochromes, et des coenzymes, les vitamines.

#### **III.3.2. Propriétés thérapeutiques du pollen**

Comme il existe des différences entre les pollens selon leur origine botanique, chacun peut donc avoir des propriétés thérapeutiques spécifiques. (**Donadieu, 1983**). Le pollen possède une forte action antioxydant, ce qui est certainement due à sa richesse en composés capables de s'opposer à des phénomènes pouvant causer des dommages oxydatifs dans l'organisme. Ces composés sont essentiellement les polyphénols, les flavonoïdes et les caroténoïdes qui possèdent des intérêts majeurs dans la prévention de plusieurs maladies (**Percie du Sert, 2009**). Comme il existe des différences entre les pollens selon leur origine botanique, chacun peut donc avoir des propriétés thérapeutiques spécifiques. Le tableau I regroupe les propriétés thérapeutiques du pollen (**Donadieu, 1983**).

**Tableau N°02: Propriété thérapeutique du pollen.**

<i>Maladies</i>	<i>Propriétés thérapeutiques</i>
L'appareil digestif	Régularisation de divers troubles fonctionnels (type constipation), action sur les entérocolites et colites
Le système cardio-vasculaire	Traitement de la fragilité capillaire, régulation de l'hypertension artérielle
L'appareil génito-urinaire	Traitement des troubles de la prostate, de la cystite à colibacilles.
Le système neuropsychique	stimulation de l'humeur avec un effet euphorisant, accompagnés d'une augmentation des capacités intellectuelles.
L'ophtalmologie	Correction des troubles visuelles.
La dermatologie	Traitement de l'alopecie et prévention de la chute des cheveux.
Le métabolisme en général	effets régulateurs agissant à différents niveaux (croissance, vieillissement organique...).

### **III.3.3. Propriétés antimicrobiennes**

Le pollen aurait, selon certaines études, des activités bactériostatiques et bactéricides et inhiberait la croissance des souches d'*Escherichia coli*, de *Staphylococcus aureus*, de *Pseudomonas aeruginosa* et d'autres micro-organismes pathogènes.

Dans l'intestin des abeilles il y a des micro-organismes différents. La composition microbienne change au cours de la saison. Ces changements sont cartographiés assez bien. Les différences dans la composition microbienne des colonies d'abeilles ne sont pas très grandes mondialement. L'influence positive des pollens divers sur la santé des colonies d'abeilles peut être attribuée à une diversité de substances nutritives dans ce pollen qui donne aussi une diversité en micro-organismes dans l'intestin des

abeilles. Une alimentation unilatérale mène à une réduction de la diversité microbienne, affectant la santé de ces dernières (**Ricciardelli., 1998**)

### **III.3.3.1.Principales altérations d'origine biologique et microbiologique**

La présence des organismes et micro-organismes dans le sédiment dégrade également les grains de pollen. Les collemboles (Petits arthropodes vivants dans les sols à l'abri de la lumière et susceptibles de bioturber les couches sédimentaires.) altèrent le pollen en le consommant pour sa propre croissance. Les champignons et les bactéries attaquent le pollen pour ses teneurs en carbone et en azote concentrés dans la sporopollenine, ce qui corrode la surface de l'exine. Les bactéries anaérobies aussi dégradent les ballonnets des grains de pollen des conifères (Plantes à ovules et graines nues). (**Allmaraz., Abarca., 2007**).

## **III.4. Propriétés nutritionnelle du pollen**

### **III.4.1. Aliment protéinique**

Le pollen est l'aliment le plus riche qualitativement en acides aminés, 100g de pollen contiennent les mêmes quantités d'acides aminés présents dans un demi-kilogramme de viande de bœuf. Nous pouvons dire qu'une ration de pollen de 20 grammes par jour est suffisante (**Bogdanov., 2004**).Ainsi Il est correspond à un gros apport en protéines végétales, on estime que 100g de pollen équivaut à 7 œufs. Il renferme tous les acides aminés essentiels puisqu'il provient de plusieurs espèces végétales (**Philippe, 1999**). Nous pouvons admettre qu'une ration de 30 grammes de pollen par jour apporte tous les éléments indispensables ; comme il y a d'autres sources d'acides animés dans notre alimentation.

### **III.4.2. Aliment d'équilibre physiologique**

Le pollen à une action régulatrice des fonctions intestinales, augmentation du taux d'hémoglobine chez les anémiés, reprise du poids et d'appétit chez les personnes amaigries, action fortifiante sur le système circulatoire et une action bénéfique sur la fatigue intellectuelle (**Philippe, 1999**).

**DEUXIEME PARTIE**  
**PARTIE EXPERIMENTALE**

# ***CHAPITRE I***

## ***Matériel et méthodes***

**Chapitre I : Matériel et méthodes****I.1. L'échantillonnage et préparation des échantillons**

L'objectif principal de ce travail est d'étudier les caractéristiques physicochimiques, microbiologiques et activitéantioxydant des grains de pollen récoltés par les abeilles dans les différentes wilayas : Alger, Bouira, Constantine et Bejaïa (tableau 3).

**Tableau N°03** : Présentation des échantillons analysés.

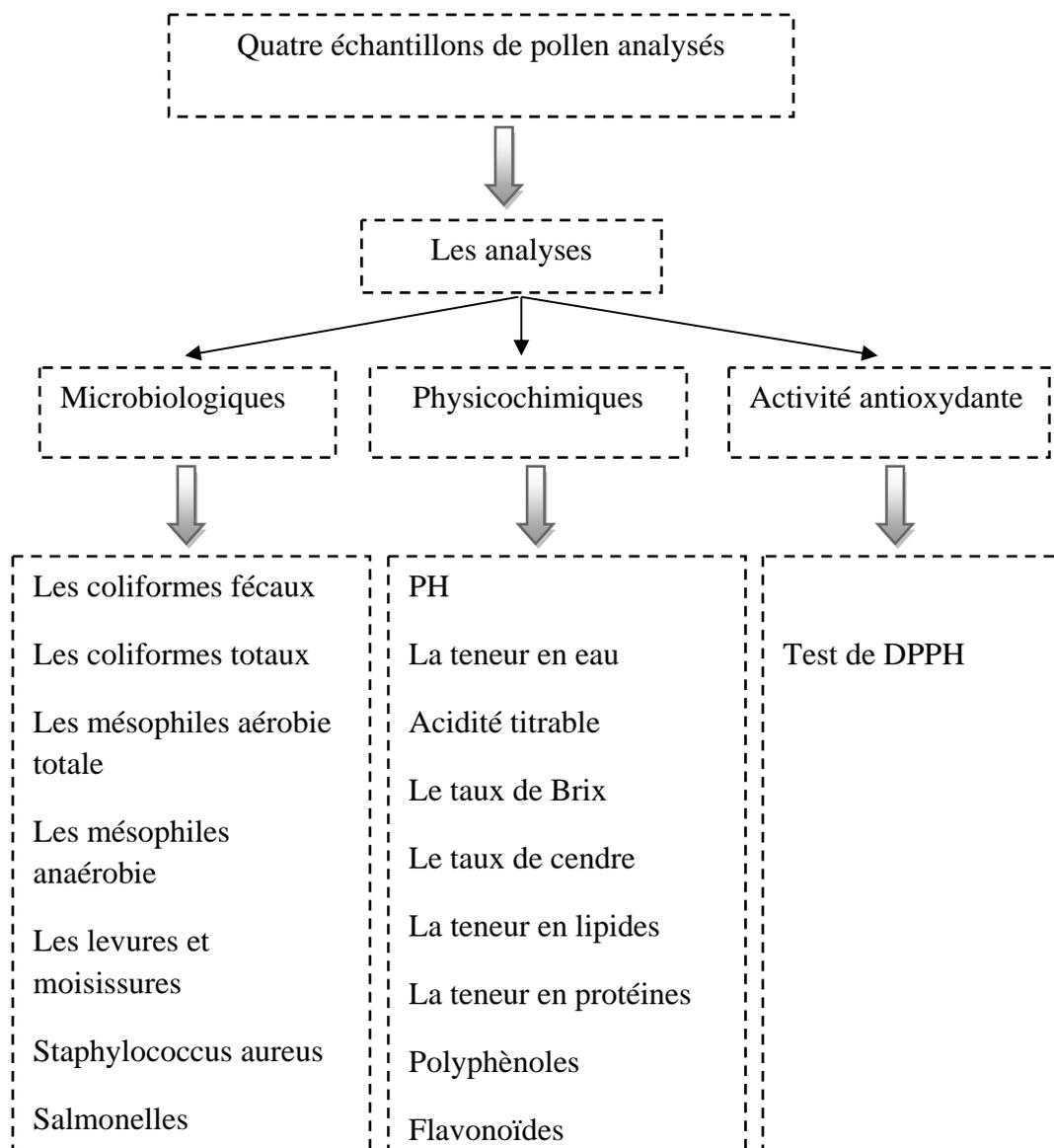
<b>Echantillons des grains de pollen</b>	<b>La région de récolte</b>	<b>La date de récolte</b>
<b>E1</b>	Alger	2018
<b>E2</b>	Bouira	2019
<b>E3</b>	Constantine	2018
<b>E4</b>	Bejaïa	2018

Notre étude portait sur 4 échantillons de pollen, provenant de 4 régions du pays. Ces échantillons ont été récoltés d'Alger, Bouira, Constantine et Bejaïa. Tous les échantillons de pollen ont été récoltés par les abeilles en 2018 sauf celui de Bouira qui est récolté en 2019.

Les échantillons ont été placés dans des boîtes bien fermées, et à l'abri de la lumière et du soleil à une température modérée, chaque échantillon de pollen pèse 40 à 50g. Ils sont analysés de point de vue physico-chimique, (teneur en eau, degré de Brix, pH, et acidité, teneur en cendre, la teneur en lipides, la teneur en protéine), microbiologiques. Ainsi nous sommes intéressés à la détermination de l'activité antioxydante par le test de DPPH et la teneur en polyphénols en flavonoïdes. Toutes les analyses ont été effectuées en deux à trois répétitions.

## I.2. Méthodes d'analyses

Nous avons adopté le protocole d'analyse présenté au niveau de l'organigramme ci-dessous :



**Figure N°9** : Diagramme de protocole expérimental.

### **I.3. Méthodes d'analyses polliniques**

#### **➤ Identification des grains du pollen**

L'identification se fait au microscope à différents grossissements. On a observé l'ensemble de la préparation et noté toutes les espèces rencontrées jusqu'à ce qu'on ne trouve plus des espèces nouvelles (**Yang et al, 2012**). La morphologie des grains est variée et caractéristique. Les caractères considérés sont la symétrie, la forme, les apertures (pores ou sillons) ainsi que l'ornementation de l'exine (**punt et al, 1994**).

L'identification se fait avec l'aide des pollens de références, des atlas de pollen, des données tirées des publications spécialisées (**Clément, 2002, Erdtman, 1969, Faegri et Iversen, 1975, Kremp, 1965, Louveaux, 1970, Reille, 1990, Sawyer et Pickard, 1981**) et grâce aux banques de données numériques et bibliographiques du CETAM.

#### **➤ Préparation du pollen pour l'observation microscopique**

##### **❖ Mode opératoire**

- Une quantité de 1 g de pollen broyé.
- Dissout dans 50 ml d'eau distillée.
- Agitation pendant 20 min.
- Prélevé un volume de 60 ul de la solution.
- Puis l'étalé sur une lame en verre
- Puis séchée devant d'un bec benzène
- Après séchage la lame recouverte avec une lamelle, dont des bords sont scellés avec verne à angle. (**louveaux et al ; 1978**)

##### **❖ Observation sous microscope**

L'observation au microscope optique est réalisée avec un grossissement (G\*10, G\* 40) (**Louveaux et al ; 1978**).

Avant de commencer chaque analyse, nous avons procédé à la préparation des échantillons à étudier (pesage et broyage). La photographie des échantillons du pollen analysés, et du pollen broyé sont montrées dans la figure 13 et la figure 14.



**Figure N°10:** les échantillons du pollen à analyser.

**Figure N°11 :** les échantillons du pollen broyé.

### **I.3.1. Analyses physico- chimiques**

#### **I.3.1.1. Détermination du PH**

##### **❖ Principe**

Détermination du pH est la mesure du potentiel d'hydrogène d'une solution de pollen.

##### **❖ Mode opératoire**

- Avant de commencer l'expérience, nous avons préparé des échantillons et les outils. Nous avons d'abord broyé une quantité de pollen de chaque échantillon par un mortier.
- Puis nous avons Pesé dans chaque creuset 2 g d'échantillon de pollen par une balance analytique.
- Nous avons placé le produit dans un bécher et y ajouté 20ml d'eau distillée à l'aide d'une pipette graduée.
- Nous avons mélangé bien la solution pendant 5 mn jusqu'à l'obtention d'un mélange homogène
- La détermination du pH en prenant soins que l'électrode soit complètement immergée dans la solution (**Bogdanov, 1999**).

❖ **Expression des résultats :**

Le pH est mesuré par un pH-mètre (inoLab-pH7310) après étalonnage. Car la valeur de pH s'affiche directement sur l'écran de pH-mètre lorsqu'on plonge l'électrode dans la solution de pollen.

**I.3.1.2. Détermination de taux d'humidité**

❖ **Le principe**

Le principe de ce paramètre est de déterminer la qualité de produit, les conditions de la conservation, son poids et sa cristallisation. Elle conditionne la durée de conservation (Nabes et al., 2014).

❖ **Mode opératoire**

- Nous avons séché des creusets vides à l'étuve durant 15mn à 105 °C.
- Après nous avons tracé les creusets après refroidissement dans un dessiccateur pendant 15 mn.
- Nous avons ensuite Pesé dans chaque creuset 2.5g d'échantillon broyé et les placer dans l'étuve réglée à 105 °C pendant 3 heures.
- Nous avons retiré les creusets de l'étuve, les placer dans le dessiccateur et après refroidissement les peser.
- L'opération est répétée jusqu'à l'obtention d'un poids constant (en réduisant la durée de séchage à 30mn) pour éviter la caramélisation.

❖ **Expression des résultats**

La teneur en eau est déterminée selon la formule suivante :

$$H\% = [(M0 - M1) / M] * 100$$

H % : Humidité + Matières volatiles

M0: poids de pollen broyé avant séchage en g + la masse des creusets.

M1: poids de pollen broyé après séchage en g.

M: la masse de la prise d'essai (2,5) en g.

$$\text{Matières sèches} = 100 - H \%$$

### **I.3.1.3. Détermination de Taux de Brix**

#### **❖ Le principe**

Le Brix exprime le pourcentage des solides solubles contenus dans un échantillon en solution, le total de tous les solides dissous dans l'eau, incluant les sucres, sels, protéines et les acides (**Messaid, 2008**). Donc l'objectif de taux de Brix est de Déterminer la teneur en matière sèche (les sucres totaux).

#### **❖ Mode opératoire**

- 1g de pollen broyé dans 10ml d'eau distillée.
- Agitation pendant 20min
- Après filtration
- Une goutte de la solution aqueuse du pollen préparée est placée sur la surface du prisme du refractomètre a fin de déterminer le Brix.
- Les images ci-dessous montrent les étapes de la manipulation, en plus de l'appareil refractomètre utilisée pour la lecture.

#### **❖ Expressions des résultats**

Le taux de Brix est mesuré par un refractomètre et les valeurs s'affichent directement sur l'écran quand on met une goutte de la solution de pollen.

### **I.3.1.4. Détermination de la teneur en cendre**

La teneur en cendres est déterminée selon la méthode **AOAC(2000)**.

#### **❖ Le principe**

Le principe de la méthode est basé sur la calcination du pollen à 600°C dans un four à moufle jusqu'à obtention de cendres blanchâtres de poids constant.

#### **❖ Mode opératoire**

- 1g d'échantillon de pollen est placé dans une capsule en porcelaine
- mise par la suite dans un four réglé à  $600\pm 15^\circ\text{C}$  durant 2 heures jusqu'à l'obtention d'une couleur grise claire ou blanchâtre.
- La capsule est ensuite retirée du four
- Et refroidie dans un dessiccateur
- Puis pesée.

❖ **Expression des résultats**

La teneur en cendres (Cn) est alors déterminée par la formule suivante :

$$Cn\% = [M2 - (M1 - M0)] * 100 / M0$$

Où :

Cn% : la teneur en cendres ;

M1: Masse de la capsule + la prise d'essai (g) ;

M2 : Masse de la capsule + cendres (g) ;

M0 : Masse de la prise d'essai (g).

**I.3.1.5. Détermination la teneur en lipides**

❖ **Le principe**

La quantité de lipides est obtenue par extraction au Soxhlet, selon la méthode **NF ENISO 734-1, 2000**. Le principe de la méthode est basé sur l'extraction des lipides à partir des pollens par de l'hexane au moyen de l'appareil de Soxhlet (**Goodon.,1997**). L'extracteur soxhlet est un ingénieux dispositif en verre permettant l'extraction d'une substance. Il est principalement utilisé dans la détermination des matières grasses dans les plantes, les graines...etc.

❖ **Mode opératoire**

- Nous avons pesé à une précision de 0,0001 g. Une aliquote de pollen est triturée dans un mortier pour désagréger les pelotes et rendre plus accessible la matière grasse.
- 10g de pollen est introduit dans la cartouche du Soxhlet, et placés à l'intérieur de l'extracteur.
- 200 ml d'hexane sont versés dans le ballon et 50 ml dans le compartiment cartouche.
- Le ballon est ensuite chauffé pendant 3 heures (20 siphonages par heure) jusqu'à épuisement de la matière grasse.
- Le solvant est éliminé du ballon, et le résidu du ballon est séché dans une étuve à 70 - 80 °C.

- Après refroidissement au dessiccateur pendant 15 min, le ballon contenant les lipides est pesé à 0,0001g près.
- L'opération est répétée jusqu'à obtention d'un poids constant.

#### ❖ Expression des résultats

La teneur en lipides (MG) des pollens est obtenue par la formule suivante :

$$MG\% = [(P2 - P1) \cdot 100 / P3]$$

Où :

MG% : la teneur en lipides.

P1 : Poids du ballon vide.

P2 : Poids du ballon avec la MG extraite.

P3 : Poids de la prise d'essai.

#### **I.3.1.6. Détermination de l'acidité titrable**

##### ❖ Le principe

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 phénolphthaléine comme indicateur.

##### ❖ Mode opératoire

- Un échantillon de 1g de pollen bien broyé est placé dans une fiole conique.
- Avec 50ml d'eau distillée chaude récemment bouillie et refroidie, et mélangé jusqu'à obtention d'un liquide homogène.
- La fiole conique est adaptée à un réfrigérant à reflux afin de chauffer le pollen au bain-marie pendant 30mn à 60 C.
- Après refroidissement, le contenu de la fiole conique est transvasé quantitativement dans une fiole jaugée de 25ml et complété jusqu'au trait de jauge avec l'eau distillée récemment bouillie et refroidie.
- Ensuite, il est bien mélangé puis filtré.

- A l'aide d'une pipette on mit 25 ml d'échantillon dans un bêcher, le filtrat sont titrés avec une solution d'hydroxyde de sodium 0,1N en présence de 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine, jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante pendant 30 secondes.

❖ **Expressions des résultats**

L'acidité titrable est exprimée en milléquivalents de NaOH par 100g de pollen, elle est déterminée selon la formule suivante :

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

**A**: L'acidité titrable en Meq de NaOH.

**V1**: Le volume de NaOH titré.

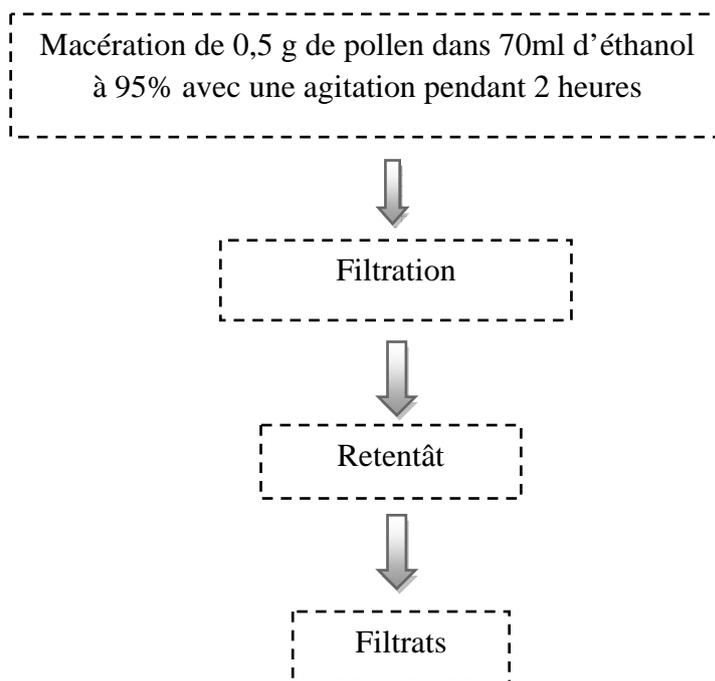
**M**: La masse de la prise d'essai.

**V0** : Le volume d'extrait de pollen.

**I.3.1.7.Détermination la teneur en protéines soluble**

❖ **Principe**

Le dosage des protéines s'effectue selon la méthode de (**BRADFORD., 1976**), qui utilise le bleu brillant de coomassie (BBC) et le sérum albumine bovine (BSA) à 1mg/ml comme standard, le bleu de coomassie de couleur bleu-vert forme un complexe avec les protéines en donnant une couleur bleu. Le dosage s'effectue a l'aide d'une gamme d'étalonnage.

**❖ Extraction éthanolique**

**Figure N°12** : Principales étapes d'extraction éthanolique de pollen

(Assia et Massissilia., 2018)

**❖ Mode opératoire**

- 100 µl d'extrait du pollen.
- Est ajoutée à 5 ml de réactif de Bradford.
- Après homogénéisation.
- L'absorbance est lue à 595 nm.

**❖ Expression des résultats**

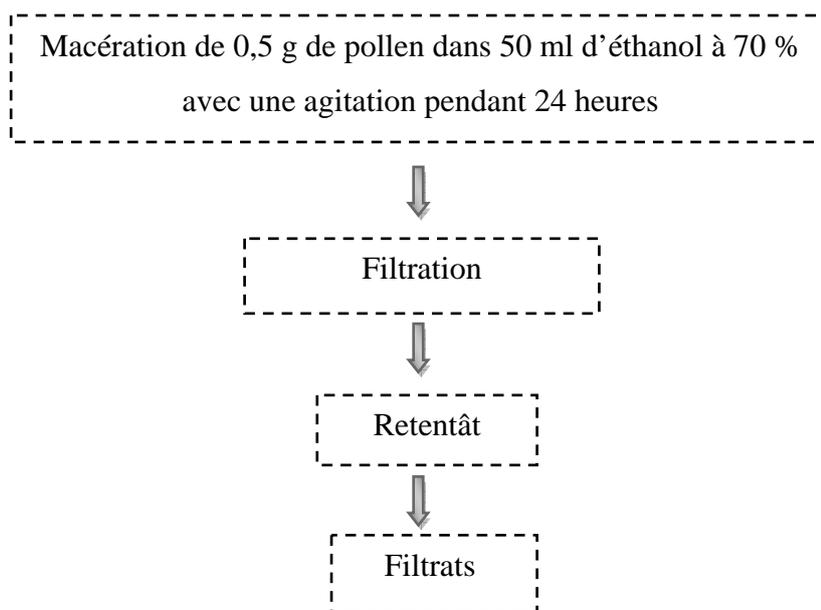
Les résultats sont exprimés en mg équivalent de Sérum Albumine Bovin par 100g d'échantillon (mg EBSA /100g). En utilisant la courbe d'étalonnage standard de BSA (Annexe).

**I.3.2. L'activité antioxydante et dosage des antioxydants****➤ Extraction éthanolique**

Il s'agit d'une extraction solide-liquide. Le principe consiste en ce que le solvant doit franchir la barrière de l'interface solide liquide, dissoudre le principe actif à l'intérieur du solide et

l'entraîner à l'extérieur. La plus part des auteurs suggèrent que l'entrée du solvant se fait par un mécanisme osmotique et la sortie du soluté par dialyse ou par diffusion.

Le solvant utilisé dans cette présente étude est l'éthanol (70%). Celui-ci possède l'avantage d'être plus facilement éliminé sous vide, il donne en plus un meilleur rendement d'extraction (7 fois plus que celui d'eau). Le rendement d'extraction en polyphénols augmente aussi avec le temps de contact. La figure suivante montre le procédé d'extraction.



*Figure N°13 : principales étapes d'extraction ethanolique de pollen (Owen., et al.1999).*

➤ **Test de DPPH (2,2-diphenyl-1-picryl hydrazyl)**

Dans ce test, les antioxydants réduisent le diphenylpicryl-hydrazyl ayant une couleur violette en un composé jaune, le diphenylpicryl-hydrazine. L'intensité de la couleur est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le pollen. L'activité antioxydants des extraits éthanoloïques de pollen d'abeille est évaluée par la méthode de : l'activité anti-radicalaires au radicale DPPH (Garcia et al., 2012).

### ❖ Principe

Le 1,1-diphényl-2-picryl-hydrazyl (DPPH) est défini comme radical libre stable par vertu de la délocalisation de l'électron disponible qui provoque la couleur violette profonde, caractérisée par une absorption. Il réagit avec des groupements amines, les phénols, les acides, les composés hydro-aromatiques, etc. Cette propriété est largement recommandée et utilisée dans la pratique analytique. Quand la solution de DPPH est mélangée à celle d'une substance qui peut donner un atome hydrogène ou un électron, alors ceci provoque la forme réduite (1,1-diphényl-2-(2,4,6-trinitrophenyl) hydrazine (DPPH<sub>2</sub>)) avec la perte de la couleur violette et apparition d'une couleur jaune pâle résiduelle due à la présence de groupement picryl. Le pouvoir antioxydant des extraits de pollen via le test DPPH est effectué par la méthode décrite par (Adedapo *et al.*, 2008). Un volume de 0,1ml d'extrait est additionné à 1ml de la solution alcoolique de DPPH (80mM). Après 30min d'incubation à température ambiante, la lecture de l'absorbance est faite à 517nm. Les résultats sont exprimés en mg équivalents d'acide gallique par 100g d'échantillons (mg EAG/100g) en utilisant la courbe standard d'acide gallique.

Le pourcentage d'inhibition du DPPH est calculé selon l'équation suivante :

$$\% \text{ d'inhibition du DPPH} = \left( \frac{\text{Abs t} - \text{Abs e}}{\text{Abs t}} \cdot 100 \right)$$

**Abs t** : Absorbance du témoin (1ml de solution DPPH + 0,5 ml éthanol).

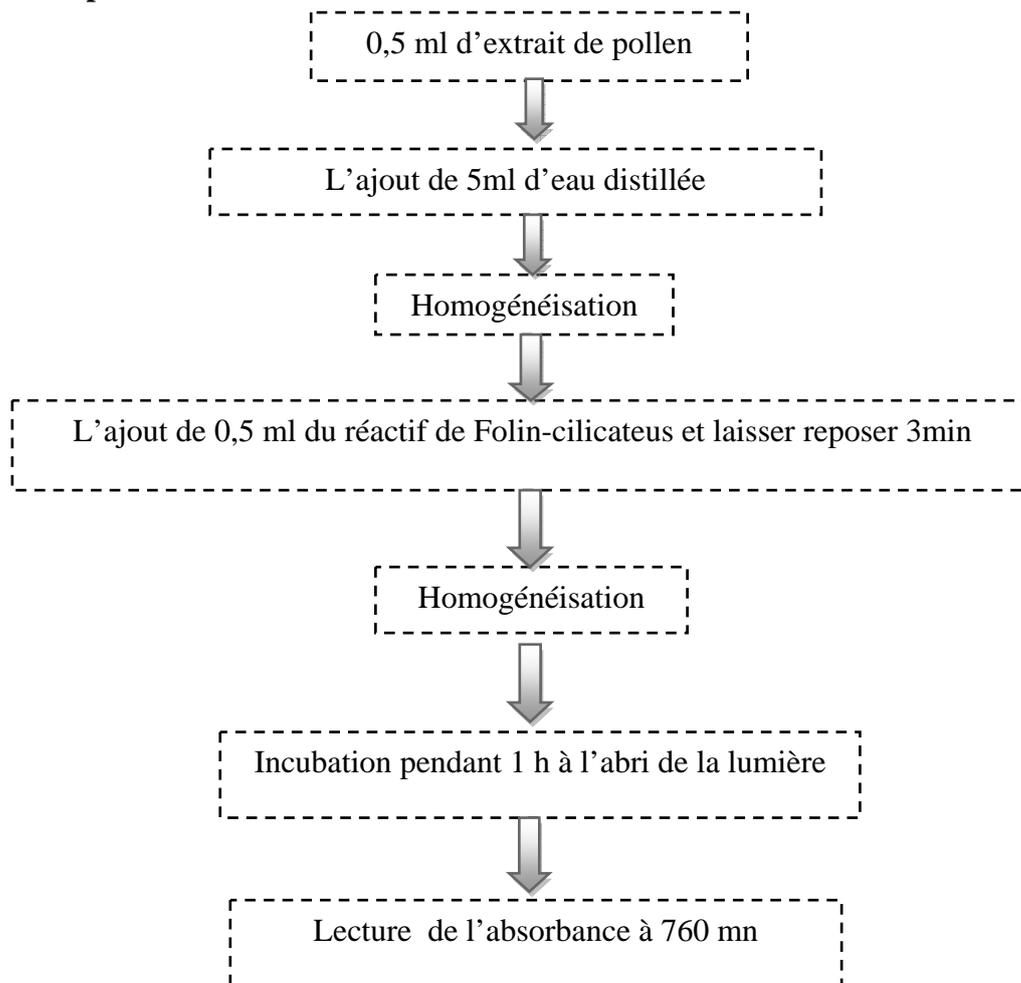
**Abs e** : Absorbance de l'échantillon.

### ➤ Dosages des polyphénols

#### ❖ Principe

Le dosage des polyphénols totaux dans les différents échantillons de pollen est effectué suivant la méthode colorimétrique de Folin-Ciocalteu selon le protocole de (Niathani *et al.*). Dans cette méthode une réaction d'oxydoréduction est mise en jeu son principe est basé sur la réduction de l'acide phosphotungstique (H<sub>3</sub>PW<sub>12</sub>O<sub>40</sub>) et de l'acide phosphomolybdique (H<sub>3</sub>PMo<sub>12</sub>O<sub>40</sub>) qui sont des composés de Folin-Ciocalteu en oxydes bleus de tungstène (W<sub>8</sub>O<sub>23</sub>) et de molybdène (Mo<sub>8</sub>O<sub>3</sub>) par l'oxydation des phénols (Ribéreau Gayon *et al.*, 1982).

## ❖ Mode opératoire



*Figure N°14 : Organigramme présentant le dosage de polyphénols dans l'extrait des grains de pollens (Owen., et al.1999).*

## ❖ Expression des résultats

L'absorbance est lue à 760 nm, à l'aide d'un spectrophotomètre. L'acide gallique est utilisé comme standard, la détermination des polyphénols a été faite en fonction d'une courbe d'étalonnage linéaire selon l'équation suivante :  $(Y = aX + b)$ . Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique par 1 gramme de pollen (mg EAG / 1 g).

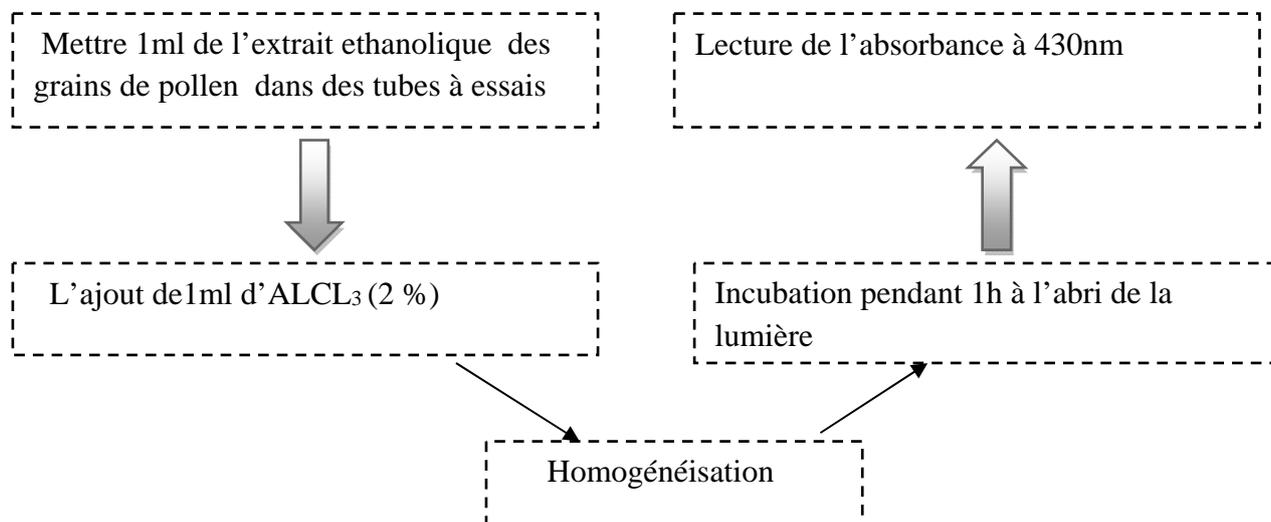
## ➤ Détermination de la teneur en flavonoïdes

## ❖ Principe

Le dosage des flavonoïdes est effectué par la méthode colorimétrique de chlorite d'aluminium. Les flavonoïdes possèdent un groupement hydroxyle (OH) libre, en position 5 qui est susceptible de donner avec le groupement CO, un complexe coloré avec le chlorure d'aluminium. Ils forment des complexes jaunâtres par chélation des métaux (fer et aluminium). Ceci traduit le fait que le métal (Al) perd deux électrons pour s'unir à deux

atomes d'oxygène de la molécule phénolique agissant comme donneur d'électrons.  
(Kamazawa., et al 2002)

❖ **Mode opératoire**



*Figure N°15 : Organigramme présentant le dosage de Flavonoïde dans l'extrait des graines du pollen (Kamazawa., et al 2002).*

❖ **Expression des résultats**

Après 10 mn l'absorbance est lue à 430 nm par le spectrophotomètre.

**II.4. Analyses microbiologiques des grains de pollen**

❖ **Mode opératoire :**

- La solution mère est préparée en introduisant de façon aseptique, 25g du broyat de pollen dans 225ml de diluant qui est l'eau physiologique. À partir de la solution mère on prépare les dilutions décimales 10<sup>-1</sup>, 10<sup>-2</sup> et 10<sup>-3</sup>.
- Dans chaque échantillon du pollen, 8 groupes microbiens sont dénombrés en milieu solide. Ils et 'isoles sur milieux de culture spécifiques ou d'enrichissement (**Campos et al. 2008**).
- La flore mésophile aérobie totale (FMAT) est dénombrée sur gélose PCA (Plate Count Agar) par ensemencement en profondeur de 1ml des dilutions et incubation à 30°C pendant 72h.

- Les coliformes sont recherchés sur gélose lactosée et citratée au désoxycholate (DLC) à 1‰ incubés 24 à 48 heures à 30°C pour les coliformes totaux et à 44°C pour les coliformes fécaux.

- Les levures et les moisissures sont dénombrées sur le milieu Sabouraud glucosé à 4 % et incubées 5 jours à la température ambiante d'environ 25°C.

- Staphylococcus aureus sont dénombrés sur la gélose de Baird Parker additionnée au jaune d'œuf et au tellurite de potassium et incubés 48 heures à 37°C. Seules les colonies entourées d'un halo jaune brillant à centre noire sont dénombrées.

-Les salmonelles, on réalise un pré-enrichissement de 25 ml de lait sur milieu B.L.M.T (bouillon lactose « mannitol » tamponné+ additif B.L.M.T, 24 heures à 37°C, suivi d'un enrichissement sur bouillon au sélénite de sodium (S.F.B) 24 heures à 37°C.

### **I.5. Analyse statistique**

Les paramètres de la statistique descriptive (moyennes et écartypes) sont calculés à l'aide du programme Microsoft Excel 2007. La majorité des données collectées sont la moyenne de 2 à 3 essais.

La comparaison des moyennes des groupes des résultats a été réalisée par le test ANOVA, par le logiciel SPSS.

## ***CHAPITRE II***

### ***Résultats et discussion***

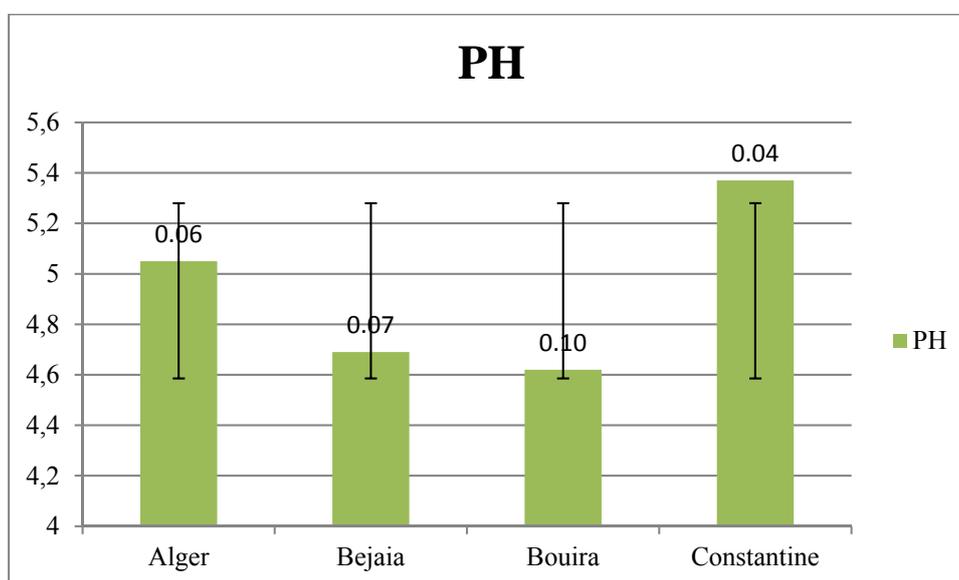
## Chapitre II : Résultats et discussion

Ce chapitre regroupe tous les résultats que nous avons obtenus qui concernent : les résultats des analyses physico-chimiques, microbiologiques ainsi que l'activité anti oxydantes.

### II.1. Résultats des analyses physico-chimiques

#### II.1.1. Le pH

Le pH ou le potentiel d'hydrogène est la mesure du coefficient caractérisant l'acidité d'un milieu, il représente la concentration des ions  $H^+$  d'une solution (Nair, 2014). Les résultats que nous avons obtenus qui concernent le pH de différents échantillons de pollen étudiés sont représentés dans la figure au- dessous :



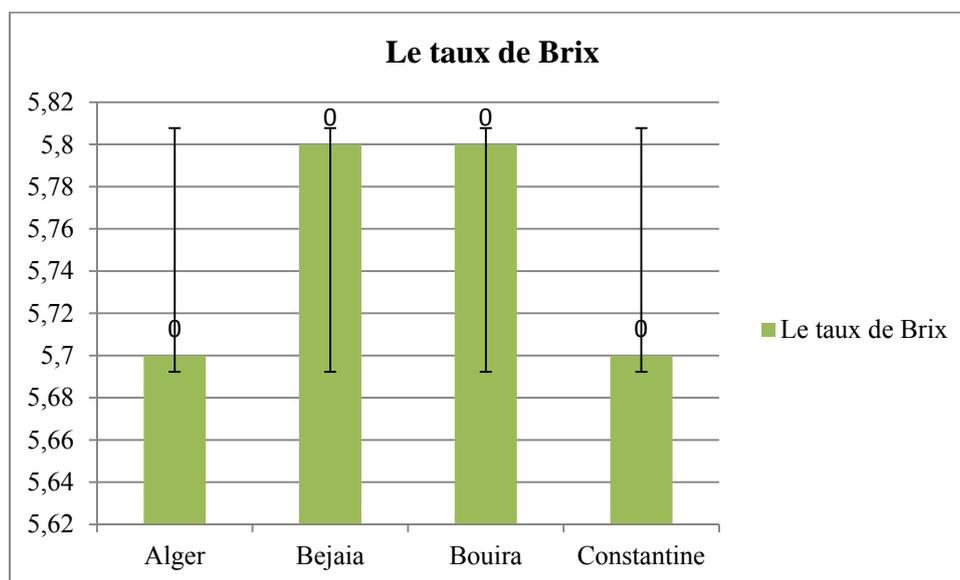
*Figure N°16 : résultats de la mesure du pH obtenus selon la région.*

Nous avons remarqué que les valeurs du pH obtenues de tous les échantillons de pollen que nous avons analysés de nature acide. Elles varient entre  $4,62 \pm 0,10$  à  $5,35 \pm 0,04$ . Egalement, nous avons constaté que l'échantillon prévenu de Bouira présente un pH le plus faible par rapport aux autres échantillons, avec une valeur de  $4,62 \pm 0,10$ . Cependant, l'échantillon prévenu de Constantine représente un pH le plus élevé avec une valeur de  $5,35 \pm 0,04$ . Contrairement aux échantillons prévenus de Bejaïa et d'Alger où nous avons enregistré des valeurs du pH qui sont de l'ordre de  $4,69 \pm 0,07$  et  $5,35 \pm 0,06$  respectivement.

Les valeurs du pH des échantillons de pollen étudié sont dans l'intervalle des valeurs fixées par la législation brésilienne où les valeurs du pH doivent être inférieures à 6 (de 4 à 6) (commission brésilien 2000). Et selon certaines études bibliographiques, les valeurs que nous avons obtenues s'approchent de celles trouvées par *X.Feás et al., 2012* qui sont respectivement 4.3 et 5.2. Enfin, l'étude des résultats statistique de pH a montré qu'il existe une différence entre les échantillons du pollen étudiés, ce qui signifie que ce paramètre est influencé par le facteur région.

### II.1.2. Détermination le taux de Brix

Le taux de Brix est expliqué par le taux des pourcentages des solides contenus dans différents échantillons de pollens de ces régions. Les résultats que nous avons obtenus sont représentés dans la figure au dessous :



**Figure N°17 :** résultats de taux de Brix de 4 échantillons des grains de pollen analysés.

En général, nous avons remarqué que les valeurs des échantillons provenant des deux régions Alger et Constantine sont presque similaires qui s'approchent de 5,7%. La même remarque reste à signaler pour les deux échantillons qui concernent Bouira et Bejaia qui sont autour de 5,8%. ces valeurs restent inférieures à celles qui sont obtenus par *Phillipe 1999, amigon., 2016* .

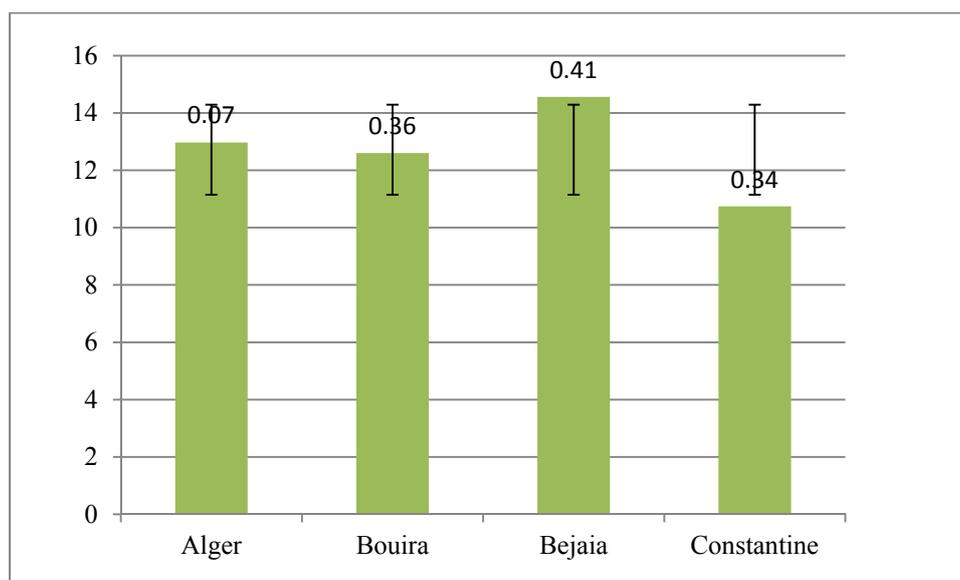
La similarité des résultats entre les deux échantillons de Bejaia- Bouira et l'échantillon de Alger-Constantine est due à l'origine florale des échantillons.

D'après les résultats statistiques de °Brix ont montré qu'il n'y avait pas de différence entre les quatre échantillons du pollen, ou nous avons constaté que la valeur Sig : 0,553% est supérieure à la valeur spécifiée Sig : 0.01%.

### II.1.3. La détermination de taux d'humidité

De nombreuses études sont parvenues à quantifier l'eau présente dans le pollen, les résultats diffèrent d'une zone géographique à une autre. La teneur en eau est différente selon que les analyses est pratiquée avant ou près le séchage de pollen en vue de sa bonne conservation (Donadieu, 1983).

La teneur en eau est un facteur hautement important car il permet l'estimation du degré de stabilité les produits au cours du stockage donc elle conditionne la conservation des produits. Les résultats obtenues qui concernant la teneur en eau sont représentés dans la figure au dessous :



**Figure N°18 :** Le taux d'humidité des échantillons du pollen selon la région.

Les valeurs de la teneur en eau des échantillons de pollen analysés oscillent entre 10,74 % à 14,56 %. L'échantillon de région de Bejaïa présente un taux d'humidité le plus élevé que les autres échantillons de pollens de différentes régions par une teneur qui est de l'ordre de  $14,56 \pm 0,41\%$ . Par contre le taux d'humidité le plus faible est enregistré pour l'échantillon

provenant du Constantine ( $10,74 \pm 0,34$  %). Pour les taux d'humidité de pollen qui concernent la région de Bouira et d'Alger sont de  $12,60 \pm 0,36$  % et  $12,97 \pm 0,07$  % respectivement. Ces résultats que nous avons obtenus sont proches de ceux rapportés par **Djabrani.R** sur un pollen traité par séchage. Contrairement aux résultats qui sont donnés par (**Gillian.,1989**) et (**J.P., et al 2003**) qui sont de l'ordre de 3 à 4 % respectivement.

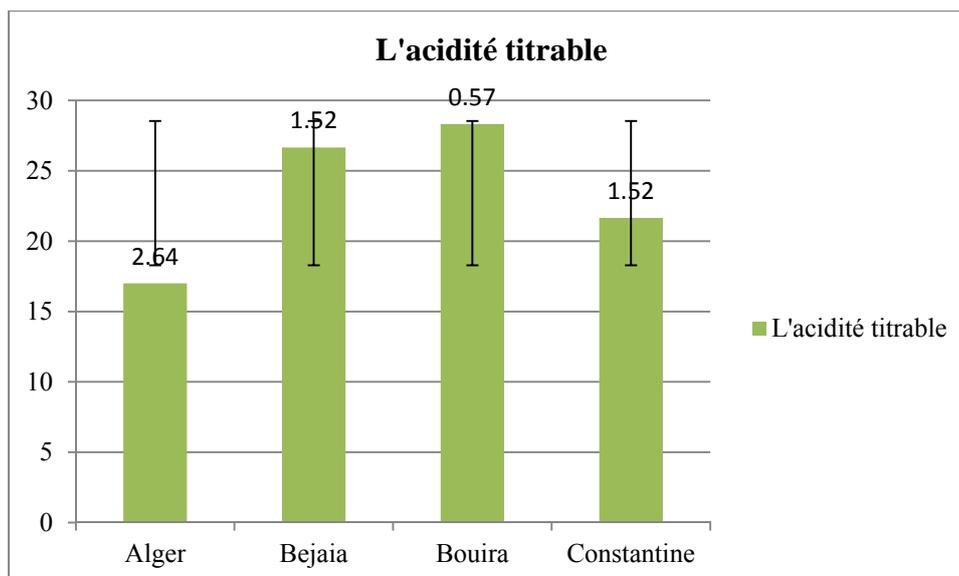
La teneur en eau de pollen de Brésil déterminée par (**Almeida-Muradian et al.,2005**) est de 7,4% qui reste inférieure à celles que nous avons obtenues durant cette étude. Plus ces valeurs en eau sont faibles, plus elles témoignent une sécurité sanitaire microbiologique compatible pour un usage en alimentation humaine.

En résumé, pour préserver au maximum la qualité nutritionnelle du pollen on préférera la congélation lorsque l'on souhaite stocker sur une durée inférieure ou égale à 18 mois. Il faut faire particulièrement attention à congeler rapidement le pollen après sa récolte. En effet, sa teneur en eau étant plus élevée (20 à 30 grammes d'eau pour 100g de pollen) que le pollen sec, le risque de contamination microbiologique est accru. Au-delà de cette durée, on choisira de lyophiliser ou de sécher pour stocker le produit sec. Avec un taux d'humidité entre 4 et 8 grammes pour 100 grammes, sa qualité pourra être préservée pendant deux ans maximum s'il est stocké dans un endroit frais à l'abri de la lumière.

#### **II.1.4. Acidité titrable**

Les valeurs que nous avons obtenues qui concernent l'acidité titrable des différents échantillons de pollen étudié sont différentes en fonction de la région. En effet, l'échantillon de Bouira présente un taux d'acidité le plus élevé par rapport aux autres échantillons par une valeur de 28,3 Meq / 100g, l'échantillon de Bejaïa 26,66 Meq / 100g, échantillon d'Alger 22,20 Meq / 100g), cependant, l'échantillon provenant de Constantine représente la valeur la plus faible (17,06 Meq / 100g).

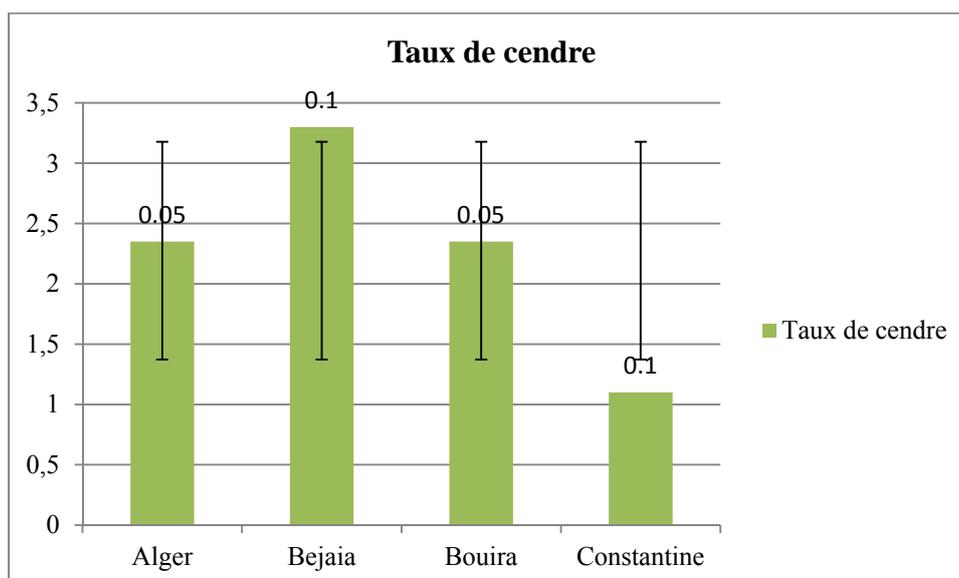
Nos résultats restent inférieures à celles qui sont obtenus par *Raja J qui est de  $39 \pm 4,313$  (Meq de NaOH/100g).*



*Figure N° 19: l'acidité titrable des 4 échantillons de pollen analysés.*

### II.1.5. Détermination le taux de cendre

Le taux de cendre des grains de pollen sont expliquées par la quantité de la matière minérale présente dans ce dernier. Les résultats obtenus sont montré dans la figure au dessous :



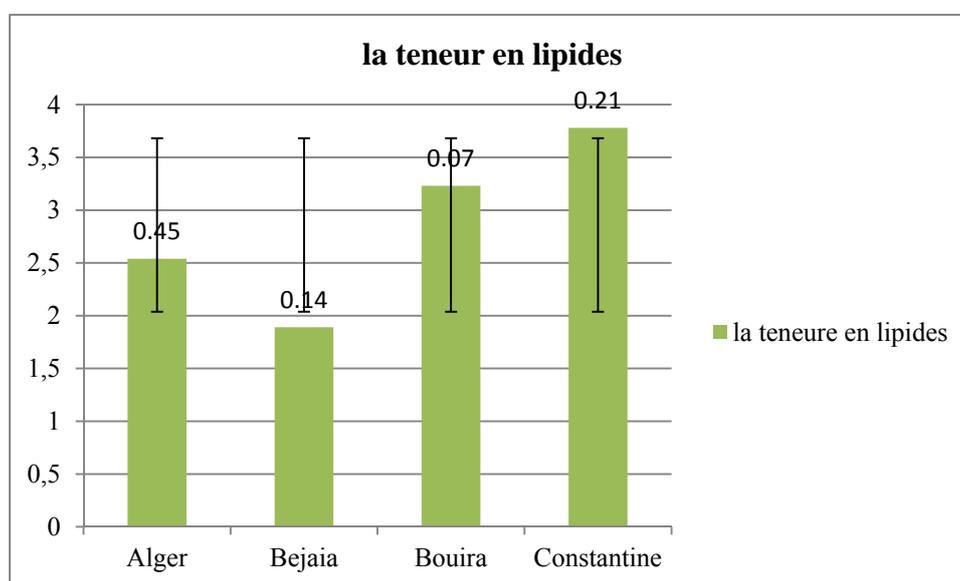
**Figure N°20 :** la teneur en cendre des grains de pollen selon les régions.

Le pourcentage en cendre de différents échantillons varient entre 1,1 et 3,3%. Le taux le plus élevé est celui enregistré pour l'échantillon provenant de Bejaïa par une valeur de 3,3% et le taux le plus bas est celui enregistré par l'échantillon de Constantine.

Cependant, les échantillons provenant de Bouira et d'Alger, le taux en cendre est de l'ordre de 2,35%. Ces valeurs sont inférieures à celles obtenus par (Philippe 1999, amigon ,2016) qui est de 5%.

### II.1.6. Détermination la teneur en lipides

Les résultats obtenus sont montrés dans la figure au dessous :



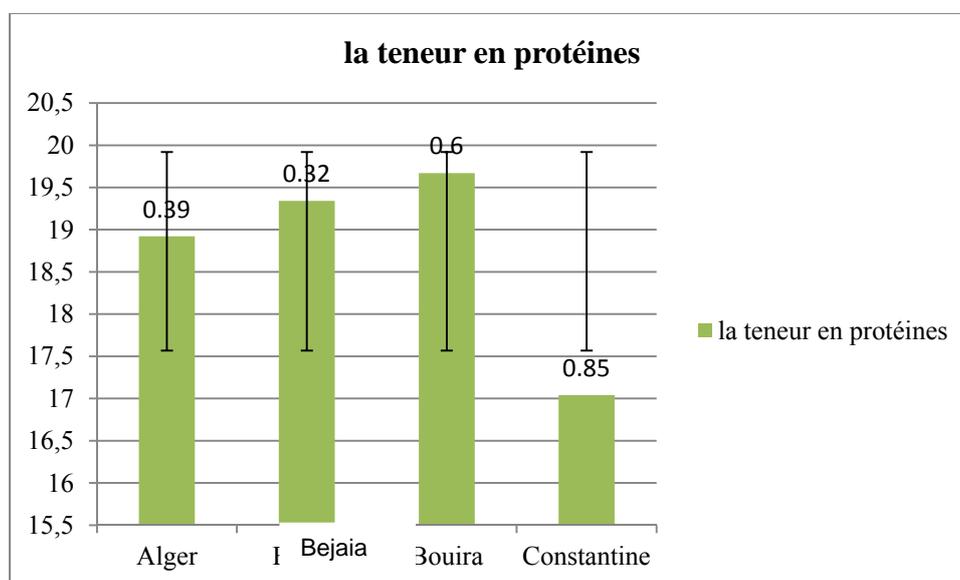
*Figure N°21 : la teneur en lipides de différents échantillons.*

Les résultats obtenus montrent que le pollen contient une teneur en lipides qui diffère d'un échantillon à un autre, l'échantillon de Constantine a présenté une teneur en lipide la plus élevée ( $3,78 \pm 0,21$ ) qui est légèrement supérieure à celle du Bouira ( $3,23 \pm 0,07$ ). Alors que l'échantillon d'Alger présente une teneur moyenne de  $2,54 \pm 0,45$ . Enfin, nous avons remarqué que la teneur en lipides pour l'échantillon provenant de Bejaïa est la plus faible par rapport aux autres échantillons ( $1,89 \pm 0,14$ ). Ces résultats sont dans l'intervalle révélé par d'autres auteurs, qui est de 1 à 20 % (Bergamaire, 2002).

Les pollens ayant les taux les plus élevés, notamment en acide gras linoléique, linoléique, myristique et dodécanoïques interviendraient dans l'inhibition de microbes pathogènes. (Human et Nicolson, 2006).

### II.1.7. Détermination de la teneur en protéines

Le dosage des protéines de pollen est un caractère qui ne figure pas dans les normes internationales. Cependant, leur richesse donne une valeur nutritionnelle aux pollens. La quantification des protéines de chaque variété de pollen présentée par la figure qui est au-dessous :



**Figure N°22:** la teneur en protéines des échantillons des grains de pollen.

D'après les résultats obtenus, on remarque une grande variation dans les résultats de nos échantillons du pollen, ils sont classés par ordre Croissant: E de Constantine <E Alger< E de Bejaïa <Bouira<P1< où la valeur la plus élevée est (19671,35mgEBSA/100g) et la plus faible est (17042,25mgEBSA/100g).

Ces résultats sont dans l'intervalle des valeurs communiquées par (Yang et al.,2013)[14860 à 28960 mg EBSA/100g] et également dans l'intervalle des résultats obtenus par (Alksandar et al.,2015) qui varient de 14830 à 27250 mg EBSA/100g, mais on peut expliquer ces variations par l'origine géographique et botanique. les concentrations en protéines du pollen varient suivant leurs origines botanique et géographique, les conditions et le temps de leur entreposage,

la présence des enzymes ajoutées par des abeilles pendant le processus de mûrissement et aux grains du pollen y présents (**Alvarez Suarez et al., 2010 ; Moniruzzaman et al., 2013**).

## **II.2. Résultats d'observation microscopique du pollen**

La détermination des pollens se fait par microscopie optique, une clé de détermination des grains de pollen très précise. Après observation des 4 échantillons au microscope optique (OLYMPUS JAPAN 500680) à un grossissement ( $G \times 10$ ) après à un grossissement ( $G \times 40$ ). Les grains de pollen apparaissent sphériques ou ovoïdes, plus ou moins déformés.

Certains grains de pollen ont des vésicules : ce sont des ballonnets pleins d'air qui facilitent leur transport (**Charpin, 1986**) : pollen de certaines Gymnospermes. La plupart des grains de pollens sont isolés, certains restent agglomérés en tétrades ou encore la cohérence peut persister entre les grains pour former des poliades (**Charpin, 1986**).

Car nous avons utilisé pour observation le microscope optique on n'a pas pu avoir des photos qui expriment la forme, taille ... etc., mais nous avons vu les différents formes de nos échantillons de pollen ce qui nous a permis de classer les échantillons étudiés sous la classe multiflurale.

## **II.3.Évaluation de l'activité antioxydante**

### **II.3.1. Activité anti radicalaire DPPH**

La méthode du DPPH est un test antioxydant basé sur la réduction du radical DPPH en présence des antioxydants. L'utilisation du test de DPPH fournit un moyen simple et rapide pour l'évaluation spectrophotométrique des antioxydants des extraits de plantes (**Garcia et al., 2012**). Le test DPPH permet de mesurer le pouvoir anti radicalaire des molécules pures ou d'extraits végétaux.

Le pollen d'Alger (E1) possède le pouvoir anti radicalaire le plus élevé ( $77,44 \pm 0,48\%$ ) contrairement au pollen de Bouira (E2) qui possède le pouvoir anti radicalaire petit ( $67,65 \pm 0,49\%$ ) (Figure). Les résultats obtenus sont supérieurs à celles obtenus par (**Kroyer et al., 2001**) (53%), cela confirme que nos échantillons contiennent des teneurs élevés en polyphénols et flavonoïdes.

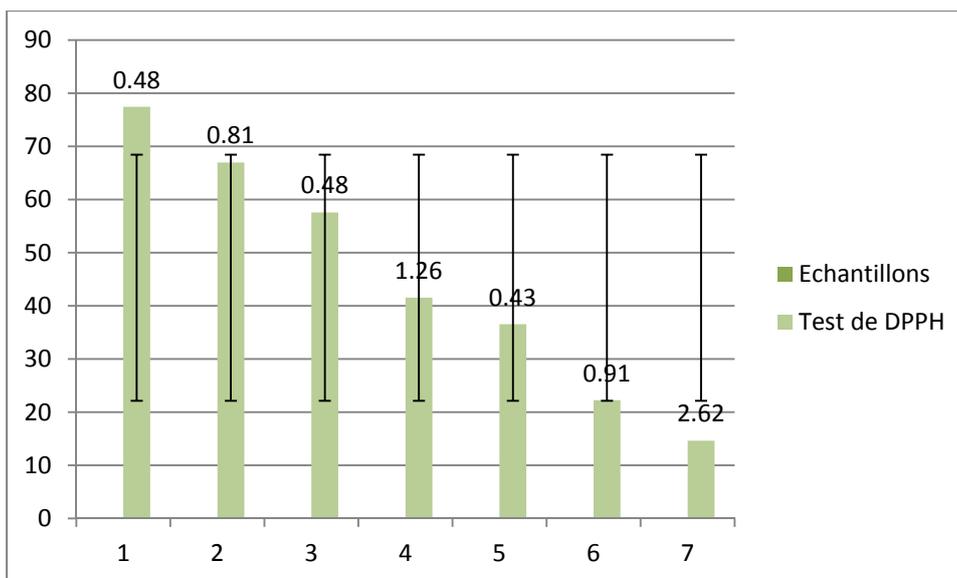


Figure N°23 : test de DPPH d'échantillon d'Alger.

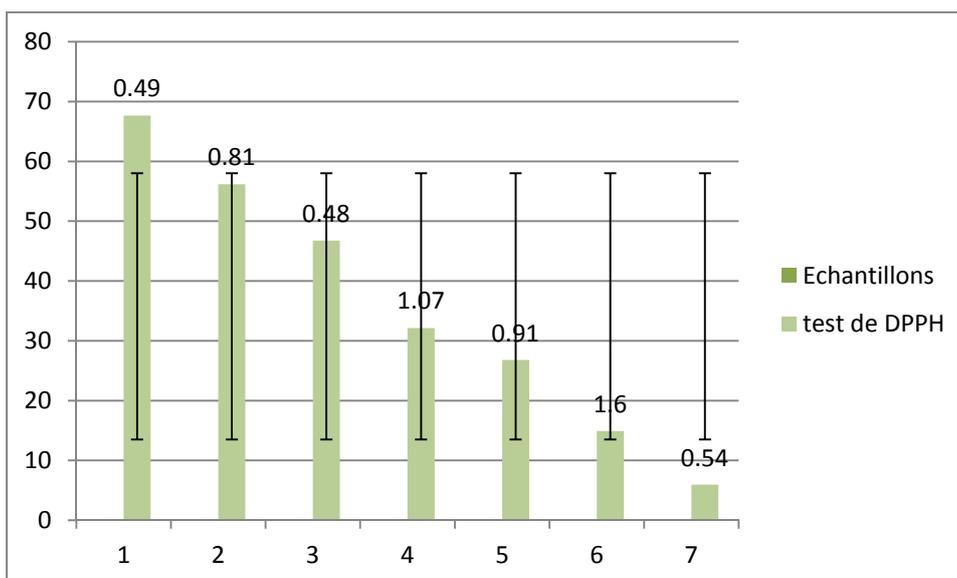
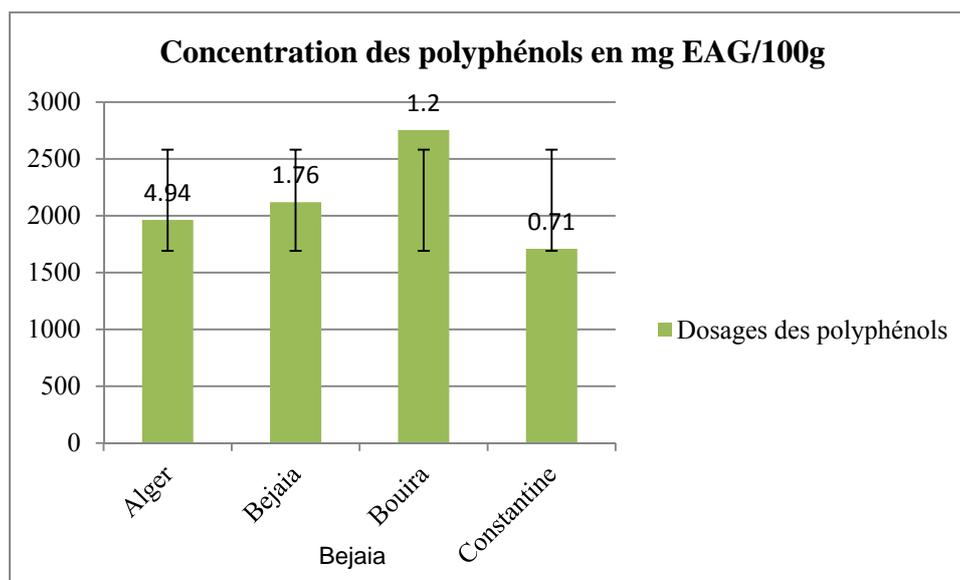


Figure N°24 : test de DPPH d'échantillon de Bouira.

### II.3.2. Dosages des polyphénols

L'analyse du pollen a permis d'obtenir une concentration de 1710mg EAG/100g pour l'échantillon de Constantine et 2755mg EAG/100g, qui sont supérieures à celle rapportée par (Temiser et al.,2017) pour le pollen de la Turquie (596,81 mgEAG/100g), pour l'échantillon de Bejaïa elle représente un teneur dans l'ordre de 2120 mgEAG/100g, tandis que l'échantillon d'Alger elle représente une teneur dans l'ordre de 1963,5mg EAG /100g. Ces résultats obtenus sont supérieurs à ceux rapportés par (Livis et al.,2009) qui varient de 640 à 1640 mgEAG/100g. Ces variations des teneurs s'expliquent par l'origine botanique et/ou géographique des produits de la ruche et de la diversité des profils polliniques (Ouchemoukh, 2012). Les résultats obtenus pour les teneurs en antioxydants sont résumés dans la figure au-dessous :



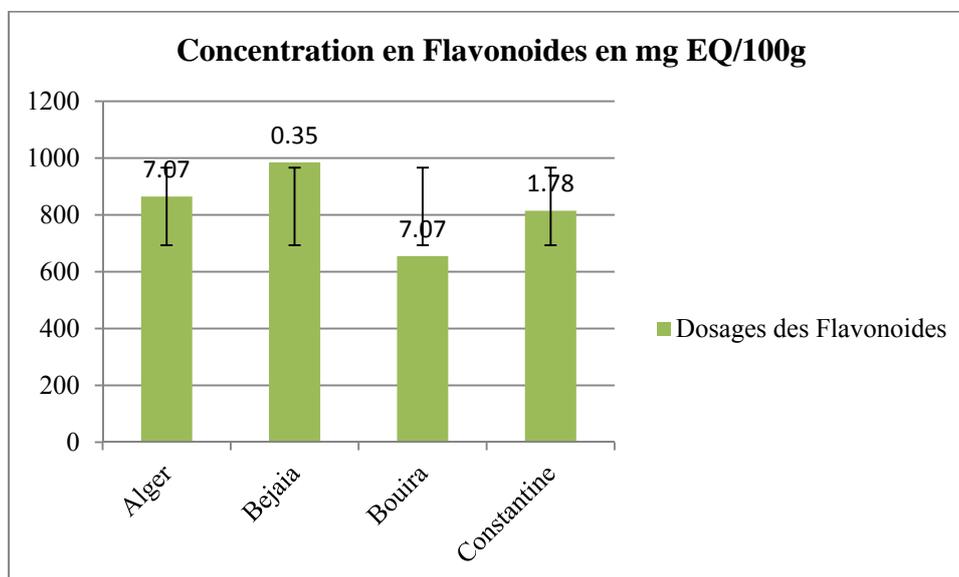
*Figure N°25 : Valeurs de la teneur en polyphénols en mgEAG/100g des différents échantillons de pollen.*

#### II.3.2.1. Dosage des flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des pigments responsables de la coloration des végétaux et assurent la protection des tissus contre les agressions externes (Hadri, 2015). Ces composés sont aussi considérés comme des antioxydants puissants qui ont la capacité d'éliminer les radicaux libres

(Narayana *et al.*, 2001) et sont également connus pour leur aptitude de chélation des ions métalliques (Kumar et Pandey, 2013).

Les résultats de la présente étude montrent que la teneur en flavonoïdes des quatre échantillons de pollen étudiés varie de  $655 \pm 7,07 \text{ mgEQ}/100\text{g}$  à  $985 \pm 35,35 \text{ mgEQ}/100\text{g}$ . La valeur de flavonoïde la plus élevée est celle enregistrée pour l'échantillon de Bejaia ( $985 \pm 35,35 \text{ mgEQ}/100\text{g}$ ) et la plus faible est représentée par l'échantillon de Bouira par une valeur de  $655 \pm 7,07 \text{ mgEQ}/100\text{g}$ . La teneur en flavonoïdes pour les deux échantillons Alger et Constantine sont de l'ordre de  $865 \pm 7,07 \text{ mgEQ}/100\text{g}$  et de  $815 \pm 77,78 \text{ mgEQ}/100\text{g}$  respectivement. La teneur en flavonoïdes du pollen obtenue dans cette étude est dans l'intervalle déterminée par (Marghitas *et al.*, 2009) pour le pollen de Roumanie (60 à 1360 mg EQ/100g).



**Figure N°26 :** la teneur en flavonoïdes en mgEAG/100g des différents échantillons du pollen.

#### II.4. résultats d'analyses microbiologiques

Les germes recherchés sont les coliformes totaux, les coliformes fécaux, les germes aérobies mésophiles totaux (FAMT), les germes anaérobies totaux, les levures et les moisissures, ainsi que les salmonelles et les staphylocoques. Nos résultats de la qualité bactériologique du pollen sont rassemblés dans les figures (voire Annexe) et le tableau :

**Tableau II.1** : Les résultats des analyses microbiologiques du pollen

Les germes recherchés	Echantillons 1 Alger	Echantillons 2 Bouira	Echantillons 3 Constantine	Echantillons 4 Bejaïa
Les coliformes totaux	0	0	0	0
Les coliformes fécaux ( <i>Escherichia Coli</i> )	0	0	0	0
La flore aérobie mésophile totale (FAMT)	0	0	0	0
La flore anaérobie mésophiles totale	0	0	0	0
Levures et moisissures	$1,4 * 10^2$	$9 * 10^1$	$10 * 10^1$	$11 * 10^1$
<i>Staphylococcus aureus</i> Salmonella	0	0	0	0
<i>Staphylococcus</i>	0	0	0	0

Nous avons noté l'absence des coliformes totaux, les coliformes fécaux (*Escherichia Coli*), La flore aérobie mésophile totale (FAMT), la flore anaérobies mésophiles totale, *Staphylococcus aureus* Salmonella et les *Staphylococcus*, chez l'ensemble des échantillons du pollen étudiés.

Par contre, nous avons eu une apparition ou bien la présence des levures et moisissures. Pour les levures et moisissures, les 4 échantillons (E1, E2, E3, E4) sont en dessus de la norme (<50 000 ufc/g).

Selon les résultats obtenus, nous avons remarqué que l'échantillon E1 de la région Alger présente un taux le plus élevé des moisissures ( $1,4 \cdot 10^2$  ufc/g) par rapport aux autres échantillons, puis suivi par l'échantillon 4 de la région de Bejaïa ( $11 \cdot 10^1$  ufc/g). Cependant, l'échantillon 3 de la région de Constantine a enregistré une valeur de  $10 \cdot 10^1$  ufc/g. Concernant le résultat de l'échantillon de pollen provenant de la région de Bouira, le nombre a été estimé à  $9 \cdot 10^1$  ufc/g, c'est la plus petite valeur enregistrée entre les valeurs précédentes. Les valeurs sont dans l'ordre suivant :  $E1 > E4 > E3 > E2$ .

Pour La flore aérobie mésophile totale FMAT, le pollen des échantillons (E1, E2, E3 et E4) de la région Alger, Bouira, Constantine et Bejaïa ne dépassent pas la norme recommandée ( $> 100\ 000$ ).

Le tableau montre que les 4 échantillons (E1, E2, E3 et E4) contiennent moins de  $65 \cdot 10^3$  UFC/g des coliformes totaux, donc la prévalence des coliformes totaux dans les 4 échantillons ne dépasse pas la norme recommandée qui est au Max 105 UFC/g.

Notre étude sur la microbiologie du pollen nous a permis de déterminer les groupes de microorganismes qui interviennent dans l'élaboration du pollen stocké par les abeilles. Du point de vue nutritif et appétitif il semble que les levures aient le rôle le plus important. D'une manière générale les modifications du pollen provoquées par ces divers microorganismes au cours du stockage nous montrent l'importance des associations microbiennes dans la transformation des produits végétaux.

## **II.5. Résultats d'analyse de l'ANOVA**

Nous avons utilisé pour l'analyse statistique « ANOVA » logiciel SPSS. Nous avons comparé les résultats précédents par rapport aux paramètres étudiés et aux résultats obtenus.

### ➤ **Résultats statistique de pH**

L'étude des résultats statistique de pH avec SPSS à montrer qu'il existait une différence entre tous les échantillons du pollen, seul les échantillons (b) : Bouira comparé à l'échantillon (Be) : Bejaïa s'il n'y a pas de différence entre eux ou cette valeur Sig : 0.299% qui est supérieur à la valeur spécifiée 0.01%.

### ➤ **Résultats statistique de taux de °Brix**

Les résultats de Brix ont montré qu'il n'y avait pas de différence entre les quatre échantillons du pollen, ou nous avons constaté que la valeur Sig : 0,553% est supérieure à la valeur spécifiée 0.01%.

➤ **Résultats statistique de l'Humidité**

Les résultats obtenus montrent qu'il y avait une différence entre tous les échantillons. Sauf l'échantillon (b) : Bouira étant comparé à l'échantillon (Be) : Bejaïa ou la valeur de Sig 0,197% est supérieure à la valeur spécifiée 0,01%.

➤ **Résultats statistique de l'acidité titrable**

Les résultats de l'acidité titrable des quatre échantillons du pollen ont montré qu'il y avait une différence entre tous les échantillons seuls l'échantillon (b) : Bouira étant comparé à l'échantillon (Be) : Bejaïa il n'y a pas de différence entre eux. La valeur Sig : 0,272% est supérieur à la valeur spécifiée 0,01%.

➤ **Résultats statistique de taux de cendre**

Les résultats de taux de cendre des quatre échantillons du pollen a montré qu'il y avait une différence entre eux, seul l'échantillon (a) : Alger et l'échantillon (b) : Bouira qu'il n'y a pas de différence entre ces dernier. La valeur Sig :1.000% est supérieure à la valeur spécifiée 0,01%.

➤ **Résultats statistique de la teneur en lipides**

Les résultats de l'analyse statistique montrent que la teneur en lipides est influencée par le facteur région.

➤ **Résultats statistique de la teneur en protéines**

Les résultats de l'analyse statistique ont montré qu'il n'y avait pas de différence entre les quatre échantillons du pollen. La valeur Sig :1% est supérieur de la valeur spécifique Sig : 0.01%.

***Conclusion***

## Conclusion

Le pollen est présenté comme un complément alimentaire sur le plan nutritionnel. De grandes variabilités concernant le contenu en antioxydants et les capacités anti oxydantes, en protéines, en lipides, et en minéraux au niveau des échantillons de pollen sont observées.

Ce travail est caractérisé à l'étude de certaines propriétés physico-chimiques (humidité, acidité titrable, pH, Brix, cendre...etc.), aux propriétés microbiologiques tel que (Germe aérobie mésophiles à 30°C, levures et moisissures, Salmonella...etc.), et enfin aux dosages des différents antioxydants tel que (test DPPH, dosage des polyphénols et dosages des flavonoïdes), de quatre échantillons du pollen ainsi qu'à l'analyse pollinique.

Les analyses polliniques ont montré que quatre échantillons de pollen sont multi florales.

Les résultats obtenus pour les pollens analysés ont révélé des taux en humidité variant entre  $10,74 \pm 0,34\%$  à  $14,56 \pm 0,41\%$ ; le Brix varie entre  $5,7 \pm 0\%$  à  $5,8 \pm 0\%$ ; le pH de tous les échantillons de pollen analysés présentant un pH de nature acide, et elles variant entre  $4,62 \pm 0,10$  à  $5,37 \pm 0,04$ , nous avons enregistré que le pH le plus élevé retourne à l'échantillon de Constantine. Et le pH le bas retourne à l'échantillon de Bouira; l'acidité titrable varie entre  $17 \pm 2,64$  Meq/100g à  $28,33 \pm 0,57$  Meq/100g; le taux de cendre varie entre  $1,1 \pm 0,1\%$  à  $3,3 \pm 0,1\%$ ; la teneur en lipides varie entre  $1,89 \pm 0,14\%$  à  $3,78 \pm 0,21\%$ ; le taux en protéines varie entre  $19,67 \pm 0,6\%$  à  $17,04 \pm 0,85\%$ .

Les analyses microbiologiques de quatre échantillons du pollen par différentes méthodes montrent que nos échantillons sont conformes, sont des qualités microbiologiques satisfaisantes, parce que les germes recherchés n'existent pas, seul les levures et les moisissures nous avons enregistré ( $1,4 \cdot 10^2$  UFC) qui ne dépassent pas la limite  $50 \cdot 10^3$  m/M.

Les teneurs en composés phénoliques, flavonoïdes, sont variables entre les quatre échantillons. L'échantillon E2 de Bouira ( $2755 \pm 1,2$  mg EAG/100g) possède de

grandes valeurs en composés phénoliques totaux, l'échantillon E4 de Bejaia possède de grandes valeurs en composés des flavonoïdes ( $985 \pm 35.35 \text{mgEQ}/100\text{g}$ ).

L'étude de l'activité antioxydant par différentes méthodes a montré que la plus grande activité concernant le test de l'activité anti radical DPPH est observée avec le pollen d'Alger E1 ( $77.44 \pm 0.48\%$ ), puis le pollen de Bouira E2 avec une valeur de ( $67.65 \pm 0.49\%$ ).

Le test d'ANOVA par logiciel SPSS montre qu'il y a une différence significatif entre les différents paramètres d'analyses physicochimiques pour les quatre échantillons du pollen, parce que la valeur Sigg indiquées par l'étude sont inférieures à la valeur spécifique 0.01%, sauf pour les deux paramètres le taux de Brix et la teneur en protéines qu'il n y a pas une différence significatif entre eux, car les valeurs Sigg sont supérieure à la valeur spécifié 0.01%.

Globalement, cette étude a montré que le pollen possède une bonne activité antioxydant donc très bénéfique pour la santé humaine. L'ensemble des résultats trouvés ont permis de dégager les perspectives suivantes :

- ❖ Réaliser des essais in vivo afin de voir les effets du pollen dans le milieu biologique.
- ❖ Etudier d'autres activités biologiques et thérapeutiques du pollen.
- ❖ Etudier les divers formes du pollen afin d'identifier l'origine florale.

*Références  
bibliographiques*

- **Abdelguerfi et al., 2003**: Sensory and physic-chemical properties of commercial samples of honey. *Food Research International*, 63; 183-1991.
  - **Adam F., 1953**. A la recherche des meilleures lignées d'abeilles (Second Voyage). Publié en français dans *La Belgique Apicole*. Vol. 19. 72- 80p.
  - **Alberti G et Hänel H., 1986**. Fine structure of the genital system in the bee parasite *Varroajacobsoni* (Gamasida: Dermanyssina) with remarks on spermiogenesis, spermatozoa and capacitation. *Experimental&appliedacarology*. vol. 2.63–104p.
  - **Aleksandar Z., Kosti C., Miroljub B., Bara C., Sladjana P., Stanojevi C., Du-sanka M., Milojkovi-c-Opsenica., ZivoslavLjTe-si c., Branko-Sikoparija., Predrag R., Marija P., Mirjana B et Pe-si-c. (2015)**. Physicochemical composition and techno-functional properties of bee pollen collected in Serbia. *Food Sci. Technol.* 62, p 301-309.
  - **ALLMARAZ-ABARCA, 2007**. Antioxidant activity of polyphenolic extract of monofloral honeybee collected pollen from mesquite (*Prosopis juliflora*, Leguminosae) *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 20, p. 119-124.
  - **Almeida-Muradian L.B., Lucila C., Pamplona, Silvia C., Ortrud M. B. (2005)**. Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. *Journal of Food Composition and Analysis* 18, 105-111.
  - **Alvarez-Suarez, J. M., Tulipani, S., Diaz, D., Estivez, Y., Romandini, S., Giampieri, F., ... & Battino, M. (2010)**. Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenols content and other chemical compounds. *Food and Chemical Toxicology*, 48(8), p: 2490-2499.
  - **Apimondia - standing commission of apitherapy, 2001**. *Traité d'Apithérapie, La médecine par les abeilles [cédérom] v.1.01 PC-Mac* Produit par Api-Ar International SA R Brussels. 2001 ISBN : 2- 9600270-0-0
  - **ASSOCIATION EUROPEENNE D'APITHERAPIE, La médecine par les abeilles – Traiter d'apithérapie, CD-ROM d'apithérapie VI.0.**
  - **Baldensperger PJ ; 1932**. Variété d'abeilles en Afrique du Nord. 5ème congrès international. *J. Entomology*. 829-839p.
  - **Barour C; Tahar A; Baylac M., 2011**. Forewing shape variation in Algerian honeybee populations of *Apis mellifera intermissa* (Buttel-Reepen, 1906) (Hymenoptera: Apidae): A landmark based geometric morphometrics analysis. *J. African Entomology*. Vol.19.11-22p.
  - **Bellerose LH., 1883**. *Petit manuel d'apiculture a l'usage des écoles*. pp.141.
-

- **Bendjedid H et Achou M., 2014.** Etude de La Diversité Morphométrique de Deux Populations d'Abeilles Domestiques (*Apis Mellifera Intermissa* et *Apis Mellifera Sahariensis*) Du Sud Algérien. Synthèse : Revue des Sciences et de la Technologie. vol. 95. 84–95p.
  - **Biri M., 2010.** Tout savoir sur les abeilles et l'apiculture. Ed. De Vecchi. Paris. pp.302.14-101p.
  - **Bruneau E. (2006).** Nutrition et malnutrition des abeilles biodiversité des plantes une clé pour l'alimentation et la survie de l'abeille. *Académie d'agriculture de France*. P1-8.
  - **CASTEEL D.B., 1912.** The behavior of the honeybee in pollen collecting. U.S. Dept. Agric. Bull., 121.36p
  - **Celli G et Maccagnani B., 2002.** Honey bees as bioindicators of environmental pollution. in: proceedings of the 8th international symposium of the ICP-BR Bee protection group. hazards of pesticides to bees. Bologna, Italy. (Bulletin of insectologie, 2003,56(1),137-139)
  - **Charpin Jacques, 1986,** Allergologie. Éd2 p. 218-241.
  - **Clement H., 2006,** (dir). Le traité Rustica de l'Apiculture, 2° Edition, Paris, Editions Rustica, 528p.
  - **Clément, H., Conte, Y. L., Barbançon, J.-M., Vaissière, B. & Collectif.** Le traité rustica de l'apiculture. (Rustica éditions, 2011)
  - **Commission Brésilienne (2000).** Instruction normative N°11. Publié au Journal
  - **Commission Brésilienne.,(2000).** Instruction normative N°11. Publié au Journal officiel de 23/10/00, Section I, p. 16-17.
  - **Cousin L., 2014,** l'abeille et le conseil à l'officine thèse de doctorat en pharmacie. Faculté de Médecine et de pharmacie. Université de POITIERS. P.28
  - *D'Apithérapie*, Donadieu Editions, 1987.
  - des miels Algériens, thèse de Doctorat en Biologie, université d'Oran faculté des
  - **Domerego R., Imbert G., Blanchard C.,2009.** Les remèdes de la ruche Editions Alpens, Monaco, 95p
  - **DONADIEU Y.** « Les produits de la ruche chez le sportif », *Les Fiches*
  - **DONADIEU Y.**« Les produits de la ruche, source de sante et de vitalite», *Les*
  - **El-Hady FA., Hegazi A. G., 2001a** Chemical composition of bee pollen in Apimondia (2001)
  - *Fiches d'Apithérapie*, Donadieu Editions, 1987.
-

- **Fluri P., 1994.** Réflexions des chercheurs en apiculture sur la régulation de la durée de vie des ouvrières. Journal suisse d'Apiculture. vol. 91. 19-27p.
  - **Frérés JM; Guillume JC., 2011.** L'apiculture écologique de A à Z. nouvelle Ed. marco pietteur.pp.816.119-142p.
  - **Garcia E. J., Tatiane L. Cadorin O., Severino M. de A., Alessandra R., Alessandro D. Loguercio, Rosa H. M. G. (2012).** Antioxidant Activity by DPPH Assay of Potential Solutions to be Applied on Bleached Teeth. Braz Dent 23(1): 22-27.
  - **Haccour P., 1960.** Recherche sur la race d'abeille saharienne au Maroc. Comptes Rendus, Société des Sciences Naturelles et Physiques du Maroc. vol.6. 96-98p.
  - **Hadri N. (2015).** Etude phytochimique et activité antioxydante d'extrait de plantes *Sedum villusum*L. (Orpin) et *Anabasis articulata* Moq. (Forsk). Thèse de Doctorat en Biologie cellulaire et biochimie. Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers, pp. 106.
  - <https://agronomie.info/fr/lapiculture-en-algerie/> consulter le 26 /06/2019)
  - <https://www.compagnie-des-sens.fr/pollen-abeille-bienfaits/>
  - <https://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/zoologie-abeilles-accueillir-ruchechez-soi-976/page/16/> consulter le 24/06/2019
  - **Jean-Prost P. et Le Conte., (2005)** Apiculture. Connaître l'abeille, conduire le rucher 7ème édition, Tec & Doc Lavoisier, 698p.
  - **Kumar S. and Pandey A. K. (2013).** Chemistry and Biological Activities of Flavonoids: An Overview. The Scientific World Journal, Article ID 162750, 16.
  - **Le conte Y., 2011.** Mieux connaître l'abeille. La vie sociale de la colonie. In : Bruneau ; Barbançon J.-M ; Bonnaffé P. Clément H ; Domerego. R ; Fert G ; Le Conte. Y ; Ratia .G ; Reeb. C ; Vaissière. B. Le traité Rustica de l'apiculture. Ed. Rustica. Paris. pp.527. 12-83p.
  - **Lobreau-Callen D et Damblon F., 1994.** Spectre pollinique des miels de l'abeille *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) et Zones de Végétations en Afrique Occidentale Tropicale et Méditerranéenne. Grana. vol.33. 245-253p.
  - **Marchenay P., Bérard L.,(2007)** L'homme, l'abeille et le miel Edition De Borée 223p
  - **Marechal P., 2006 .**Le monde des abeilles, communication Presse Edition,144p.
  - **Marghitas L.A., Stanciu O.G., Dezmirean D.S., Bobis O., Popescu O, Bogdanov S., Campos M.G. (2009).** In vitro antioxidant capacity of honeybee-collected pollen of selected floral origin harvested from Romania. Food Chemistry 115, 878–883.
-

- **Martin C; Salvy M; Provost E; Bagneres AG; Roux M; Crauser D; Clement JL ; Le Conte Y., 2001.** Variations in chemical mimicry by the ectoparasitic mite *Varroajacobsoni* according to the developmental stage of the host honey-bee *Apis mellifera*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* .vol . 31.
  - **MEYER S., REEB C. et BOSDEVEIX R., 2004.** Biologie et physiologie végétales. Botanique. Edit, Maloine S. A, Paris, 461 p.
  - **Moniruzzaman, M., Sulaiman, S. A., Khalil, M. I., & Gan, S. H. (2013).** Evaluation of physicochemical and antioxidant properties of sourwood and other Malaysian honeys, a comparison with manuka honey. *Chemistry Central Journal*, 7(1), p: 138.
  - **Nair S. (2014)** .Identification des plantes mellifères et analyses physicochimiques
  - **Narayana R. K., Reddy S. M., Chaluvadi M.R., Krishna D.R. (2001).** Bioflavonoids classification, pharmacological, biochemical effects and therapeutic potential. *Indian Journal of Pharmacology*, 33: 2-16.
  - Officiel de 23/10/00, Section I, p. 16-17
  - **Ouchemoukh S. (2012).** Caractérisation physico-chimique, profils polliniques, glucidiques et phénoliques et activité antioxydante de miels algériens. Thèse de Doctorat en Biochimie : Science biologique. Université Abderrahmane Mira de Béjaia, Faculté Science de la Nature et de la vie, pp. 164.
  - **Paterson PD., 2008.** L'apiculture. Ed. Quae CTA .pp.163.
  - **Peltre,g.,(1998).** Interrelation entre les pollens allergisants et la pollution de l'air. *Allergimmunol* .30 : 324-6.
  - **Philippe J. M.1999.** Le guide de l'apiculteur, Troisième Edition EDISUD, p.1087.
  - **Rasolofoarivao H., 2014.** *Apis mellifera* unicolor (Latreille, 1804, Hymenoptera: Apidae) et *Varroa destructor* (Anderson and Trueman, 2000, Acari : Varroidae) à Madagascar : diversité génétique, impact et comportement hygiénique. Thèse doctorat en Sciences. pp.144.
  - **Ravazzi G., 2007.** Abeille et apiculture. Ed. Vecchi. Paris. pp. 159.12-39p.
  - **RICCIARDELLI, 1998.** Mediterranean Melissopalynology, Università degli studi Perugia, p.466.
  - Sciences de la nature et de la vie département de biologie.192p.
  - **Temizer I. K., Guder A., Turkmen Z., Celekli O. G. (2017).** Gas chromatography and mass spectrometry analysis, chemical contents and antioxidant properties of *onobrychis* spp. (fabaceae) pollen collected by honeybees. *Fresenius Environmental Bulletin*, Volume 26 ± No. 1a, pages 962-968.
-

- **TODD.F., BREThERICKO. , 1942.** The composition of pollens *J.econ.Entomol.*,35 (3),312-317.
  - **Toullec A.N.K., 2008 :** Abeille noire, apis mellifera, historique et sauvegarde. Thèse de doctorat faculté de médecine de CRETEIL.seine Martine 85p :45.
  - **Tourneret E. (page consultée le 6/10/11)** Le peuple des abeilles, [en ligne] Adresse URL : <http://www.thehoneygatherers.com>
  - **Wendling S., 2012.** *Varroa destructor* (ANDERSON et TRUEMAN, 2000), un acarien ectoparasite de l'abeille domestique *Apis mellifera* LINNAEUS, 1758. Revue bibliographique et contribution à l'étude de sa reproduction. Thèse de doctorat vétérinaire. Faculté de Médecine. Créteil. pp. 190.
  - **Winston ML., 1993.** La biologie de l'abeille. Traduit de l'anglais par G. Lambermont. Ed. Frison Roche. Paris. pp.276.
  - **Yang K., Wu D., Yee., Liu D., Chen J et Sun P., (2013).** Characterization of chemical composition of bee pollen in china. *J. Agric. Food Chem.* 61, p 708-718.
  - **Bogdanov, 2004.** Quality and standards of pollen and Beeswax. *APLACTA*, v. 38, P 334-341.
  - **Bogdanov,S .(1999).** International Honey Commission. Honey quality and international regulatory standards: review by the International Honey commission. *Bee-World.* . 80(2) :61-69.
  - **GALOUL A., TOUAHRIA M. (2018).** Université A. MIRA – Bejaia. Dosage des antioxydants et l'évaluation de l'activité antioxydante du pollen. P.16.
  - **Feás X., Pilar V-T. M., Estevinho L., Julio A. S. and Antonio I. (2012).** Organic Bee Pollen: Botanical Origin, Nutritional Value, Bioactive Compounds, Antioxidant Activity and Microbiological Quality. *Molecules* 17, 8359-8377.
  - **D. Loguercio, Rosa H. M. G. (2012).** Antioxidant Activity by DPPH Assay of Potential Solutions to be Applied on Bleached Teeth. *Braz Dent* 23(1) : 22-27.
  - **Owen P.L., Johns T.,1999.** Xanthine oxidase inhibitory activity of north eastern North American plant remedies used for gout.*Journal of Ethnopharmacology*,64,pp149-160.mam
  - **Kamazawa S, Tanguchi M.,Suzuki Y.,Shimra M., Kwon M-S et Nakayama T.2002.** Antioxydant activity of polyphénols in carob pods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*,50,373-377.
-

- **JABRANI R ., OULMENE Y. 2016.** Université M'hamed Bougara Boumerdes. Mémoire de Master. Caractérisation de deux types de pollen de trappe« mono et multi floral » de la région de Tizi ouzou et essai de formulation d'un yaourt diététique à base de pollen.

# *Annexes*

### Présentation de lieu de stage

Notre stage a été effectué au niveau du laboratoire de la répression des fraudes Bouira, est situé dans Cité Abdelkader El Djilali, Côté Ouest du Centre Ville, 07 Sour El Ghozlane , et laboratoire d'analyse, contrôle de la qualité et de la conformité AMANE LAB cité 412 logement bat 13 BEN RAHMOUNE corso , wilaya de Boumerdès, Le laboratoire jouent un rôle important dans la protection du consommateur, en effet, ces structures chargées du contrôle analytique officiel, contribuent fondamentalement par l'analyse et l'expertise, à la vérification de la conformité des produits mis à la consommation. Ainsi que laboratoire de l'université AKLI OULHADJ BOUIRA.



*Photographie de laboratoire de la répression des fraudes de Sour El Ghozlane*

Les tableaux I et II récapitulent une description simple du centre et les différentes sections composant de laboratoire à **SOUR-ALGHOZLANE**

**Tableau I : Laboratoire de la répression des fraudes de Bouira**

Adresse	Sour el ghozlane
Activité	Analyse physico-chimique et microbiologique des produits agroalimentaire
Superficie	3000 m <sup>2</sup>

<b>Nom de responsable</b>	Mr : Belaid Tayeb
<b>Création</b>	2014
<b>Tutelle</b>	Ministère de commerce CACQE

*Tableau II : Section composant de laboratoire*

<b>Département microbiologique</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1- Section microbiologique alimentaire</li><li>2- Section microbiologique non alimentaire</li></ol>
<b>Département physico-chimique</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1- Section analyse des produits d'origine végétale</li><li>2- Section d'analyse des produits d'origine animale</li><li>3- Section d'analyse des produits d'entretien et cosmétique</li></ol>

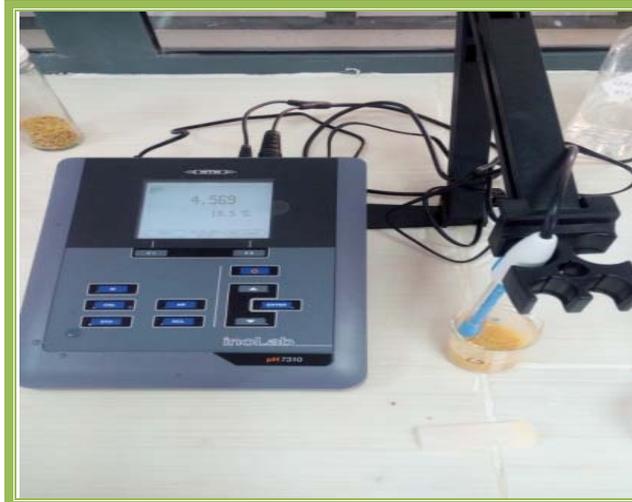
**Annexe I :****➤ Matériel de Laboratoire**

Nous utilisant le matériel courant de laboratoire à savoir :

- ✓ Verreries courants de laboratoire
- ✓ Etuve
- ✓ Balance analytique type Adventurer-Pro
- ✓ Burette graduée.
- ✓ Fioles
- ✓ Ballons
- ✓ Réfrigérants à reflux
- ✓ Soxlet de type VELP SCIENTIFICA
- ✓ Spectrophotomètre
- ✓ Four à moufl de type CARBOLITE
- ✓ Ph mètre de type InoLAB PH 7310
- ✓ Papier filtres.
- ✓ Refractomètre de type ZUZI MODEL NO.315
- ✓ Microscope Photonique OLYMPUS japan 500680
- ✓ Homogénéisateur de type Heidolph

**➤ Réactifs utilisés :**

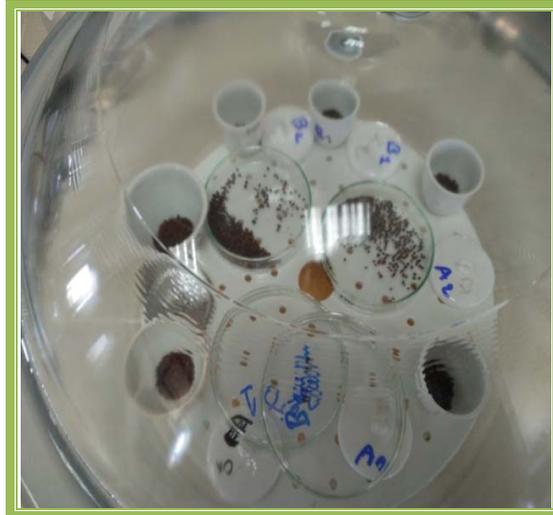
- ✓ -L'éthanol 95% ,
  - ✓ -L'éthanol 70%
  - ✓ -L'éthanol 50%
  - ✓ -Hexane
  - ✓ -Acide gallique
  - ✓ -réactif de folin –Cilicalteu
  - ✓ - Carbonate de sodium
  - ✓ -Trichlorure d'aluminium
  - ✓ -La quercétine
  - ✓ -BSA
  - ✓ -DPPH
  - ✓ - Bleu de Coomassie
  - ✓ -Chloreure de Sodium
  - ✓ -Phénolphtaléine.
-



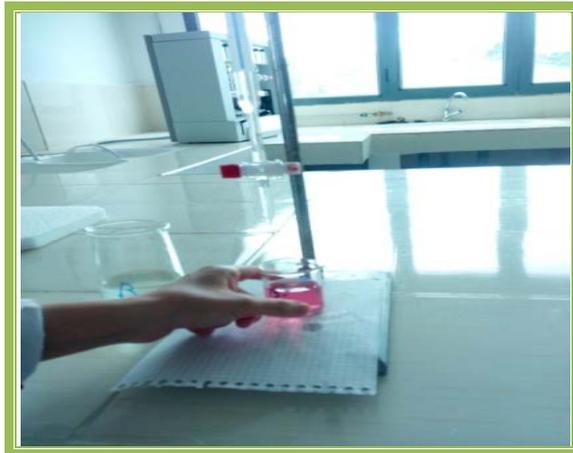
*Annexe II: les résultats de pH lorsque s'affiche à l'écran de l'appareil.*



*Figure3 : le résultat de taux de Brix s'affiche sur l'écran de l'appareil.*



*Annexe II: photographie des résultats d'humidité des échantillons des grains de pollen.*



*Annexe II : photographie d'acidité titrable des échantillons de pollen.*



*Annexe II : photographie des résultats de taux de cendre de pollen.*



*Annexe II: photographie des résultats des lipides des échantillons du pollen.*



*Annexe II: le four à moufle réglé à 600 °C.*



*Annexe II: Appareil du Soxhlet -VELP  
SCIENTIFICA-*



*Annexe II : préparation des lames pour l'observation sous  
microscope.*



*Annexe II : observation sous microscope optique des 4 échantillons analysés à G\* 10 puis à G\* 40.*





*Annexe II : les différentes étapes de test DPPH.*



*Annexe II : Appareil spectrophotomètre.*



*Annexe II : Dosage des polyphénols.*

---



*Annexe II : Dosage des flavonoïdes.*

**Annexe II: le taux d'humidité % des grains de pollens analysés.**

Echantillons	Le taux d'humidité %	Le taux de matière sèche %
<b>Alger</b>	12,97±0,07	87,03
<b>Bejaia</b>	14,56±0,41	85,44
<b>Bouira</b>	12,60±0,36	87,40
<b>Constantine</b>	10,74±0,34	89,26

**Annexe II: acidité titrable des 4 échantillons de pollen analysés**

Acidité titrable	moyenne±écartypes
<b>E1</b>	17±2,64
<b>E2</b>	28,33±0,57
<b>E3</b>	21,66±1,52
<b>E4</b>	26,66±1,52

**Annexe II: le taux en cendre des 4 échantillons de pollen analysés**

Echantillon	Le taux de cendre %	Le taux de matière organiques %
<b>E. Bouira</b>	2,35±0,05	97,65
<b>E. Bejaïa</b>	3,3±0,1	96,7
<b>E. Alger</b>	2,35±0,05	97,65
<b>E. Constantine</b>	1,1±0,1	98,9

**Annexe II : la teneur en lipides des 4 échantillons de pollens analysés**

Echantillon	Moyenne $\pm$ écartypes
<b>E. Alger</b>	2,54 $\pm$ 0,45
<b>E. Bejaïa</b>	1,89 $\pm$ 0,14
<b>E. Bouira</b>	3,23 $\pm$ 0,07
<b>E. Constantine</b>	3,78 $\pm$ 0,21

Annexe II: représente les différentes valeurs de pH

échantillon	moyenne $\pm$ L'écartypes
<b>E. Alger</b>	5,05 $\pm$ 0.060
<b>E. Bouira</b>	4,62 $\pm$ 0.10
<b>E. Constantine</b>	5,37 $\pm$ 0.04
<b>E. Bejaïa</b>	4,69 $\pm$ 0.07

Annexe: taux de Brix des 4 échantillons analysés

échantillons	taux de Brix	moyenne $\pm$ écartypes
<b>Alger</b>	5,7	5,7 $\pm$ 0
<b>Bouira</b>	5,8	5,8 $\pm$ 0
<b>Constantine</b>	5,7	5,7 $\pm$ 0
<b>Bejaia</b>	5,8	5,8 $\pm$ 0

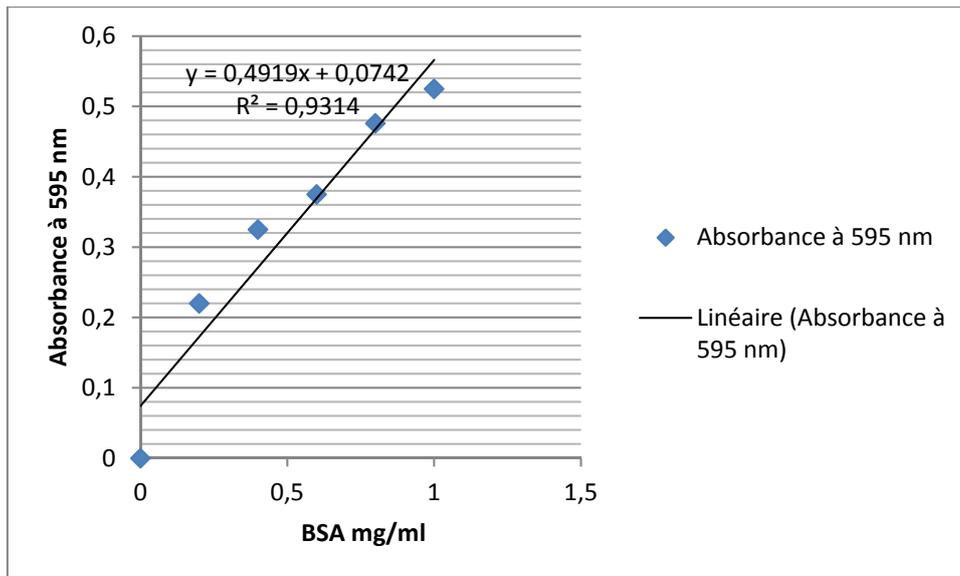
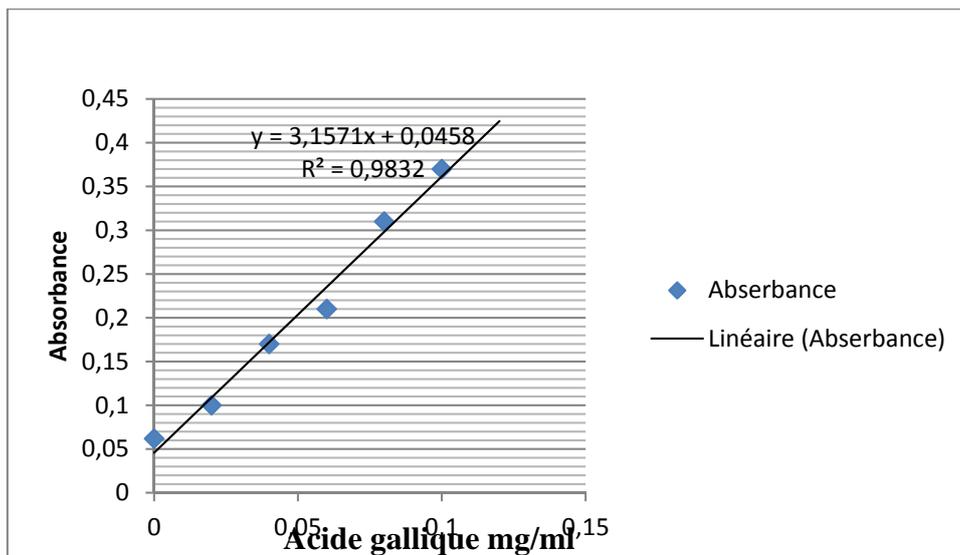
Annexe : dosage des protéines des grains de pollen analysésmgEBSA/100g

Echantillon	Moyenne $\pm$ Ecartypes	Protéines %
<b>Alger</b>	18920,18 $\pm$ 0,39	18,921
<b>Bejaïa</b>	19342,71 $\pm$ 0,32	19,342
<b>Bouira</b>	19671,35 $\pm$ 0,6	19,67
<b>Constantine</b>	17042,25 $\pm$ 0,85	17,04

Le réactif de BRADFORD se prépare on mélangeant de :

- 100 mg de bleu de coomassie.
- 50 ml l'éthanol absolu.
- 100 ml Acide phosphorique à 85 %.
- et on compléter à 1000 ml avec d'eau distillée.

Ce réactif doit être conservé pendant 3 à 4 semaines à 4 °C et à l'abri de la lumière.

**Figure1 : courbe d'étalonnage des protéines****Figure 2 : courbe d'étalonnage des polyphénols**

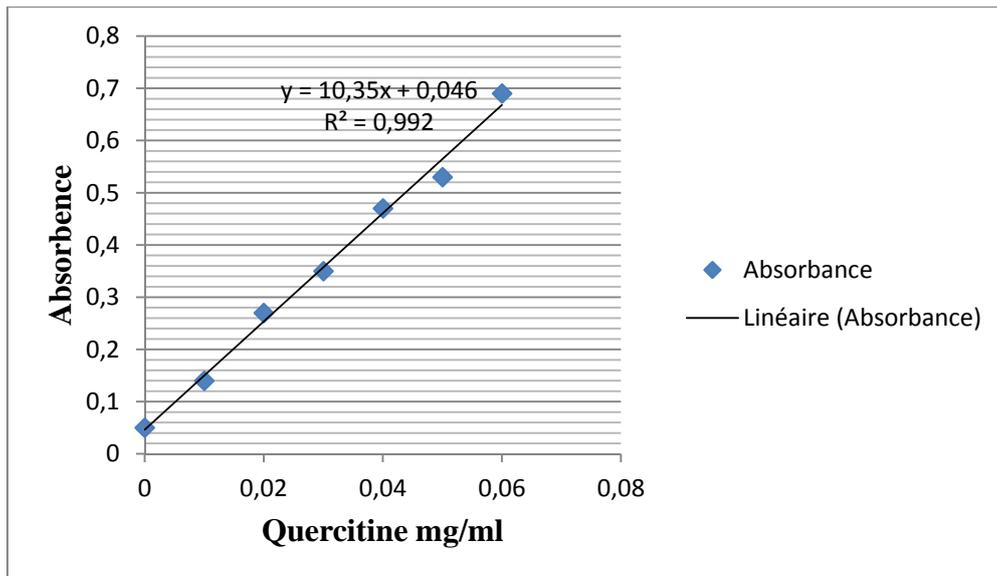


Figure 3 : courbe d'étalonnage des flavonoïdes

## Annexe : Test de DPPH des échantillons du pollen

Test de DPPH	Moyenne±SD	test de DPPH	Moyenne±SD
<b>ECHANTILLON ALGER</b>	77,44±0,48	<b>ECHANTILLON BOUIRA</b>	67,65±0,49
	66,97±0,81		56,17±0,81
	57,57±0,48		46,77±0,48
	41,55±1,26		32,12±1,07
	36,55±0,43		26,79±0,91
	22,26±0,91		14,91±1,6
	14,63±2,62		5,59±0,54

## Annexe : Dosages des polyphénols

Echantillon	Moyenne±SD
<b>Alger</b>	1963,5±4.94
<b>Bejaia</b>	2120±1.76
<b>Bouira</b>	2755±1.2
<b>Constantine</b>	1710±0.71

## Annexe : Dosage des flavonoides

Echantillon	Moyenne±SD
<b>Alger</b>	865±7.07
<b>Bejaia</b>	985±0.35
<b>Bouira</b>	655±7.07
<b>Constantine</b>	815±1.78

**AMANE LAB**  
 Contrôle de la qualité, Formations et études  
 Laboratoire d'analyse, contrôle de la qualité et de la conformité  
 Autorisé par décision du ministre de commerce N°023 du 10/10/2016

### Analyse microbiologique

Type de germes	Milieu de culture	T° d'incubation	Durée d'incubation
Germes totaux	PCA	30 C°	24 à 72 heures
Coliformes totaux	VRBL	30 C°	24 heures
Coliformes fécaux	VRBL	46 C°	24 heures
Escherichia Coli	VRBL	46 C°	24 heures
Clostridium S.R	TSN	46 C°	24 à 48 heures
Levures moisissures	Sabouraud chloramphénicol	22 à 25 C°	03 à 05 jours
Salmonelles	SFB / <i>Hecktoane</i>	37 C°	24 heures
Staphylocoques	GC	37 C°	24 heures
Entérobactéries	VRBG	37 C°	24 heures

La Directrice



*Annexe : les milieux de cultures.*



*Annexe : les différentes étapes de la manipulation.*

## Annexe I : ANOVA de pH

## Descriptives

	N	Mean	Std. Déviation	Std. Error	95% Confidence Inter val for		Minimu m	Maximu m
					Mean			
					Lower Bound	Up per Bound		
A	3	5,0533	,06028	,03480	4,9036	5,2031	4,99	5,11
B	3	4,6233	,10970	,06333	4,3508	4,8958	4,56	4,75
C	3	5,3733	,04933	,02848	5,2508	5,4959	5,34	5,43
D	3	4,6933	,07572	,04372	4,5052	4,8814	4,64	4,78
Total	12	4,9358	,32089	,09263	4,7319	5,1397	4,56	5,43

## ANOVA

pH

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Be tween Groups	1,085	3	,362	60,701	,000
Witham Groups	,048	8	,006		
Total	1,133	11			

## Post Hoc Tests

## Multiple Comparaisons

Dépendent Variable: ph

LSD

(I) العينات	(J) العينات	Mean Différence (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Inter val	
					Lower Bound	Up per Bound
A	B	,43000*	,06303	,000	,2847	,5753
	c	-,32000*	,06303	,001	-,4653	-,1747
	be	,36000*	,06303	,000	,2147	,5053
B	a	-,43000*	,06303	,000	-,5753	-,2847
	c	-,75000*	,06303	,000	-,8953	-,6047
	be	-,07000	,06303	,299	-,2153	,0753
C	a	,32000*	,06303	,001	,1747	,4653
	b	,75000*	,06303	,000	,6047	,8953
	be	,68000*	,06303	,000	,5347	,8253
Be	a	-,36000*	,06303	,000	-,5053	-,2147
	b	,07000	,06303	,299	-,0753	,2153
	c	-,68000*	,06303	,000	-,8253	-,5347

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

## Annexe II: ANOVA de taux de Brix

## Descriptives

brix

	N	Mean	Std. Déviation	Std. Error	95% Confidence Inter val for Mean		Minimum	Maximu m
					Lower Bound	Up per Bound		
					5,7	2		
5,8	2	3,00	1,414	1,000	-9,71	15,71	2	4
Total	4	2,50	1,291	,645	,45	4,55	1	4

## ANOVA

Brix

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Be tween Groups	1,000	1	1,000	,500	,553
Within Groups	4,000	2	2,000		
Total	5,000	3			

## III. ANOVA de taux d'humidité

## Descriptives

humidité

	N	Mean	Std. Déviation	Std. Error	95% Confidence Inter val for Mean		Minimum	Maximu m
					Lower Bound	Up per Bound		
					a	2		
b	2	12,5150	,23335	,16500	10,4185	14,6115	12,35	12,68
c	2	10,7450	,34648	,24500	7,6320	13,8580	10,50	10,99
be	2	14,5650	,41719	,29500	10,8167	18,3133	14,27	14,86
Total	8	12,7000	1,47235	,52056	11,4691	13,9309	10,50	14,86

## ANOVA

humidité

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	14,820	3	4,940	55,726	,001
Within Groups	,355	4	,089		
Total	15,175	7			

## Post Hoc Tests

## Multiple Comparisons

Dépendent Variable: humidité

LSD

(I) العينات	(J) العينات	Mean Différence (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Inter val	
					Lower Bound	Up per Bound
a	b	,46000	,29774	,197	-,3667	1,2867
	c	2,23000*	,29774	,002	1,4033	3,0567
	be	-1,59000*	,29774	,006	-2,4167	-,7633
b	a	-,46000	,29774	,197	-1,2867	,3667
	c	1,77000*	,29774	,004	,9433	2,5967
	be	-2,05000*	,29774	,002	-2,8767	-1,2233
c	a	-2,23000*	,29774	,002	-3,0567	-1,4033
	b	-1,77000*	,29774	,004	-2,5967	-,9433
	be	-3,82000*	,29774	,000	-4,6467	-2,9933
be	a	1,59000*	,29774	,006	,7633	2,4167
	b	2,05000*	,29774	,002	1,2233	2,8767
	c	3,82000*	,29774	,000	2,9933	4,6467

The mean difference is significant at the 0.05 level.

## IV. ANOVA d' Acidité titrable

## Descriptives

acidité

	N	Mean	Std. Déviation	Std. Error	95% Confidence Inter val for Mean		Minimum	Maximu m
					Lower Bound	Up per Bound		
					A	3		
B	3	28,33	,577	,333	26,90	29,77	28	29
C	3	17,00	2,646	1,528	10,43	23,57	15	20
Be	3	26,67	1,528	,882	22,87	30,46	25	28
Total	12	23,42	4,870	1,406	20,32	26,51	15	29

## ANOVA

acidité

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Be tween Groups	236,917	3	78,972	26,324	,000
Within Groups	24,000	8	3,000		
Total	260,917	11			

## Post Hoc Tests

## Multiple Comparisons

Dépendent Variable: acidité

LSD

(I) العينات	(J) العينات	Mean Différence (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Inter val	
					Lower Bound	Up per Bound
a	b	-6,667*	1,414	,002	-9,93	-3,41
	c	4,667*	1,414	,011	1,41	7,93
	be	-5,000*	1,414	,008	-8,26	-1,74
b	a	6,667*	1,414	,002	3,41	9,93
	c	11,333*	1,414	,000	8,07	14,59
	be	1,667	1,414	,272	-1,59	4,93
c	a	-4,667*	1,414	,011	-7,93	-1,41
	b	-11,333*	1,414	,000	-14,59	-8,07
	be	-9,667*	1,414	,000	-12,93	-6,41
be	a	5,000*	1,414	,008	1,74	8,26
	b	-1,667	1,414	,272	-4,93	1,59
	c	9,667*	1,414	,000	6,41	12,93

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

## V. ANOVA de taux de cendre

## Descriptives

Cendre

	N	Mean	Std. Déviation	Std. Error	95% Confidence Inter val for Mean		Minimum	Maximu m
					Lower Bound	Up per Bound		
					A	2		
B	2	2,350	,0707	,0500	1,715	2,985	2,3	2,4
C	2	1,100	,1414	,1000	-,171	2,371	1,0	1,2
Be	2	3,300	,1414	,1000	2,029	4,571	3,2	3,4
Total	8	2,275	,8396	,2969	1,573	2,977	1,0	3,4

## ANOVA

Cendre

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Be tween Groups	4,885	3	1,628	130,267	,000
Within Groups	,050	4	,012		
Total	4,935	7			

## Post Hoc Tests

## Multiple Comparaisons

Dépendent Variable: cendre

LSD

(I) العينات	(J) العينات	Mean Différence (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Inter val	
					Lower Bound	Up per Bound
a	B	,0000	,1118	1,000	-,310	,310
	C	1,2500*	,1118	,000	,940	1,560
	Be	-,9500*	,1118	,001	-1,260	-,640
b	A	,0000	,1118	1,000	-,310	,310
	C	1,2500*	,1118	,000	,940	1,560
	Be	-,9500*	,1118	,001	-1,260	-,640
c	A	-1,2500*	,1118	,000	-1,560	-,940
	B	-1,2500*	,1118	,000	-1,560	-,940
	Be	-2,2000*	,1118	,000	-2,510	-1,890
be	A	,9500*	,1118	,001	,640	1,260
	B	,9500*	,1118	,001	,640	1,260
	C	2,2000*	,1118	,000	1,890	2,510

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

## VI. ANOVA de la teneur en Lipides

## Descriptives

Lipides

	N	Mean	Std. Déviation	Std. Error	95% Confidence Inter val for Mean		Minimum	Maximu m
					Lower Bound	Up per Bound		
					A	2		
B	2	3,2350	,07778	,05500	2,5362	3,9338	3,18	3,29
C	2	3,7850	,21920	,15500	1,8155	5,7545	3,63	3,94
Be	2	1,8900	,14142	,10000	,6194	3,1606	1,79	1,99
Total	8	2,8625	,78903	,27896	2,2029	3,5221	1,79	3,94

## ANOVA

Lipide

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Be tween Groups	4,079	3	1,360	19,501	,008
Within Groups	,279	4	,070		
Total	4,358	7			

## Post Hoc Test

## Multiple Comparisons

Dépendent Variable: lipide

LSD

(I) العينات	(J) العينات	Mean Différence (I- J)	Std. Error	Sigg.	95% Confidence Inter val	
					Lower Bound	Up per Bound
A	b	-,69500	,26405	,058	-1,4281	,0381
	c	-1,24500*	,26405	,009	-1,9781	-,5119
	be	,65000	,26405	,070	-,0831	1,3831
B	a	,69500	,26405	,058	-,0381	1,4281
	c	-,55000	,26405	,106	-1,2831	,1831
	be	1,34500*	,26405	,007	,6119	2,0781
C	a	1,24500*	,26405	,009	,5119	1,9781
	b	,55000	,26405	,106	-,1831	1,2831
	be	1,89500*	,26405	,002	1,1619	2,6281
be	a	-,65000	,26405	,070	-1,3831	,0831
	b	-1,34500*	,26405	,007	-2,0781	-,6119
	c	-1,89500*	,26405	,002	-2,6281	-1,1619

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

## VII. ANOVA de la teneur en Protéines

## Descriptives

protéine

	N	Mean	Std. Déviation	Std. Error	95% Confidence Inter val for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Up per Bound		
a	3	18920,1800	916,39747	529,08233	16643,7225	21196,6375	18028,16	19859,15
b	3	19671,3567	1438,64671	830,60307	16097,5601	23245,1532	18028,16	20704,22
c	3	17041,9233	1153,28023	665,84665	14177,0164	19906,8302	16055,36	18309,85
be	3	19342,7167	1214,32296	701,08969	16326,1712	22359,2621	18028,16	20422,53
Total	12	18744,0442	1473,02773	425,22648	17808,1270	19679,9613	16055,36	20704,22

## ANOVA

protéine

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Be tween Groups	12439669,19 4	3	4146556,398	2,903	,101
Within Groups	11428248,43 8	8	1428531,055		
Total	23867917,63 1	11			

## Post Hoc Tests

## Multiple Comparaisons

Dépendent Variable: protéine

LSD

(I) العينات	(J) العينات	Mean Différence (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Inter val	
					Lower Bound	Up per Bound
a	B	-751,17667	975,88628	,464	-3001,5745	1499,2211
	C	1878,25667	975,88628	,090	-372,1411	4128,6545
	Be	-422,53667	975,88628	,676	-2672,9345	1827,8611
b	A	751,17667	975,88628	,464	-1499,2211	3001,5745
	C	2629,43333*	975,88628	,027	379,0355	4879,8311
	Be	328,64000	975,88628	,745	-1921,7578	2579,0378
c	A	-1878,25667	975,88628	,090	-4128,6545	372,1411
	B	-2629,43333*	975,88628	,027	-4879,8311	-379,0355
	Be	-2300,79333*	975,88628	,046	-4551,1911	-50,3955
be	A	422,53667	975,88628	,676	-1827,8611	2672,9345
	B	-328,64000	975,88628	,745	-2579,0378	1921,7578
	C	2300,79333*	975,88628	,046	50,3955	4551,1911

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

## Annexe: ANOVA de test de DPPH

➤ S

## Descriptives

S

	N	Mean	Std. Déviation	Std. Error	95% Confidence Inter Val for Mean		Minimum	Maximu m
					Lower Bound	Up per Bound		
Alger	3	,14033	,004509	,002603	,12913	,15153	,136	,145
Bouira	3	,23100	,004583	,002646	,21962	,24238	,227	,236
Total	6	,18567	,049826	,020342	,13338	,23796	,136	,236

## ANOVA

S

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Be tween Groups	,012	1	,012	596,645	,000
Within Groups	,000	4	,000		
Total	,012	5			

➤ S/2

## Descriptives

s/2

	N	Mean	Std. Déviation	Std. Error	95% Confidence Inter Val for Mean		Minimum	Maximu m
					Lower Bound	Up per Bound		
					Alger	3		
Bouira	3	,33733	,007506	,004333	,31869	,35598	,330	,345
Total	6	,28733	,055182	,022528	,22942	,34524	,230	,345

## ANOVA

s/2

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Be tween Groups	,012	1	,012	596,645	,000
Within Groups	,000	4	,000		
Total	,012	5			

➤ S/4

	N	Mean	Std. Déviation	Std. Error	95% Confidence Inter Val for Mean		Minimum	Maximu m
					Lower Bound	Up per Bound		
					Alger	3		
Bouira	3	,33733	,007506	,004333	,31869	,35598	,330	,345
Total	6	,28733	,055182	,022528	,22942	,34524	,230	,345

## ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Be tween Groups	,015	1	,015	737,705	,000
Within Groups	,000	4	,000		
Total	,015	5			

➤ S/8

## Descriptives

s

	N	Mean	Std. Déviation	Std. Error	95% Confidence Inter val for Mean		Minimum	Maximu m
					Lower Bound	Up per Bound		
					Alger	3		
Bouira	3	,56167	,010408	,006009	,53581	,58752	,550	,570
Total	6	,51717	,049741	,020307	,46497	,56937	,460	,570

## ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Be tween Groups	,012	1	,012	97,124	,001
Within Groups	,000	4	,000		
Total	,012	5			

➤ S/16

## Descriptives

	N	Mean	Std. Déviation	Std. Error	95% Confidence Inter val for Mean		Minimum	Maximu m
					Lower Bound	Up per Bound		
					Alger	3		
Bouira	3	,61900	,004000	,002309	,60906	,62894	,615	,623
Total	6	,56917	,054693	,022328	,51177	,62656	,516	,623

## ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Be tween Groups	,015	1	,015	1051,776	,000
Within Groups	,000	4	,000		
Total	,015	5			

➤ S/32

## Descriptives

	N	Mean	Std. Déviation	Std. Error	95% Confidence Inter val for Mean		Minimum	Maximu m
					Lower Bound	Up per Bound		
Alger	3	,65133	,008505	,004910	,63021	,67246	,643	,660
Bouira	3	,75133	,008505	,004910	,73021	,77246	,743	,760
Total	6	,70133	,055298	,022575	,64330	,75937	,643	,760

## ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Be tween Groups	,015	1	,015	207,373	,000
Within Groups	,000	4	,000		
Total	,015	5			

➤ S/64

## Descriptives

	N	Mean	Std. Déviation	Std. Error	95% Confidence Inter val for Mean		Minimum	Maximu m
					Lower Bound	Up per Bound		
Alger	3	,72200	,024331	,014048	,66156	,78244	,706	,750
Bouira	3	,82200	,024331	,014048	,76156	,88244	,806	,850
Total	6	,77200	,058937	,024061	,71015	,83385	,706	,850

## ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Be tween Groups	,015	1	,015	25,338	,007
Within Groups	,002	4	,001		
Total	,017	5			

## Résumé

Le pollen est le produit principal de la ruche en tant qu'aliment pleinement exploité dans le secteur de l'alimentation et de la nutrition. Cette étude porte sur l'utilisation de quatre échantillons de pollen collectés en 2018 et 2019 dans la province de Bouira, en Algérie, à Constantine, en France. Les résultats de l'étude appliquée pour ces échantillons ont montré des différences significatives en termes de teneur en humidité (10,74-14,56%) et de pourcentage de cendres formées (1,1-3,3%). La teneur en protéines était d'environ (19,67-17,04%). En ce qui concerne l'acidité, l'acidité prédominait sur tous les échantillons étudiés. Les résultats ont montré que le pollen étudié était également riche en phénols et en flavonoïdes antioxydants. En ce qui concerne les analyses microbiologiques, il n'existait aucune bactérie nocive telle que la salmonelle et un pourcentage élevé de levures et de mildiou. Taux d'humidité élevé. En comparant les résultats de nos analyses, nous constatons que l'échantillon de l'état de Bouira a donné les résultats les plus détaillés en termes d'activité d'oxydation, de ratio de protéines et que l'état de Bejaia était le meilleur en termes de graisse et de proportion de cendres formées.

**Mots clés :** grain de pollen, abeille, analyses (physico-chimiques, antioxydants, microbiologiques), caractérisation.

## Abstract

Pollen is the main product of the hive as a fully exploited food and nutrition food. This study concerns the use of four pollen samples collected in 2018 and 2019 in the province of Bouira, Algeria, in Constantine, France. The results of the study applied for these samples showed significant differences in terms of moisture (10.74 – 14.56%) and percentage of ash formed (1.1-3.3%). The protein content was about (19.67-17.17%). Regarding acidity, acidity predominated on all the samples studied. The results showed that the pollen studied was also rich in antioxidant phenols and flavonoids. Regarding microbiological analyzes, there were no harmful bacteria such as salmonella and a high percentage of yeasts and mildew. High moisture content. Comparing the results of our analyzes, we find that the sample of the state of Bouira gave the most detailed results in terms of oxidation activity, protein ratio and that the state Bejaia was the best in terms of fat and proportion of ash formed.

**Key words:** pollen grain, bee, analyzes (physico-chemical, antioxidants, microbiological), characterization.

## ملخص

حبوب اللقاح هو المنتج الأساسي في خلية النحل كونه غذاء كاملا تم استغلاله من قبل الإنسان و توظيفه في قطاع الأغذية و علم التغذية تتناول هذه الدراسة توظيف أربع عينات من حبوب اللقاح تم جمعها خلال السنوات 2018, 2019 من ولاية البويرة, الجزائر, قسنطينة وكذلك من ولاية بجاية وقد أجريت لها عدة تحاليل كالتحليل الفيزيو-كيميائي, الميكروبيولوجي وكذا المضاد للأكسدة حيث أثبتت نتائج الدراسة التطبيقية لهذه العينات هناك تفاوت معتبر من حيث نسبة الرطوبة- (10.74- 14.37) ونسبة الرماد المتكونة (1,1-3,3) أما نسبة البروتين فقد بلغت ما يقارب (17,04-19,67) اما بالنسبة لدرجة الحموضة فقد غلب الطابع الحمضي على جميع العينات المدروسة كما أوضحت النتائج أن حبوب اللقاح المدروسة غنية أيضا بالفينولات والفلافونويدات المضادة للأكسدة أما بالنسبة للتحاليل الميكروبيولوجية فقد أثبتت عدم وجود البكتيريا الضارة كالمونيلا , كما دلت هذه الأخيرة على وجود نسبة كبيرة من الخمائر والعفن الفطري نتيجة نسبة الرطوبة العالية بمقارنة نتائج تحاليلنا , نلاحظ ان عينة ولاية البويرة أعطت أفضل النتائج من حيث نشاط الأكسدة , نسبة البروتين , و عينة ولاية بجاية كانت الأحسن من حيث الدهون و نسبة الرماد المتكونة .

**الكلمات المفتاحية:** حبوب اللقاح ، النحل ، التحليلات (الفيزيائية والكيميائية ، مضادات الأكسدة ، الميكروبيولوجية) ،

التوصيف