

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET 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 D'AGRONOMIE



Réf :/UAMOB/FSNVST/2023

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV Filière : Sciences Alimentaires

Spécialité : Agro-Alimentaire & Contrôle de Qualité

Présenté par :

MESLEM Rania Hadjira & TOUAK Iman

Thème

**Variabilité physicochimique et microbiologique des grains
de pollen récoltés par les abeilles en fonction de la région.**

Soutenu le: 03 / 07 /2023

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
<i>Mm CHEKROUNE</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Président</i>
<i>Mm IAZZOURENE</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Promotrice</i>
<i>Mr NOURI</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Examineur</i>

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciements

Tout d'abord, nous voudrions remercier 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.

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

Dédicaces

Après ((بِسْمِ هَلَا الرَّحْمَانِ الرَّحِيمِ))

Je remercie Dieu pour tout ce qui nous a été donné, et avec qui je suis ici à ce niveau. Je propose de dédier ce travail à ma mère et mon père, qui ont été la raison de ma réussite et de mon arrivée à cette étape. Mes prières sont pour ma mère et pour le soutien de mon père.

Je dédie ce travail à mon mari, mon soutien, et ma compagne, qui m'a accompagné pas à pas dans mon cheminement. Je dédie ce travail à mes 3 sœurs, qui ont été la source de ma motivation et de ma réussite, et je dédie ce travail à mon frère, mon soutien

Dédicaces

- ✓ Par-dessus tout, merci à Dieu pour la bénédiction d'avoir atteint ce stade.
- ✓ Tout amour, sécurité et appréciation à ma mère bien-aimée et la lumière de mes yeux, mon soutien et ma force...
- ✓ Tout respect, amour et sécurité pour mon père, de ses paroles ma force et de son sourire mon bonheur...
- ✓ A mes frères Abd al-Haqq, mon ami.... Douaa mon soutien dans la vie... et Salssabile mon cœur...
- ✓ Tout mon amour et toute ma gratitude pour votre patience et votre aide dans les moments difficiles....
- ✓ Merci à tous ceux qui m'ont soutenu et ont mentionné mon nom dans une prière pour moi...
- ✓ Enfin pour moi que nous avons tous les deux eu du mal à affronter la fatigue...
- ✓ Je vous souhaite à tous de bonnes salutations et puissiez-vous toujours être mes proches...

Remerciements

Dédicaces

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction 1

Partie I: Synthèse bibliographiques

Chapitre I: Généralité sur l'abeille

I.1.	Définition de l'abeille.....	4
I.2.	Les abeilles algériennes.....	4
I.2.1.	Apis mellifera intermissa	4
I.2.2.	Apis mellifera sahariensi.....	4
I.3.	Classification scientifique	5
I.4.	Morphologie de l'abeille	5
I.4.1.	Morphologie externe.....	6
I.4.2.	Anatomie interne.....	7
I.5.	Organisation sociale d'une colonie	9
I.6.	Les produits de la ruche.....	10
I.7.	Le rôle des abeilles.....	15

Chapitre II: Les grains de pollen

II.1.	Définition de grain de pollen.....	18
II.2.	Morphogénèse du pollen	18
II.3.	Structure des grains de pollen	20
II.3.1.	L'intine.....	20
II.3.2.	L'exine	21
II.4.	L'importance de grains de pollen	21

II.5.	Propriétés physiques.....	22
II.6.	La composition chimique du pollen	24

Partie II: expérimentale

Chapitre I: Matériels et méthodes

	Matériel & Méthodes.....	31
I.	Analyse physicochimique	32
I.1.	PH 32	
I.2.	Teneur en cendre	33
I.3.	Détermination de l'acidité titrable.....	34
I.4.	Détermination la teneur en protéines soluble	35
II.	L'activité antioxydante et dosage des antioxydants.....	36
II.1.	DPPH 36	
II.2.	Les composés phénoliques totaux	37
II.3.	Teneur en flavonoïdes	38
III.	Analyses microbiologiques des grains de pollen	38

Chapitre II: Résultats et discussion

I.	Résultats des analyses physico-chimiques.....	41
II.	Résultats d'analyses microbiologiques	48
	Conclusion générale	50
	Références bibliographiques	53
	Annexes	
	Résumé	

Liste des figures

Figure 1: La localisation d'Apis mellifera en Algérie.....	5
Figure 2: Morphologie externe de l'abeille femelle adulte	6
Figure 3: Schéma de l'anatomie interne de l'abeille adulte	8
Figure 4: Les trois castes des abeilles.....	10
Figure 5: description d'une ruche d'abeille.....	11
Figure 6: Gelée Royale.....	12
Figure 7: Cire d'abeille.....	13
Figure 8: Pollen	13
Figure 9: Miel.....	14
Figure 10: propolis	15
Figure 11: CYCLE REPRODUCTEUR.....	19
Figure 12: schéma représentant grain de pollen et différentes couches	20
Figure 13: Composition moyenne des pelotes de pollen.....	25
Figure 14: schémas récapitulatif des analyses effectuées sur les échantillons des grains de pollen.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 15: principales étapes d'extraction ethanologique de pollen	35
Figure 16: principales étapes d'extraction ethanologique de pollen	36
Figure 17: les valeurs de pH selon la région.....	41
Figure 18: les valeurs de taux d'humidité selon la région	42
Figure 19: les valeurs de teneur de cendre selon la région	43
Figure 20: les valeurs de l'acidité titrable selon la région	43
Figure 21: les valeurs de taux de protéines selon la région	44
Figure 22: les valeurs de DPPH de region de bouira.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 23: les valeurs de DPPH de region alger	Error! Bookmark not defined.
Figure 24: les valeurs de DPPH de region de sétife	Error! Bookmark not defined.
Figure 25: les valeurs de phénoliques selon la région	46
Figure 26: les valeurs de taux flavonoïdes selon la région	47

Liste des tableaux

Tableau 1: Principales glandes chez l'abeille et leurs fonctions..... 9

Tableau 2: couleur du pollen des différentes plantes butinées..... 24

Tableau 3: Pourcentage des acides aminés dans le pollen 26

Tableau 4: teneur de pollen en vitamines 27

Tableau 5: pourcentage de quelque éléments minérale dans le pollen 28

Liste des abréviations

Tc : Taux de cendres

EAG : Equivalent Acide Gallique.

DPPH : 2, 2-diphénol-1-picryl hydroxyle

UFC : Unité Formant Colonie

ANOVA: Analysés of One Variance. Equivalent Quercitain

Nm : nanomètre.

Mm : milli Mole.

EQ : Equivalent Quercitain.

EB : échantillon de Bouira

EA : échantillon de Alger

ES : échantillon de Setifes

Introduction

Introduction

Les abeilles constituent un élément essentiel de l'équilibre environnemental dans le monde en tant que pollinisatrice. Elle présente également d'autres avantages dont: la production de miel, de propolis, de gelée royale et de cire. (**adjlane et al., 2012**). Présente sur terre depuis environ 60 millions d'années (**schacker, 2008**), le mellifera a évolué pour devenir l'un des pollinisateurs les plus efficaces. Non seulement elle possède de nombreux attributs physiologiques qui font qu'une « machine » atteint la perfection lors de la pollinisation, mais son comportement social, poussé à l'extrême, quand ses aptitudes sociales sont infâmes. Sa réputation en fait une entièrement dédiée à sa mission: assurer la reproduction des angiospermes. ce sont « les ouvriers agricoles les plus organisés et les plus enthousiastes de la planète » (**jacobsen, 2009**).

La plupart des plantes produisent des fleurs pour se reproduire. Ces fleurs ont des organes reproducteurs féminins, appelés ovaires, qui contiennent des ovules, et des organes reproducteurs masculins, appelés étamines, qui contiennent du pollen. Le pollen est considéré comme l'élément attractif le plus puissant et répandu, se présentant sous forme de microspores. bien que le pollen ait une enveloppe externe relativement dure qui lui confère une résistance mécanique, il a l'avantage d'être facilement mâché par de nombreux insectes en raison de son odeur spécifique, différente de celle de la fleur. Il constitue ainsi la seule source de protéines dans l'alimentation des abeilles et est à la base de la fabrication de la plupart des produits de la ruche, tels que ceux utilisés à des fins médicinales (**lefrancois et ruby, 2006**).

L'objectif de cette étude est d'analyser les caractéristiques physico-chimiques (comme l'humidité, le ph...) des échantillons de pollen récoltés par les abeilles, ainsi que leur teneur en antioxydants (tels que les phénols, les flavonoïdes) en fin d'étude » étudier la qualité microbiologique. Pour ce faire, ce travail est divisé en deux parties : une revue de la littérature qui présente les concepts essentiels pour comprendre le sujet, et une partie expérimentale qui décrit le matériel et les méthodes utilisés pour effectuer les différentes analyses.

Partie I :
Synthèse bibliographique

Chapitre I :
Généralités sur l'abeille

I.1. Définition de l'abeille

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 million d'années (**winston, 1993**). Les mieux connus et les plus utilisées en apiculture sont dans le genre *apis* et font partie de l'espèce *apismellifera* 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 appartient à l'ordre des hyménoptères (**ravazzi, 2003**).

I.2. Les abeilles algériennes

L'élevage des abeilles est répandu dans l'ensemble des zones agro écologiques et s'insère harmonieusement dans les systèmes de production arboricoles des zones de montagnes, des oasis et des plaines. Le cheptel apicole algérien est constitué de deux races (**figure01**).

I.2.1. *Apis mellifera intermissa*

Elle est également appelée abeille tellienne, elle est grande et très noire (**ruttner, 1975**). Cette race est agressive. Elle se rencontre au maroc, en algérie et en tunisie jusqu' à la libye. Elle se défend assez bien contre ses prédateurs naturels (guêpes, cétoine ... etc.) (**louveaux, 1985**).

I.2.2. *Apis mellifera sahariensi*

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



Figure 1: La localisation d'*Apis mellifera* en algérie (lobreau-callen et damblon., 1994).

I.3. Classification scientifique

- ✓ Règne: Animalia
- ✓ Embranchement: Arthropodes
- ✓ Sous embranchement: Mandibulates
- ✓ Classe: Insectes
- ✓ Sous-classe: Ptérygotes
- ✓ Ordre: Hyménoptères
- ✓ Sous-ordre: Apocrite
- ✓ Famille: Apidés
- ✓ Genre: *Apis*
- ✓ Espèce: *Apis mellifera*
- ✓ Sous-espèce: *Apis mellifera intermissa* (buttel.,1906)

I.4. Morphologie de l'abeille

L'abeille est couverte d'un squelette externe, aussi appelé exosquelette. Il confère à l'insecte sa rigidité et permet l'ancrage des muscles. Il la protège des intempéries et des prédateurs. Selon (jeanne 1998; alleaume 2012) l'abeille est un insecte qui porte 3 paires de pattes et 2 paires d'ailes. Voyez en détails sa tête, son thorax et son adomen (**figure02**).

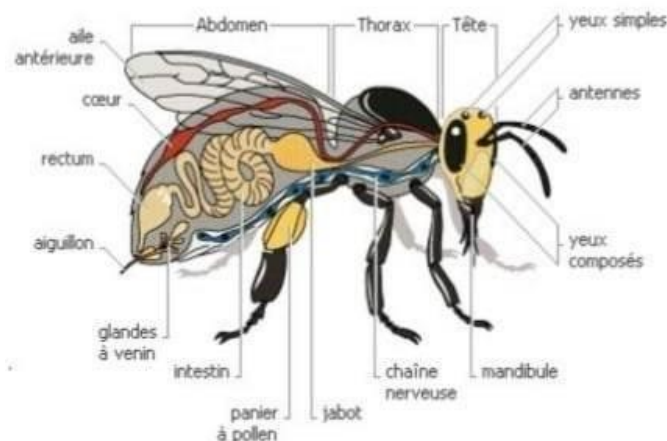


Figure 2: Morphologie externe de l'abeille femelle adulte (hannebell,2010).

I.4.1. Morphologie externe

❖ La tête:

C'est une capsule ovoïde (**le conte., 2011**) qui présente deux yeux de très grande taille placés de chaque côté de la tête et trois ocelles. Ce sont trois petits yeux situés au centre de la tête. Aussi les antennes qui permettent la communication et les pièces buccales (**gustin. 2008; clément. 2010**). Donc elle porte: * deux grands yeux latéraux composés, à quatre mille facettes. * trois yeux simples ou ocelles. * deux antennes coudées comportant douze articles poilus. * un appareil buccal à la fois lécheur, possédant une langue, et suceur, formant un canal aspirateur.

❖ Le thorax

Le thorax est effectué jusqu'à de trois segments: prothorax, mésothorax, et métathorax (**bakiri, 2018**), chacun avec une paire de pattes. Deux paires d'ailes sont également présentes dans les deuxièmes et troisièmes segments, qui sont formés par des membranes transparentes placées dans un réseau rigide de nerfs (**élodie, 2013**).

❖ L'abdomen

L'abdomen est généralement velu. Il a sept visibles segments (8 pour les hommes) et contient internes des organes comme ainsi que d'une fléchette qui emprisonne l'abeille quand il défend lui-même contre une attaque (**élodie, 2013**). Il y a deux autres segments qui peuvent être trouvés (avec l'aiguillon ou les reproduction organes), bien qu'ils sont assez petits (**bakiri, 2018**).

I.4.2. Anatomie interne**❖ L'appareil respiratoire**

L'abeille possède un appareil respiratoire bien développé constitué de trachées s'ouvrant sur la surface du corps au niveau de stigmates. Les échanges gazeux se feront directement entre le milieu extérieur et les organes par simple diffusion.

❖ L'appareil circulatoire

Le système circulatoire de l'abeille est un système ouvert caractérisé par l'absence de vaisseaux proprement dit et les organes baignent directement dans l'hémolymphe. Il est constitué uniquement d'un cœur dorsal et d'une aorte reliant la tête à l'abdomen (**winston, 1993**).

❖ L'appareil digestif et excréteur:

Le système digestif de l'abeille (**figure 03**) se compose de trois parties: l'intestin antérieur, l'intestin moyen et l'intestin postérieur (**adam, 2010**). L'intestin antérieur comprend le pharynx, l'œsophage, le jabot, l'estomac proprement dit (**biri, 2010**). D'origine épidermique, l'intestin antérieur est constitué d'un épithélium aplati, recouvert d'une cuticule chitineuse (**faucon, 1992**). L'intestin moyen ou ventricule assure la digestion, et l'absorption, l'intestin postérieur composé du duodénum et du rectum. Le rectum est également extensible pour pouvoir stocker les excréments. Le système excréteur de l'abeille (**figure 03**) n'est pas composé de reins, mais de tubes de malpighi annexés au niveau du pylore (**winston, 1993**).

❖ Le système nerveux

Le système nerveux de l'abeille (**figure 03**) est constitué de deux ensembles complémentaires: le système nerveux central, avec le cerveau et la chaîne nerveuse ventrale (les ganglions) et le système nerveux stomatogastrique (**le cont, 2011**).

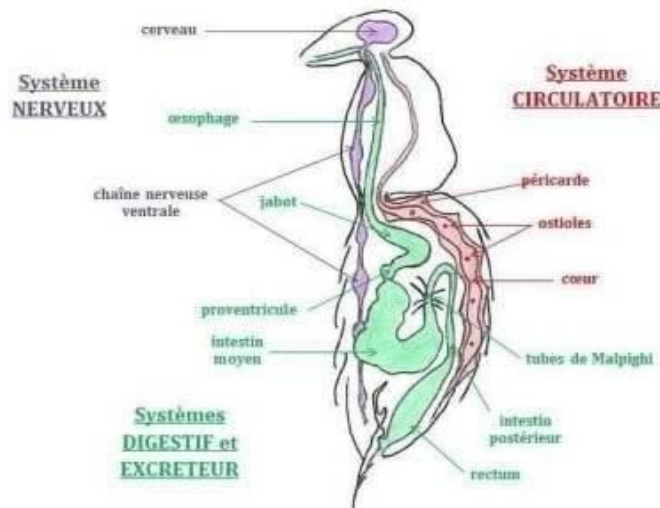


Figure 3: Schéma de l'anatomie interne de l'abeille adulte (paillot et al; 1949).

❖ Système endocrinien

Le système endocrinien comprend les hormones qui interviennent dans la régulation de la physiologie de l'abeille à de multiples niveaux (hormone juvénile, hormone de mue ...). L'hormone juvénile intervient notamment dans l'évolution du système immunitaire chez l'abeille (adam et al, 2005). Aussi, il sécrétée pendant le stade larvaire et impliquée dans le maintien des caractères larvaires. L'hormone de mue ou l'ecdysone pour le contrôle de la mue et de la métamorphose (pédago, 2002).

❖ Systèmes glandulaires

Le système glandulaire de l'abeille est complexe et varie en fonction de l'âge et du rôle de l'individu dans la ruche. Les principales glandes indépendantes sont présentées dans le tableau ci-dessous (tableau 01).

Tableau 1: Principales glandes chez l'abeille et leurs fonctions (spurgin, 2010).

Glande	Localisation	Fonction
Glandes salivaires	Une paire au niveau de la tête et une paire dans le thorax	Dissolution des sucres, transformation de la cire, fabrication des cellules pour le couvain.
Glandes mandibulaires	Base des mandibules	Reine: production de phéromones, hormones, d'attraction sexuelle Ouvrières: gelée royale, ferments, agents anti-agglomérant pour la transformation de la cire et de la propolis, phéromone d'alarme
Glandes hypopharyngiennes	Dans la tête	Sécrétion gelée royale pour le couvain, la reine et les faux bourdons, ferments, stockage de substances en réserve chez les abeilles d'hiver
Glande de nasanov	Entre la dernière et l'avant-dernière écaille dorsale.	Phéromone de marquage

Malgré de nombreuses recherches, il reste encore chez l'abeille des glandes dont le rôle est inconnu (prost, 2005).

I.5. Organisation social d'une colonie

❖ Reine

Issue d'un œuf similaire à celui de l'ouvrière, mais pendu dans une cellule royale accroché aux rayons, la larve de la reine, nourrie uniquement avec la gelée royale, émerge seize jours plus tard. La reine peut vivre trois ou quatre ans, elle pond des œufs et régule les activités de la colonie grâce aux phéromones que secrètent ses glandes mandibulaires (clément, 2009).

❖ Les ouvrières

Ce sont des femelles qui forment la caste la plus nombreuse, leur système buccal permet la récolte du nectar ou du miellat qu'elles emmagasinent dans leurs jabots. Leurs

pattes arrières sont munies d'outils adaptés à la récolte du pollen et de la propolis. L'espérance de vie d'une ouvrière varie au cours de l'année de quatre à cinq semaines pour les abeilles d'été à plusieurs mois pour les abeilles d'hiver (clément, 2009).

❖ Les faux-bourdon

Les mâles naissent vingt-quatre jours après la ponte des œufs déposés dans des alvéoles plus grandes que celles des ouvrières. Ils font leur apparition au printemps lorsque la colonie s'est fortement développée et que les jeunes reines commencent à naître. Leur rôle unique consiste en effet à assurer la fécondation de ces reines (clément, 2009).



Figure 4: Les trois castes des abeilles (rasolofarivao, 2014).

I.6. Les produits de la ruche

L'apithérapie ou l'usage médical de produits de la ruche fait l'objet de plusieurs études scientifiques mais qui restent toutefois encore trop peu nombreuses ou incomplètes (caillas, 1977; boukraa et al, 2008).

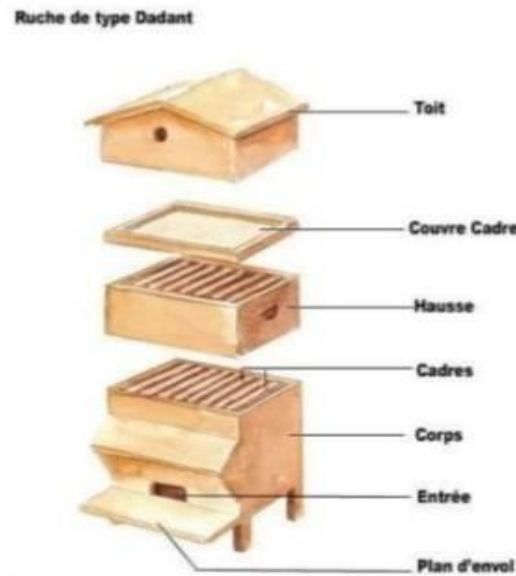


Figure 5: Description d'une ruche d'abeille (koudegnan, 2012).

A) - La gelée royale: Cette substance, (**figure06**) qui, comme son nom l'indique, a un aspect gélatineux, est de couleur blanche ou quelquefois jaune; c'est la nourriture fournie. Toutes les jeunes larves, aussi bien d'ouvrières que de faux bourdons, pendant les trois premiers jours de leur vie.

puis ces larves seront nourries d'un autre aliment, obtenu à partir du miel et du pollen, tandis que celles qui deviendront des reines (**biri, 2010**).

- ✓ La valeur thérapeutique de la gelée royale: la gelée royale diminue l'émotivité, améliore le métabolisme basal, la croissance dans le cas sous-alimentation des enfants en bas âge, la longévité et la résistance à la fatigue et de froid (**kaci, 2005**). Elle donne une sensation d'euphorie avec reprise des forces et de l'appétit. La gelée royale est particulièrement active dans l'incontinence d'urine, les convalescences de grippe qu'elle abrège, et certaines maladies de la peau. Elle augmente la tension des grands hypotendus. Elle permet le développement mental des enfants mongoliens. (**kaci, 2005**)

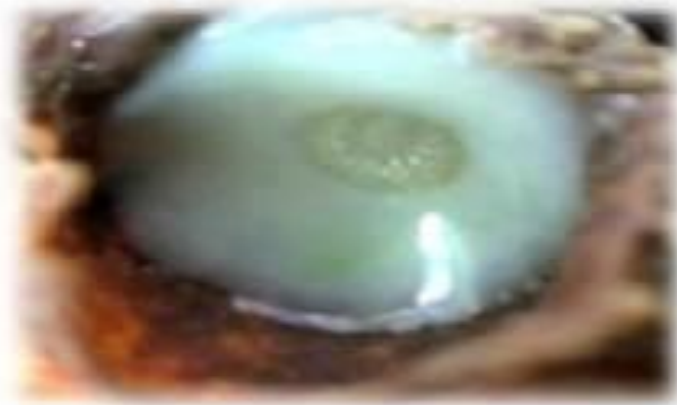


Figure 6: gelée royale (clemente, 2009).

B) -La cire: La cire d'abeille est une matière molle, jaunâtre et fusible produite par les glandes cirières des ouvrières. Les glandes cirières, situées sur la face ventrale de l'abdomen de l'abeille excrètent des lamelles ou « écailles » de cire transparente. L'abeille les recueille une à une avec ses pattes, les porte à la bouche, en façon de boulettes, les passe à d'autres ouvrières qui, à l'aide de leurs mandibules, les malaxent et y incorporent un solvant d'origine salivaire pour rendre le mélange plus aisé. L'abeille utilise la cire pour construire des cellules hexagonales qui contiennent selon les besoins de la ruche, le couvain, le miel ou le pollen. Elle l'utilise également en fine couche pour operculer les alvéoles contenant le couvain et le miel (**christine, 2011**).

- ✓ Utilisation par l'abeille et par l'homme. Les cirières travaillent en groupe à l'édification des alvéoles dans lesquelles seront abrités le couvain et les réserves de nourriture. Lorsque le miel est à maturité, les ouvrières bouchent l'alvéole avec un opercule de cire. De même, 8 jours après la ponte, la larve est enfermée dans sa cellule par un couvercle de cire qui laisse passer l'air (**pascal, 2009**).



Figure 7: Cire d'abeille (clément, 2009).

C) - Le pollen: Est récolté dans les fleurs par des abeilles butineuses spécialisées, qui assurent ainsi la fécondation et donc la reproduction des plantes concernées. En même temps, le pollen est pour la ruche une substance nutritive qui contient environ 30% de protéines, 5% de matières grasses, 40% de sucre ainsi que des sels minéraux et des oligo-éléments (**pascal, 2009**).



Figure 8: Pollen (clément, 2009).

D)-Le miel: Pour les abeilles, le miel est « l'aliment principal » qui leur permet de couvrir leurs besoins énergétiques (glucides). en même temps, c'est un aliment très précieux pour l'homme (**pascal r, 2009**).



Figure 9: miel (clément, 2009).

E) - Le venin: Le venin d'abeille est produit par des glandes situées à la partie postérieure de l'abdomen des ouvrières et de la reine. Il s'accumule dans le sac à venin relié à l'aiguillon piqueur. Les males n'ont pas de glande à venin. Les ouvrières se servent de leur aiguillon pour se défendre et défendre la colonie. La reine ne se sert de son aiguillon que contre une autre reine. Le venin est un liquide transparent d'une odeur prononcée et d'un goût âcre (**jean, 2007**). Ce venin est utilisé par l'industrie pharmaceutique pour en faire des pommades et des produits à usage interne contre les rhumatismes (**armin, 2010**).

F) - La propolis: C'est la substance la plus complexe issue de la ruche et utilisée comme remède. Il existe une foule de recettes et de suggestions d'emploi dans les livres spécialisés, qui soulignent ses effets antiseptiques et anti-inflammatoires. Tout apiculteur peut récolter la propolis en raclant les cadres de ses ruches mais il est interdit de la vendre sous une application qui l'apparenterait à un médicament. Les personnes souhaitant utiliser la propolis devraient se montrer prudentes et consulter un médecin ou un naturopathe avant de se lancer dans leurs propres expériences, car il s'agit d'une substance naturelle très active. En revanche, on peut l'utiliser comme teinture pour le bois sans se poser de questions (**friedrich, 2010**).



Figure 10: Propolis (clément,2009).

La propolis est stockée par les abeilles à différents endroits de la ruche, en particulier sur les parois et sur le dessus des cadres. Elle permet aux colonies de se protéger de certaines maladies de façon remarquable: la ruche étant un milieu obscur, humide, tempéré, les germes pourraient s'y développer très facilement, or ce n'est pas le cas, en grande partie sans doute grâce à la propolis (**henri, 2012**).

I.7. Le rôle des abeilles

A) -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**).

B) -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**).

C)-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**).

D) - 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

II.1. Définition de grain de pollen

Le mot pollen est dérivé du mot grec « pâle », qui fait référence à la farine et à la poussière de pollen. Le pollen est l'élément reproducteur mâle des plantes à graines cela représente beaucoup les sacs polliniques des anthères contiennent de minuscules particules qui constituent le leurs éléments de fécondation mâle (**charpin, 2004**).

A maturité, les anthères des étamines libèrent du pollen. Chaque grain de pollen est un élément petite taille (de 5mm à plus de 300mm), forme boule ou tige, durée de vie variable (de minutes à jours). Les grains de pollen produisent des gamètes mâles (**marouf, 2007**). Pendant la pollinisation, le pollen libéré est transféré à la partie femelle de la fleur aboutissant à la fécondation (**charpin, 2004**).

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 (**erdman 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 antioxydant contre les radicaux libres (**gharbi, 2011**).

II.2. Morphogénèse du pollen

Les pollens sont responsables de la transmission du matériel génétique mâle, chez les végétaux supérieurs. Ils sont produits dans l'anthère à partir des cellules mères aux noyaux diploïdes volumineux. Chaque cellule mère subira 2 divisions successives pour donner 4 cellules filles haploïdes, qui se différencieront ensuite en grains de pollen (**figure 11**), (**renault-myskovsky et petzold, 1992**). Le pollen se développe dans des sacs polliniques, qui s'ouvrent à maturité pour les libérer dans l'atmosphère (**guérin et michel, 1993**).

- ✓ Chez les Gymnospermes, les sacs polliniques sont nus ou à la face inférieure des écailles des cônes mâles.
- ✓ Chez les Angiospermes, les étamines (organes reproducteurs mâles) sont au centre de la fleur entourant le pistil (organe reproducteur femelle).

Chaque étamine comporte une anthère (partie fertile) formée de 2 loges renfermant chacune 2 sacs polliniques où se forment les grains de pollen (**roland et al., 2008**). Si le pollen parvient à rencontrer le stigmate de l'ovaire lors de son transport et s'il y a compatibilité génétique entre les deux organes, le processus de fécondation peut commencer

(heller,1982). Le grain de pollen s'hydrate, sort de sa vie latente et germe, produisant des tubes polliniques, s'enfonce dans le style jusqu'à atteindre le sac embryonnaire. Une fois que le tube libère gamètes, dont l'un féconde la couche d'œufs et l'autre fusionne avec les deux noyaux polaires: c'est la double fécondation (phénomène associé aux angiospermes).

Parfois, le pollen d'une fleur ne parvient pas à germer sur le stigmate de la même fleur et la fécondation échouera donc pas exécutée. C'est un paradoxe (heller, 1982).

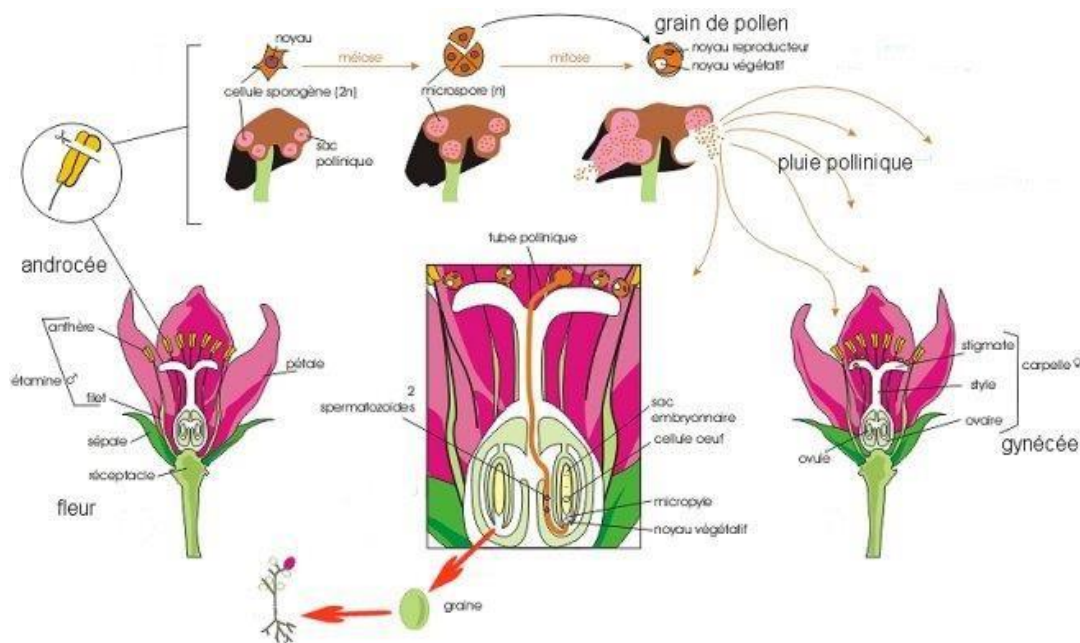


Figure 11: Cycle reproducteur (climatic,2017).

Après la déhiscence des anthères, les grains de pollen sont libérés à l'état bicellulaire (le cas le plus général) ou tricellulaire (pour quelques familles: poaceae, apiaceae, brassicaceae et asteraceae, soit environ 32% des angiospermes) (cerceau- larrival et derouet, 1986).

Plusieurs facteurs assurent la dispersion des grains de pollen qui sont transportés selon les espèces par:

- ✓ Le vent (plantes anémophiles), les végétaux, faisant appel à ce facteur pour le transport de leur pollen, se caractérisent par des fleurs discrètes et production massive de pollen à faible taille. Les gymnospermes dans leur totalité sont anémophiles. Parmi les angiospermes, l'anémogamie est générale chez les poaceae, les cyperaceae, les juncaceae, les betulaceae, les fagaceae, les chenopodiaceae, les polygonaceae, et les urticaceae (gorenflot, 1997). Lorsque le courant d'air qui transporte le grain de pollen

est dévié par un obstacle, l'inertie a tendance à précipiter le grain de pollen sur celui-ci, c'est la collision. Il est ainsi facile de comprendre comment une forêt exerce un important effet de filtration.

- ✓ Les insectes (plantes entomophiles), qui portent les grains de pollen sur toutes les parties de leurs corps. Les plantes possèdent plusieurs moyens pour attirer les insectes et les pousser à les visiter:
- ✓ Fleurs voyantes avec des couleurs vives, nectar, odeurs agréables, grains de pollen ornementés et visqueux (**gorenflot, 1997**).
- ✓ L'eau (plantes hydrophiles), qui assure le transport des grains de pollen des plantes aquatiques.
- ✓ D'autres animaux notamment les oiseaux et même l'homme peuvent être des agents.

II.3. Structure des grains de pollen

Structure des grains de pollen les étamines des plantes à fleurs produisent des milliers de grains de pollen, ce sont cellules vivantes plus ou moins ovoïdes de différents diamètres (**phillipe, 1999**). Les grains de pollen matures sont constitués de cellules contenant une masse cytoplasmique et deux noyaux avec n chromosomes chacun, un gros noyau végétatif généralement au centre et un petit noyau germinatif plus ou moins aplati, entouré de deux couches parois intérieures et extérieures de protection.

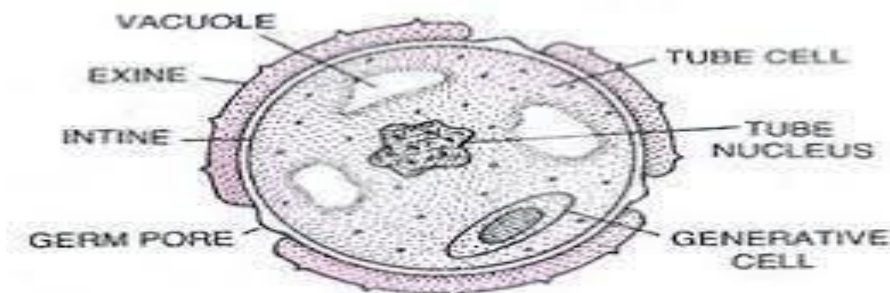


Fig. 2.7. Section of a mature 2 celled pollen grain of an angiosperm.

Figure 12: Schéma représentant grain de pollen et différentes couches (laaidi et al.,1997).

II.3.1. L'intine

C'est la couche interne d'origine du gamétophyte, composée de cellulose, de pectine et de protéines de microspores. Il peut disparaître rapidement après la mort cellules (**pons, 1958; ducreux, 2002**).

II.3.2. L'exine

Est la paroi externe d'un grain de pollen, souvent avec des ouvertures ou des pores (laaidi et al., 1997; bormann de borges et al., 2009). C'est très mince de 1 à 3 μm , sa morphologie est très variable. Le pollen se présente sous plusieurs formes, sphérique ou ovale plus ou moins déformée. Un nombre de pollen est de 2,5 à 220 microns (donadiou, 1983).

II.4. L'importance de grains de pollen:**A)-Pour les abeilles**

Les abeilles se nourrissent de fleurs pour assurer leur survie et celle de leurs larves (romaines et al., 2006). Le pollen est essentiel au développement de certains organes internes ouvrier. Il faut beaucoup de protéines car la teneur en protéines augmentation précoce de la glande hypo pharyngée et des protéines du corps gras adulte. La qualité et la quantité de pollen récolté par les abeilles affectent la reproduction et l'alimentation longévité du couvain et de la colonie. le pollen contient des protéines, des lipides, vitamines et minéraux pour la couvaison des abeilles mellifères (dani, 1983).

B) -Santé humaine**❖ Antioxydant**

Le système antioxydant exogène est composé d'antioxydants provenant de l'alimentation: vitamines c et e et caroténoïdes, polyphénols. Autant de constituants que l'on retrouve dans le pollen et qui expliquent son activité. les flavonoïdes (faiblement absorbés), après leur absorption dans le sang, sont rapidement métabolisés dans les intestins et le foie ce qui leur procurent leur pouvoir antioxydant ou prévenant la toxicité des radicaux libres, à l'origine de nombreuses pathologies. (saric et al., 2009).

❖ Anti- angiogénique

Le pollen a donc une action angiostatique, il pourrait constituer un agent thérapeutique intéressant dans le traitement et la prévention des maladies pro-angiogéniques. (**izuta et al., 2009**).

❖ Organo-protecteur et anti carcinogénique

Une étude a également démontré que des souris nourries avec du pollen exprimaient moins de facteurs tumoraux et protéines nécrosantes dans le foie en comparaison aux souris ayant un régime normal. On doit l'effet anti carcinogénique aux composés phénoliques présents dans le pollen. en effet, leur propriété anti-oxydante donne au pollen des propriétés cytotoxiques contre de nombreuses tumeurs. en guise d'exemple, des études sur le pollen de brassica campestris ont été menées afin d'observer la viabilité de cellules prostatiques cancéreuses humaines. On a alors observé une augmentation significative de l'enzyme caspase3 et une diminution de l'expression de la protéine anti-apoptotique bcl-2 indispensable à l'apoptose des cellules tumorales. (**morais et al., 2011**)

❖ Anti-inflammatoire

Ces effets anti-inflammatoires ont été confirmés lors de tests cliniques dans le cas d'hypertrophie bénigne de la prostate. Ils consistaient en une supplémentation en pollen poly floral pendant 12 semaines contre un placebo. Les symptômes dus à l'inflammation de la prostate ont significativement régressé chez le groupe ayant reçu du pollen. (**rzepecka-stojko et al., 2015**)

II.5. Propriétés physiques

❖ La forme

La forme et l'ornementation des grains de pollen sont très caractéristiques des genres et souvent des espèces (**champagnat, 1969**). Les grains peuvent se présenter sous la forme d'une cellule simple (une nomade) ou composée de quatre cellule (une tétrade), ou plus (une polyade). La forme du grain est généralement sphérique ou légèrement allongée. certains grains, parmi les gymnospermes, sont munis de ballonnets aérifères, leur assurant aussi un transport efficace sur de longues distances. Les grains de pollen d'angiospermes se présentent sous la forme de cellules isolées (**lezine, 2008**).

D'après geneves (1992), la majorité des grains de pollen apparaissent sous une forme circulaire, triangulaire, subtriangulaire ou sphéroïdale.

❖ Taille

Les plus petits sont ceux du myosotis (7µm) et les plus gros, ceux de la courge 150 µm (**charpin, 1986**).

❖ Apertures

Les grains de pollen peuvent ou non-avoir d'apertures: ce sont les ouvertures dans la paroi externe des tubes polliniques qui apparaissent lors de la germination. Ces ouvertures permettent également d'ajuster le volume des grains de pollen en fonction de l'humidité ambiante. Lorsque les trous sont ronds, ce sont des trous, et lorsqu'ils sont allongés, ce sont des rainures ou colpi. Lorsque le grain ne comporte qu'un seul trou ou qu'une seule rainure, ces ouvertures sont situées aux pôles, et lorsqu'il est poreux ou polymérique, elles sont situées sur toute la surface du grain. Dans la plupart des cas, les ouvertures sont régulièrement réparties au niveau équatorial, et le nombre est de trois. Le type d'ouverture le plus courant est une superposition de sillons et de trous: le pollen est colporé (**charpin, 1986**).

❖ La couleur

La couleur du pollen se différencie selon leur origine botanique selon arhim (2001), les fleurs et les saisons (**lefrançois et ruby, 2006**). Alors que selon philippe (1988) varie d'un genre à l'autre: jaune claire ou vif, orange, blanc grisâtre, mauve, violet, brun noirâtre (**tableau 02**).

Il ya plusieurs pigments responsables de la couleur des pollens comme les caroténoïdes, les xénophiles et un estrogène. Donc sa couleur reste en fonction des fleurs des quelles il provient noir de jaune :(clair verdâtre-orange- rose), maron ou verte (**anonyme1, 2008**).

Tableau 2: Couleur du pollen des différentes plantes butinées (biri, 1993).

Couleur	Plante.(nom commun)
Jaune	Acacia_saule_lis_érable_noyer_moutarde
Rouge ou rougeâtre	Marronnire d'inde_sainfoin_géranium
Jaune orange	Groseillier_courge_cerisire_crocus
Blanc	Bleuet_lierre_myrthe_blé
Noire	Pavot
Blanc rouge	Trèfle blanc
Rouge pourpre	Peuplier
Vert pale	Poirier_pommier
Violet	Rose trémière_guimauve
Cendré	Oranger_tilleul
Brunâtre	Lupin

❖ L'odeur et le goût

Le choix des pollens se fait également sur base de l'odeur alors que le goût varie d'amer à sucré d'après schmidt (1982).

II.6. 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 métabolise 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 13 (**campos et al.,2008**) la

composition chimique de pollen varie en fonction de leur origine botanique et géographique indiqué dans la figure 13 (campos et al,2008).

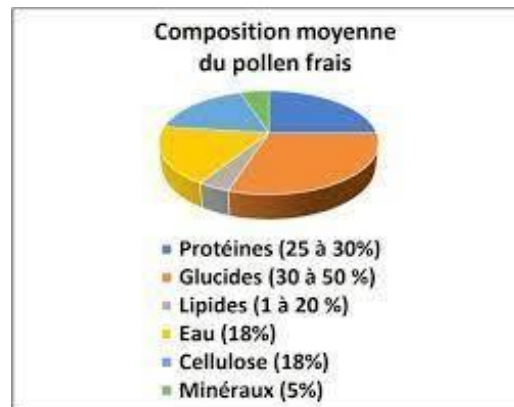


Figure 13: Composition moyenne des pelotes de pollen (clement et al., 2011).

❖ Eau

La teneur en eau est différente selon l'analyse est pratiquée avant ou après séchage en vue de sa bonne conservation (donadiou, 1983).

❖ Les protéines

Les protéines sont essentiellement présentes dans le cytoplasme du grain de pollen (chausat, 2005). La teneur en protéines de pollen fluctue entre 8 à 40% selon l'origine florale, avec une moyenne de 25%. on y trouve 20 acides aminés sur les 22 existants (5 à 6% de la masse totale du pollen) (phillipe, 1991), parmi eux on trouve les acides aminés indispensables et les acides aminés accélérateurs de croissance: arginine, la lysine, la leucine, la proline, l'acide asparique, l'acide glutamique (cherbulier, 2001). Ces acides aminés se trouvent quasiment dans les différents types de pollen (roulston et cane, 2000).

Selon abdelatif (1994), les protéines contiennent les 20 acides aminés dont les plus importantes sont: leucine, méthionine, lysine, isoleucine, valine, arginine, (tableau03).

Tableau 3: Pourcentage des acides aminés dans le pollen (anonyme, 2007).

Acides aminés	% des acides aminés du grain de pollen	Acides aminés	% des acides aminés du grain de pollen
Méthionine	1,9	Arginine	5,3
Phénylalanine	4,1	Histidine	2,5
Thérosine	4,1	Isoleucine	5,1
Tryptophane	1,4	Leucine	7,1
Valine	5,8	lysine	6,4

❖ Les enzymes

Parmi les enzymes ou ferments que le pollen contient, il faut citer: la phosphatase l'amylase, l'invertase, catalase, pectinase, pepsine, lipase, trypsine, l'hydrolase, et oxydoréductase (el-aissa et el-khouli, 1994).

❖ Les lipides

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

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

❖ 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).

❖ Les vitamines

Le pollen est riche en vitamines hydrosolubles et pauvre en vitamines liposolubles (roulston et cane,2000). il contient différentes vitamines telles que: la vitamine b1; B2; acide

folique et tocophérol... (**campos et al, 2008**). Les vitamines ont été mises en évidence dans le pollen frais, dans les proportions suivantes en microgrammes pour 100g (ta).

Tableau 4: Teneur de pollen en vitamines (philippe, 1988).

Teneurs de pollen en vitamines	(μG 100g)
Provitamine A ou carotène	5000 à 9000
Vitamine B1 ou thiamine	9,2
Vitamine B2 ou riboflavine	18,5
Vitamine B3 ou niacine	50
Vitamine B5 ou acide pantothénique	200
Vitamine B6 ou pyridoxine	5
Vitamine B7 ou mésoinositol	Traces
vitamine B8 ou biotine	Traces
vitamine C ou acide folique	5
vitamine B12 ou cyanocobalamine	Traces
vitamine Cou acide ascorbique	7000
vitamine D	Traces
vitamine F ou tocophérol	Traces

❖ Les minéraux

Les minéraux sont des métaux et autres composés non organique qui agissent un peu de la même façon, ils renforcent les processus de l'organisme, les dents et les oses, ils sont classés en deux groupes: les minéraux majeurs et les minéraux mineurs ou oligo-éléments (**sullivan, 1999**). Les principaux minéraux déterminés dans le pollen sont, le calcium, le potassium, le silicium, le phosphore, le soufre, le chlore, l'iode, zinc, aluminium, et sodium (**tableau05**) on y retrouve aussi en grande quantité un antioxydant très rare; le sélénium.

En générale les minéraux interviennent pour environ 5% dans la composition du pollen (Lefrançois et ruby, 2006).

Tableau 5: Pourcentage de quelque éléments minérale dans le pollen (el kendil, 1987).

Eléments	Pourcentage %
Potassium	20_40
Magnésium	01_20
Fer	01_12
Silicone	02_10

❖ **Autres composes**

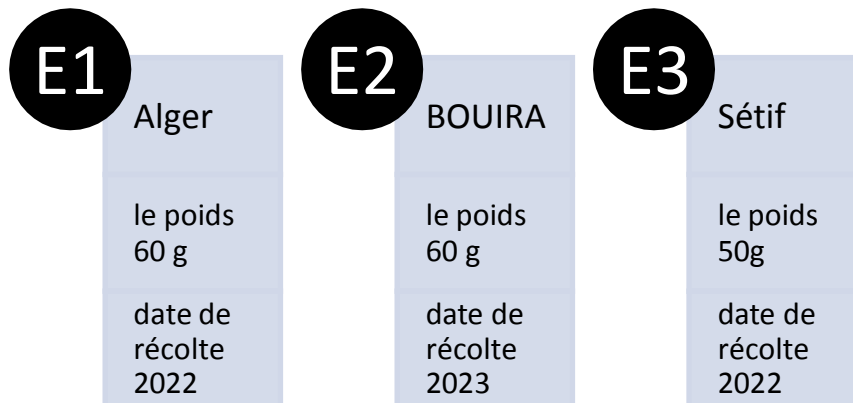
Le calcium, le chlore, le cuivre, le fer, le magnésium et le manganèse. Il contient également certaines substances antibiotique, bactériostatique, des hormones de croissances (gibbérellines) (donadiou, 1983).

Partie expérimentale

Chapitre I :
Matériel et méthodes

Le but de notre étude est de déterminer les caractéristiques physicochimiques et microbiologiques ainsi que l'activité antioxydant des grains de pollen des différentes wilayas: Bouira, Alger et Sétif. Nos échantillons sont comme suit

Matériel & Méthodes



❖ Méthodes d'analyses

Les analyses que nous avons fait sont indiquées dans la figure ci-dessous: les échantillons des grains de pollen ont été placés dans des boîtes bien fermées et à l'abri de la lumière et du soleil à une température modérée, avant d'être caractérisés selon les paramètres suivants:

- ✓ Physico_chimiques
- ✓ Microbiologiques
- ✓ Antioxydante

I. Analyse physicochimique

I.1. PH

La détermination du ph a été faite selon la méthode **nf v 05-108 (1970)** décrite par **afnor (1982)**.

❖ Principe

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

❖ Mode opératoire

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

1.1. Détermination de taux d'humidité

❖ Principe

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

❖ Le mode opératoire

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

- ✓ Dans un verre de montre séché et taré au préalable, introduire 1g de l'échantillon de pollen à analyser
- ✓ Porter le verre de montre dans une étuve réglée à 105°C pendant 3h
- ✓ Refroidir l'échantillon du pollen dans un dessiccateur. ensuite, il est pesé
- ✓ Remettre une demi-heure à l'étuve et procéder à une nouvelle pesée.
- ✓ Refaire l'opération jusqu'à l'obtention d'un poids constant.

La teneur en eau est la différence entre les deux poids, avant et après dessiccation. elle est calculée selon la formule suivante;

$$H (\%) = M1 - M2 / P \times 100$$

H (%): Humidité

M1: Masse de verre de montre plus la matière fraîche avant étuvage

M2: Masse de verre de montre plus la matière fraîche après étuvage ;

P: Masse de la prise d'essai .

La matière sèche est obtenue selon la formule dité suivante:

$$(Matière sèche (\%) = 100 - H\%$$

Ms: La matière sèche du pollen en pourcentage.

I.2. Teneur en cendre

❖ Le principe de la méthode

Le principe de la méthode est basé sur la calcination du pollen à 550°C à 600°C dans le four à moufle jusqu'à l'obtention de cendres de couleur blanche et de poids constant .la teneur en cendres est déterminée selon la méthode **aoac (2000)**

❖ Le mode opératoire

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

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

$$MO (\%) = M1 - M2 / P \times 100$$

M1: Masse de verre de montre plus la prise d'essai.

M2: Masse de verre de montre plus les cendres.

P: Masse de la prise d'essai.

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

$$Tc (\%) = 100 - MO) \% ($$

Tc: Teneur en cendres.

I.3. Détermination de l'acidité titrable

❖ 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 phénolphtaléine comme indicateur. La substance du pollen qui peut être titrée avec de l'hydroxyde de sodium est l'acide pollinique (c6h8o7)

❖ Le mode opératoire

- ✓ Un échantillon de 2,5g de pollen broyé est placé dans une fiole conique avec 20 ml d'eau distillée chaude récemment bouillie et refroidie, et mélangé jusqu'à obtention d'un liquide homogène.
- ✓ Chauffer le contenu au bain-marie pendant 30 min.
- ✓ Après refroidissement, le contenu de la fiole conique est transvasé dans une fiole jaugée de 25 ml et complété jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée récemment bouillie et refroidie.

Ensuite, il est bien mélangé puis filtré.

4-10 ml de filtrat, versés dans un bécher, sont titrés avec une solution d'hydroxyde de sodium 0,1n et en présence de quelques gouttes de phénol phtaléine, jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante pendant quelques secondes. (NF V04_206 ,1969)

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

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.4. 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 bleue. Le dosage s'effectue a l'aide d'une gamme d'étalonnage.

❖ Extraction éthanolique

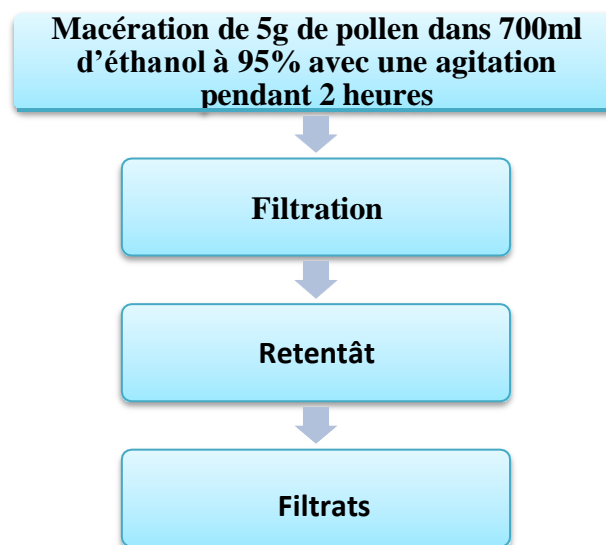


Figure 14: Principales étapes d'extraction éthanolique de pollen (clement, 2002).

❖ Le mode opératoire

- ✓ On prend 100 µl d'extrait du pollen et on ajoute 5 ml de réactif de bradford et après homogénéisation, l'absorbance est lue à 595 nm.

II. L'activité antioxydant et dosage des antioxydants

❖ Extraction ethanolique

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 plupart 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.

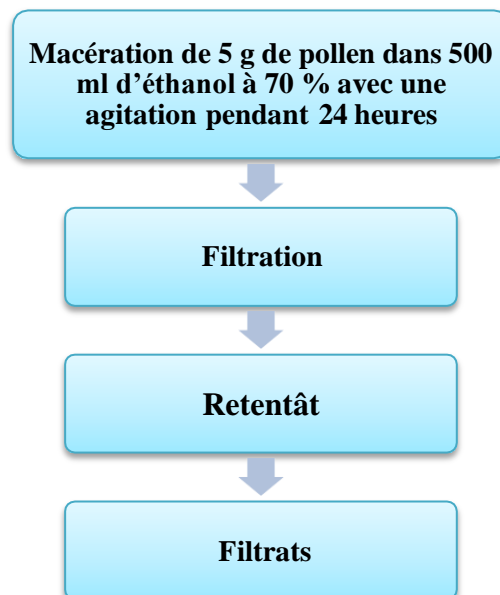


Figure 15: principales étapes d'extraction ethanolique de pollen (owen., et al.1999).

II.1.DPPH

❖ 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 utilisé 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 (1,1diphényl-2-(2,4,6-trinitrophenyl) hydrazine (dpph2)) 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).

❖ Mode opératoire

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 suivant :

$$\%d'inhibition\ du\ DPPH = (Abs\ t - Abs\ e / Abs\ t. 100)$$

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

Abs e: Absorbance de l'échantillon.

II.2. Les composés phénoliques totaux

❖ Principe

Le dosage des polyphénols totaux dans les différents échantillons de pollen est effectué suivant la méthode colorimétrique de folin-ciocalteus selon le protocole de (niathani et al). Dans cette méthode une réaction d'oxydoréduction est mise en jeux son principe est basée sur la réduction de l'acide phosphotungestique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et de l'acide phosphomolybdique ($H_3PMO_{12}O_4$) qui sont des composés de folin-ciocalteus en oxydes bleus de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (Mo_8O_3) par l'oxydation des phénols (**ribéreau gayon et al, 1982**).

❖ Mode opératoire

On prend 0,5 ml d'extrait de pollen, on l'ajoute 5ml d'eau distillée et après l'homogénéisation

On l'ajoute de 0,5 ml du réactif de folin-cilicateus et on laisse reposer 3min. et après l'incubation pendant 1 h à l'abri de la lumière, on lit l'absorbance à 760 mn.

II.3. 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

- ✓ Mettre 1ml de l'extrait éthanolique des grains de pollen dans des tubes à essais
- ✓ Lajout de 1ml d'ALCL3) 2%.
- ✓ Homogénéisation
- ✓ Incubation pendant 1h à l'abri de la lumière
- ✓ Lecture de l'absorbance à 430nm

III. Analyses microbiologiques des grains de pollen

➤ La flore mésophile aérobie totale (FMAT)

❖ 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^{-1} , 10^{-2} et 10^{-3} .
- ✓ 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

❖ 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^{-1} , 10^{-2} et 10^{-3} .

- ✓ 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**) .

- ✓ 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**
- ❖ **.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 10-1, 10-2 et 10-3 .
- ✓ 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**) .
- ✓ 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 .

Chapitre II :
Résultats et discussion

I. Résultats des analyses physico-chimiques

❖ 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 valeurs que nous avons obtenues, qui concernent le pH de différents échantillons de pollen étudiés sont représentées dans la figure au-dessous:

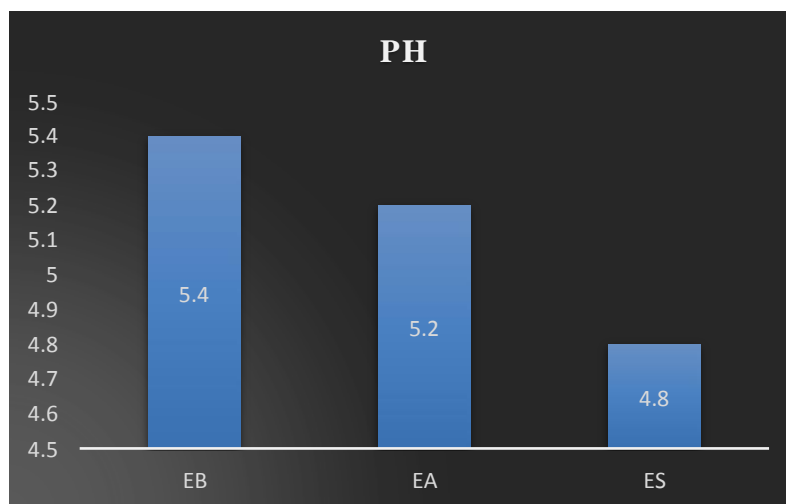


Figure 16: les valeurs de pH selon la région.

Nous avons remarqué que les résultats du pH obtenus sont différents selon la nature de l'échantillon en effet, l'échantillon de la région de Bouira et d'Alger ont une valeur du pH élevé, qui sont de l'ordre de 5,40 et 5,0 respectivement contrairement à la région de sétif, qui a enregistré la valeur la plus faible avec un pH de 4,8. Nous remarquons que tous les résultats des échantillons étaient de nature acide. Les résultats du pH obtenus variaient de (4 à 6), on remarque qu'elles sont très proches des valeurs de pH de (**herbert et al., 1978**), qui ont trouvé également des résultats similaires.

❖ Le 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 sont faites avant ou après le séchage de pollen en vue de sa bonne conservation (**donadieu, 1983**).

Les valeurs que nous avons obtenues, qui concernent le taux d'humidité de différents échantillons de pollen étudiés sont représentées dans la figure au-dessous:

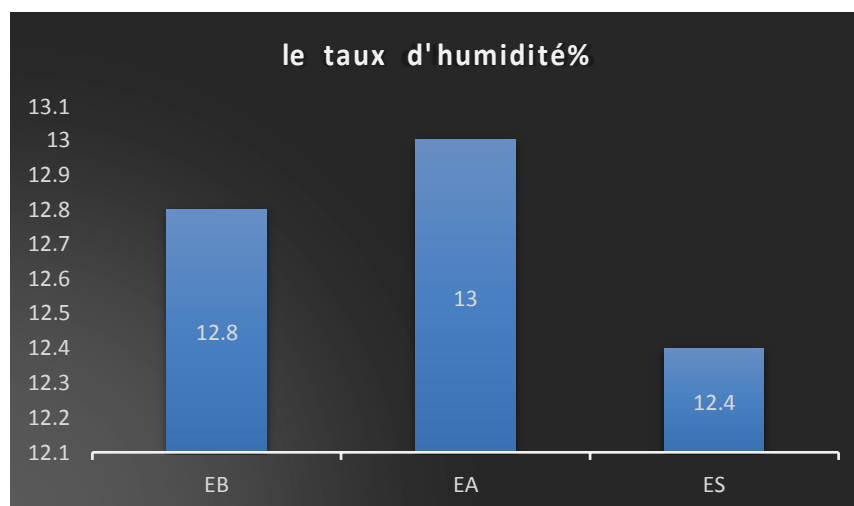


Figure 17: les valeurs de taux d'humidité selon la région.

Nous observons une différence au niveau des résultats obtenus qui concernent le taux d'humidité, où on note que la région d'Alger a un taux le plus élevé (13%), suivie de la région de Bouira puis de la région de Sétif avec des taux de 12.8% et 12.4% respectivement.

La teneur en humidité du pollen est un indicateur de qualité qui affecte plusieurs paramètres du pollen produits dont les plus importants sont: goût, arôme et conservation. (margarida et al., 2011), (almeida-murdiam et al., 2005) rapportent des valeurs d'humidité du pollen brésilien, qui sont relativement faible à celles que nous avons obtenues (10%, 7, 4%). Ce paramètre varie en fonction de la région géographique (donadieu, 1983)

❖ La teneur en cendre

Les valeurs que nous avons obtenues, qui concernent la teneur en cendre de différents échantillons de pollen étudiés sont représentés dans la figure au- dessous:

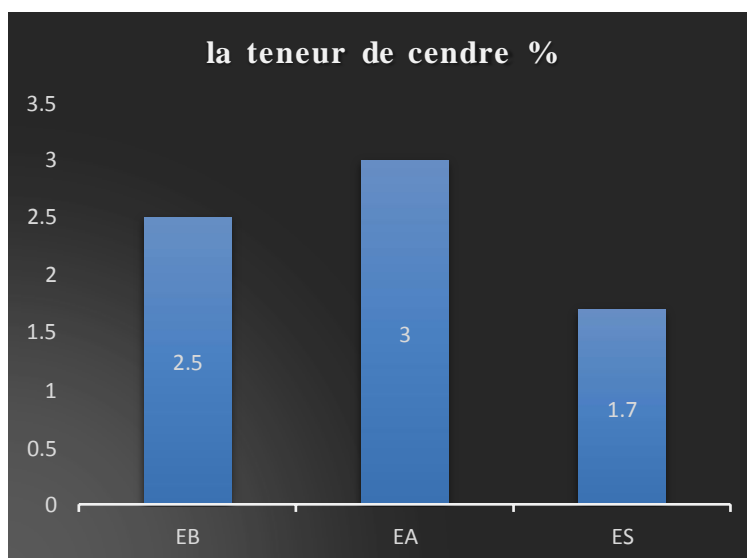


Figure 18: les valeurs de teneur de cendre selon la région.

Les résultats de la teneur en cendre varient de 1,7% à 3%, la région Alger ayant le taux le plus élevé qui est de 3% et la plus faible était celle de la région de Sétif, avec un taux de 1,7%. nos résultats sont proches de ceux trouvés par (herbert et al., 1978): (bell et al, 1983) qui ont trouvé des teneurs en cendres qui varient de 2.1% à 3.2%.

❖ Détermination de l'acidité titrable

Les valeurs que nous avons obtenues, qui concernent l'acidité titrable de différents échantillons de pollen étudiés sont représentés dans la figure au- dessous:

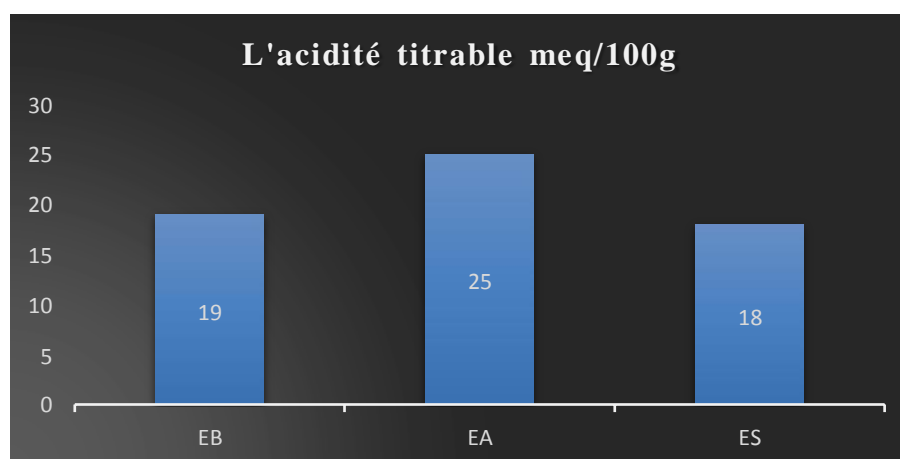


Figure 19: les valeurs de l'acidité titrable selon la région.

Nous observons d'après les résultats obtenus que les valeurs en acidité triturbables sont différentes, en effet, la valeur la plus élevée est celle de la région d'Alger, avec une valeur de 25meq/100g, suivie de la région de Bouira avec une valeur de 19 meq/100g, et la plus faible

D'entre eux est la région du plateau de Sétif avec une valeur de 18meq/100g. Nos résultats sont cohérents avec les valeurs de (gilam, 1990), ou les valeurs d'acidité titrable pour les grains de pollen sont inférieures à 39meq/100g

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

❖ Détermination la teneur en protéines solubles

Les valeurs que nous avons obtenues, qui concernent la teneur de protéines de différents échantillons de pollen étudiés sont représentés dans la figure au- dessous:

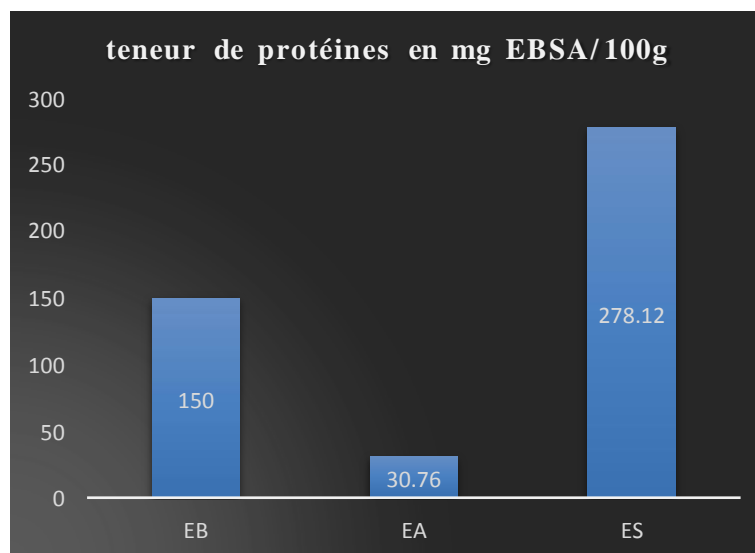


Figure 20: les valeurs de taux de protéines selon la région.

D'après les résultats obtenus, nous avons remarqué que la valeur des protéines des grains de pollen de la région de Sétif est la plus élevée, avec une valeur de 278, 12 mg /100g par rapport aux autres échantillons provenus d'autres régions. Par contre, la valeur la moins importante est celle de région d'Alger qui est de l'ordre de 30, 76 mg /100g. Nos résultats sont inférieurs à celles rapportés par (çelemlı gençay et al., 2017) qui varient de 5000 mg /100 g à 7800 mg /100g. Nous pouvons expliquer ces différences par la période de récolte, les conditions de stockage et l'origine botanique.

Les protéines sont essentiellement présentes dans le cytoplasme du grain de pollen (chausat, 2005). La teneur en protéines de pollen fluctue entre 8 à 40% selon l'origine florale, avec une moyenne de 25%. On y trouve 20 acides aminés sur les 22 existants (5 à 6% de la masse totale du pollen) (phillipe, 1991)

❖ 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.

Les valeurs que nous avons obtenues qui concernent le test DPPH de différents échantillons de pollen étudiés sont représentées dans la figure ci-dessous:

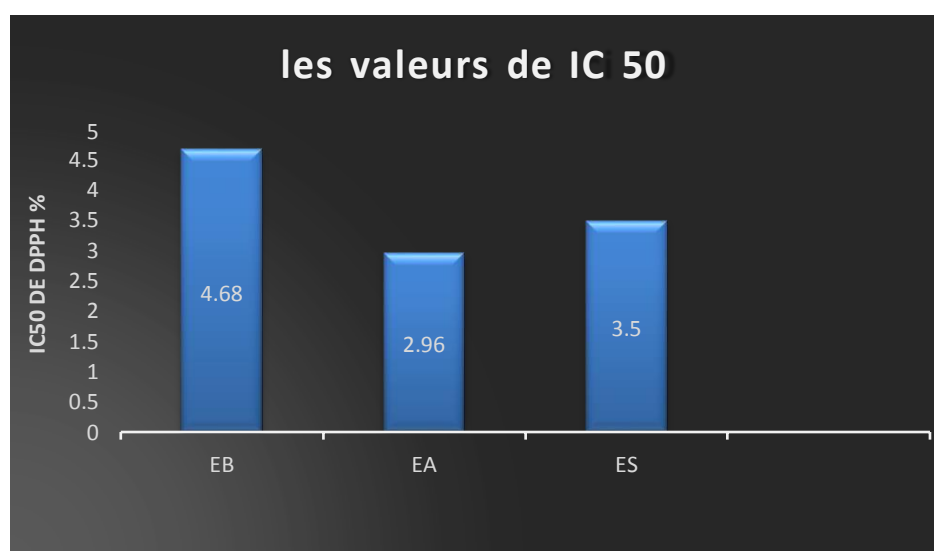


Figure 22: les valeurs d'IC 50 selon la région

La valeur d'IC50 (concentration à laquelle 50% de l'activité antioxydante est inhibée) pour la région de Bouira 4.68%, région Alger 2.96% et Sétif % 2,50.

Cela confirme que nos échantillons contiennent les polyphénols et les flavonoïdes, qui peuvent être dues à l'origine florale, à la période de récolte, et à l'origine géographique (**kroyer et al., 2001**).

❖ Les composés phénoliques totaux

La capacité élevée des composés phénoliques pour neutraliser les espèces actives de l'oxygène est fortement associée à la structure, tels que les doubles liaisons conjuguées et le

nombre de groupes hydroxyle dans le cycle aromatique, le plus souvent attribuée aux flavonoïdes et des dérivés de l'acide cinnamique (silva et al., 2000).

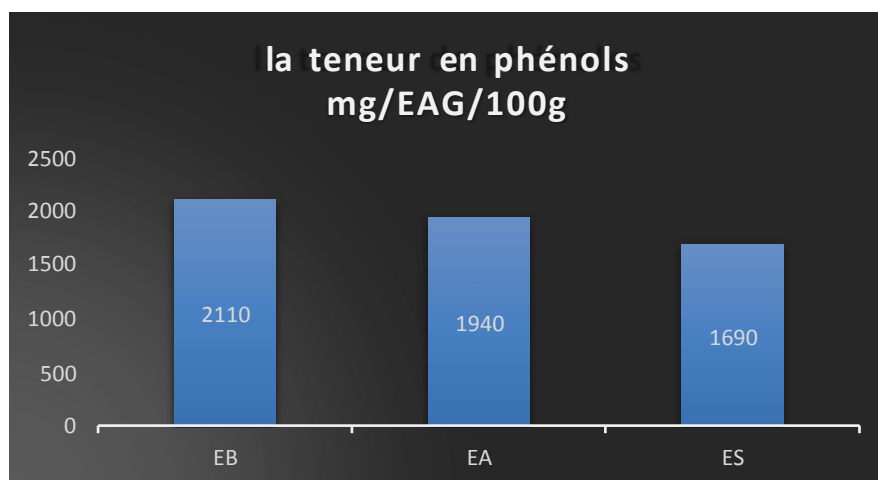


Figure23: les valeurs de composés phénoliques selon la région.

Nous remarquons que les valeurs des composés phénoliques sont proches, l'échantillon provenant de la région de Bouira enregistre la valeur la plus élevée avec une valeur de 213 mg/EAG/100g, cependant l'échantillon d'Alger est de 1940mg/ EAG/100g suivie par la région de Sétif. Les résultats obtenus sont dans la marge rapportée par (kroyer et al.,2001) qui sont entre 2140mg EAG /100g à 2460 mg /EAG/100g. Ces différences des teneurs en polyphénols des échantillons de pollen peuvent être dues à l'origine florale, à la période de récolte, et à l'origine géographique.

❖ Teneur en flavonoïdes

La figure 26 illustre les teneurs en flavonoïdes des extraits de pollen

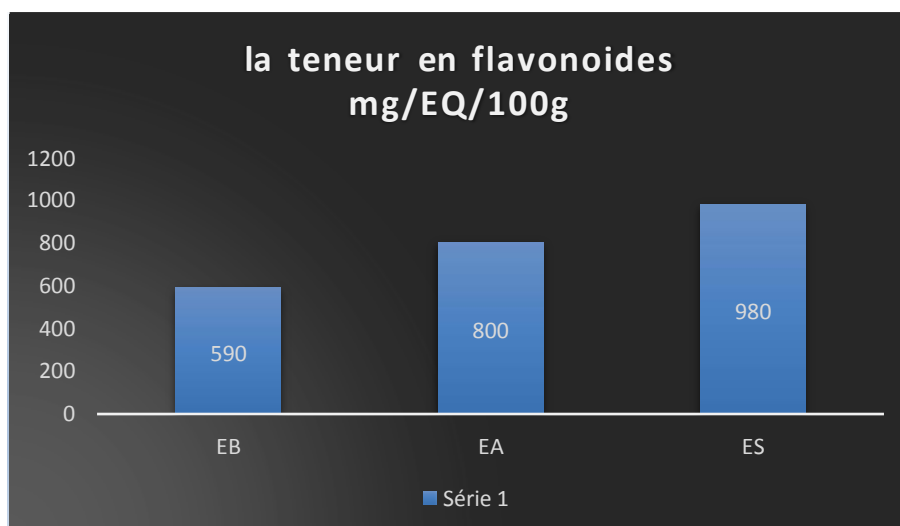


Figure 24: les valeurs de taux des flavonoïdes selon la région.

A travers les résultats de l'expérience, nous remarquons que la teneur en flavonoïdes pour l'échantillon de la région de sétif est plus élevée, par rapport aux autres régions, avec un taux de 980mg/EQ/100g suivi par la région d'Alger, avec un pourcentage de 800mg/EQ/100g, cependant, la moindre d'entre elles est celle de la région de Bouira, avec un taux de 590mg/EQ/100g. les résultats obtenus sont dans la marge de celles obtenus par feas et al., (2012) qui varient entre (400,5 mg eq/100g à 700,1 mg eq /100g). Cette différence peut être expliquée par l'origine florale (chaque pollen possède ses propres flavonoïdes), conditions climatiques.

II. Résultats d'analyses microbiologiques

Les germes recherchés	Echantillons 1 Bouira	Echantillons 2 Alger	Echantillons3 Sétif
Levures et moisissures	$3 * 10^2$	$5 * 10^2$	$1,2 * 10^2$
La flore aérobie mésophile totale (FMAT)	0	0	0
La flore anaérobie mésophiles totale	0	0	0
Les coliformes fécaux (Escherichia Coli)	0	0	0
Les coliformes totaux	0	0	0

Nous avons noté l'absence des coliformes totaux, les coliformes fécaux (Escherichia Coli), La flore aérobie mésophile totale (FMAT), la flore anaérobie mésophiles totale, chez l'ensemble des échantillons du pollen étudié. Par contre, nous avons eu une apparition ou bien la présence des levures et moisissures. Pour les levures et moisissures, les 3 échantillons (E1, E2, E3,) sont en dessus de la norme (<50 000 ufc/g). Selon les résultats obtenus, nous avons remarqué que l'échantillon de la région Alger présente un taux le plus élevé des moisissures $5 * 10^2$ ufc/g) par rapport aux autres échantillons, puis suivi par l'échantillon de la région de Bouira $3 * 10^2$ ufc/g et Alger $5 * 10^2$ ufc/g et Sétif $1,2 * 10^2$ ufc/g

Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale

Ce travail se focalise sur l'étude de différentes caractéristiques physico-chimiques (pH, et humidité...) et microbiologique, ainsi que l'activité antioxydante de trois échantillons des grains de pollen récoltés par les abeilles. Le pollen est considéré comme un complément alimentaire d'un point de vue nutritionnel. Des variations ont été observées dans le contenu des échantillons de pollen étudiés.

Les analyses des pollens ont révélé les résultats suivants : l'humidité varie entre 12,80% et 13,00 % ; tous les échantillons de pollen analysés présentent un pH acide, variant de 4,80 à 5,40. L'échantillon de Bouira présente le pH le plus élevé, tandis que celui de Sétif a le pH le plus bas. L'acidité titrable varie entre 18,00 meq/100g et 25,00 meq/100g. Le taux de cendre varie entre 1,7% et 3,00%. Cependant, le taux des protéines varie entre 278,12 et 150 mg/100g les niveaux de composés phénoliques et de flavonoïdes varient entre les trois échantillons. Les résultats de l'analyse montrent que l'échantillon de Bouira enregistre une valeur de 2210 mg/EAG/100g présente la concentration la plus élevée en composés phénoliques totaux, en parallèle, la teneur en flavonoïdes de l'échantillon de Sétif enregistre la valeur la plus élevée (980mg/EQ/100g). Lors de l'étude de l'activité antioxydante à l'aide du test DPPH, le pollen d'Sétif a montré la plus grande activité anti-radicalaire avec un pourcentage de 85%, suivie par le pollen d'Alger 80%.

Les analyses microbiologiques de trois échantillons de pollen réalisées selon différentes méthodes indiquent que nos échantillons sont conformes en termes de qualité microbiologique. Les micro-organismes recherchés n'ont pas été détectés, à l'exception de la présence de levures et de moisissures enregistrées à une concentration de région Bouira $3 \times \text{ufc/g}$ et Alger $5 \times \text{ufc/g}$ et Sétif $1.2 \times \text{ufc/g}$ ce qui reste en dessous de la limite acceptable de $50 \times 10^3 \text{ m/m}$

En général, les résultats de cette étude indiquent que le pollen présente une activité antioxydante élevée, ce qui le rend extrêmement bénéfique pour la santé humaine. Les résultats obtenus ont ouvert la voie à plusieurs perspectives prometteuses :

- ✓ approfondir la recherche sur les autres activités biologiques et thérapeutiques du pollen.
- ✓ entreprendre des études visant à identifier l'origine florale du pollen en examinant ses différentes formes.

Conclusion générale

- ✓ Conduire des expériences in vivo pour évaluer les effets du pollen dans un environnement biologique.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

- **Adam. G, 2010.** La biologie de l'abeille. Cours École d'apiculture Sud-Luxembourg. 26p.
- **Adjlane. N, (2012).** Etude des principales maladies bactériennes et virales de l'abeille locale *Apis mellifera intermissa* dans la région médio-septentrionale de l'Algérie. Thèse Doctorat En Science Agronomique. Ecole Nationale Supérieure Agronomique – El-Harrach- Alger, 102p.
- **AFNOR** (Association Française de Normalisation), NF ISO 17059, Graines Oléagineuses 2005- Extraction de l'huile et préparation d'esters méthyliques d'acides gras de Triglycérides pour analyse par chromatographie en phase gazeuse (méthode rapide), VO3-935 PR, AFNOR, Paris, France.
- **Alleaume. C, (2012).** L'abeille domestique (*Apis mellifera*), exemple
- **ARMIN. S, 2010,** guide de l'abeille, Die Honigbiene, 98p.

B

- **Bakiri. A, 2018 :** Abeilles sauvages et abeilles domestiques : Impact sur la biodiversité et La productivité. Université des Frères Mentouri Constantine. P 14.
- **Bell. R; Thprnber. J; Seet. J; Groves. M (1983).** Composition and protein quality of Honeybee collected pollen of *Eucalyptus marginata* and *Eucalyptus calophylla*. Journal Of Nutrition N°113. Pp : 2479-2484.
- **Biri .M, 1993.** Le grand livre des abeilles. L'apiculture moderne. Vecchi, S.A. Paris. P : 79-89
- **BIRI. M, 2010,** tout savoir sur les abeilles et l'apiculture, Vecchi, Paris, 14,93p.
- **Bradford M.M. (1976).** A rapid and sensitive method for the quantization of Microgram quantities of protein utilizing the principal of Protein -dye Binding. Analytical Biochemistry, 72: 248-252.

C

- **Campos. R; Bogdanov. S; Almeida-Muradian L.B; SzczesnaT ; Mencebo. Y ; Frigerio. C.; Ferreira. F (2008).** Pollen composition and standardisation of analytical Methods. Journal of Apiculture Research 47. Pp 156 -163

- **Charpin .J, 2004-** Les pollens les pollinoses et autres maladies respiratoires allergiques, service pneumo-allergologie de l'hôpital Nord France, 10p.
- **Celli et al, 2002.** Honeybees as bio indicators of environmental pollution.in: Proceedings of the 8th international symposium of the ICP-BR Bee protection Group. Hazards of pesticides Bees and keeping, science practice and world ressources, Heinemann, London. P: 614.ISBN 0-8014-2429-1to bees. Bologna, Italy. (Bulletin of Insectologie, 2003, 56(1), 137-139).
- **Champagnat p., 1969.** Biologie végétale. Masson. Paris. P: 380.
- **CHRISTINE. (2011)** – Société Royale d'Apiculture de Bruxelles et ses Environs (SRABE) a.s.b.l. Récupéré sur apiculture-wallonie : www.api-bxl.be
- **Chausat (2005).** L'importance du pollen pour l'abeille domestique. Bult. Tech. Apic. 32 11
- **8. Clément H. (2009).** L'abeille sentinelle de l'environnement. Edition al- Ternative. Paris, 144p
- **Clément H., 2010.** Une ruche au jardin. Ed. Rustica. Paris.pp.79.20-29p.
- **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, Donadiou Editions, 1987.

D

- **Donadiou Y. (1983).** Le pollen : thérapeutique naturelle. Edition : Maloine S. A. Paris. 97.
- **DONADIEU Y.**« Les produits de la ruche, source de sante et de vitalitApimondia
- **El-Hady FA., Hegazi A. G., 2001a**Chemical composition of bee pollen in Apimondia (2001
- **Daniel Y, 1983.**le pollen. Ed. Mloine.6eme édition. Paris. 11-17p.
- **Dany.B (1983).** La récolte moderne du pollen. Edition Européenne Apicole. Pp140.149

E

- **Élodie C., 2013 :** Le miel : composition et technique de production. Mémoire de master de Traduction italien-français. Université Sorbonne Nouvelle – Paris 3. P 103.

F

- **Faucon JP, 1992.** Précis de pathologie. Connaitre et traiter les maladies des Abeilles. Ed. Cneva-Fnosad. Angers. Pp. 512.
- **Fiches d'Apithérapie,** Don adieu Editions, 1987

G

- **Geneves L., 1992.** Reproduction et développement des végétaux. France. P: 233.
- Gorenflot, R. 1997. Biologie végétale, Plantes supérieures : appareil reproducteur, 4eme Édition, Edition Masson, 278p
- **Gustin Y., 2008.** L'apiculture illustrée. Eds. Rustica. Fler. ParPp.223.

H

- **Heller, R. 1982.** Abrégé de physiologie végétale. Tome II. Croissance et Développement. Ed. Masson, Paris .215p.
- **Hannebelle S., 2010.** L'abeille In Doc apiculture.
- **Herbert J., & Shimanki H., 1998-** Chemical composition and nutritive value of bee- Collected and bee stored pollen. Apidologie. P 9-33-40.
- **Human H. & Nicolson S., 2006-** Digestion of maize and sunflower pollen by the spotted Maize beetle *Astylus atromaculatus* (Melyridae): is there a role for osmotic stock. J. Insect. Physical. N°49. P 633-643.

I

- **IZUTA et al.,** « Bee products prevent VEGF-induced angiogenesis in human Umbilical vein endothelial cells », BMC Complementary and Alternative Medicine9 (2009) : 45, doi :10.1186/1472-6882-9-45

J

- **Jacobsen, R. (2009).** Fruitless Fall :93 The Collapse of the Honeybee and the Coming Agricultural Crisis. Bloomsbury, Quebecor World Fairfield, 282
- **Jeanne F., 1983.** La maturation du miel Bulletin technique apicole. Opida, 10(1) p: 41-44.
- **Jeane F. (1998).** Physiologie de l'abeille. L'alimentation. Bulletin Technique Apicole, 134p

- **JEAN.M, 2007**, le guide de l'apiculture, Aix-en-provence, France, 23, 206, 225, 249p.

K

- **KACI. S, 2005**, contribution à l'étude des potentialités de l'apiculture en milieu Oasien : cas de la Wilaya de Ghardaïa, Thèse d'ingénieur d'Etat en agronomie Saharienne (Ouargla), 35, 47p
- **Kroyer G et Hegedus N. (2001)**. Evolution of bioactive properties of pollen extracts as functional dietary food supplements. *Jglsvirer Innovation Food Science Emerging Technologies*, 2 (3): 171-174.

L

- **Le conte Y., 2011**. Mieux connaître l'abeille. La vie sociale de la colonie. In : Bruneau ; Brabançon J.-M ; Bonnifet P. Clément H ; Domergue. 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.
- **Lefrancois P., Ruby F., 2006**. Pollen d'abeilles. Société Canadienne de recherche sur Les PSN. P : 7-
- **Lezine A. M., 2008**. Le pollen : outil d'étude de l'environnement et de climat au Quaternaire. Vuibert. Paris. P : 9-16.
- **Lobreau-Callen D et D'ambon F, 1994**. Spectre pollinique des miels de l'abeille *Apis mellifera* L. (Hyménoptère, Apidae) et Zones de Végétations en Afrique Occidentale Tropicale et Méditerranéenne. *Grana*. Vol.33. 245-253p.
- **Louveaux.J (1958)**. Recherche sur la récolte du pollen par les abeilles (*Apis mellifera*). P13-15.
- **Louveaux J (1985)**. Les abeilles et leur élevage. 2^{ème} édition O.P.I.D.A. Pp : 32 ; 40

M

- **Malouf A., & Reynau J., 2007**- *La Botanique d'A à Z*. éd. DUNOD, 238, 239p.
- **MORAIS et al.**, « Honeybee-Collected Pollen from Five Portuguese Natural Parks: Palynological Origin, Phenolic Content, Antioxidant Properties and Antimicrobial Activity », *Food and Chemical Toxicology: An International Journal Published for the British Industrial Biological Research Association* 49, no 5 (mai 2011): 10961101, doi: 10.1016/j.fct.2011.01.020.

N

- **Nair S. (2014)**. Identification des plantes mellifères et analyses physicochimiques.

O

- **Owen P.L., Johns T., 1999**. Xanthine oxidase inhibitory activity of northeastern North American plant remedies used for gout. *Journal of Ethnopharmacology*, 64, pp149-160.

P

- **Pilot A; Kirkor S; Granger A, 1949**. L'Abeille, anatomie, maladies, ennemis. Ed. Trevous. Pp.172.
- **PASCAL.R, 2009**, les abeilles et la fabrication du miel, *Astronome, Europe*, 17, 22, 24, 27, 36p.
- **Pedigo LP, 2002**. Entomology and pest management. Fourth edition. Prentice Hall.742
- **Philippe J.M (1991)**. La pollinisation par les abeilles. Ed SUD. Pp: 34:40.
- **Prost P.J., 2005**. L'apiculture. 7ème édition. Lavoisier. P: 166-437.

R

- **Ravazzi G, 2003** : Abeilles et apiculteurs. Ed. De Vecchi, Paris, 155 p. P.
- **Ravazzi G., 2007**. Abeille et apiculture. Ed. Vecchi. Paris. Pp. 159.12-39p
- **Romain ; THOMAS.C. ; PIERRE.S (2006)**. Science des aliments : autres constituants Des aliments. Ed. Tec ET Doc-Lavoisier. 45 p.
- **Roulston et cane (2000)** ; in pierre. J P, (2005). L'importance du pollen pour les abeilles domestique. *Bull.Tech. Apic*, (2005), 32, (1)19-28. 28p
- **Ruttner.F (1975) in Winston.M. L, (1993)**. La biologie de l'abeille. Nauwelaert.266 p.
- **Ruttner.F (1993)**. Races of bees: In the hive and the honeybees, process inter Apic Congresses. Pp: 325-344.

S

- **Schacker, M. (2008)**. A Spring Without Bees How Colony Collapse Disorder Has Endangered Our Food Supply. Guilford, The Lyons Press, 292 p

- **Shawerm.B; AH S.M;** Abdelatif M. A; EL Refai A. A (1987). Biochemical studies of Bee collected pollen in Egypt.2. Fatty acids and non-saponifiables. J. Apic. N°26 (2). Pp : 133-136
- **Schmidt J. 0. 1982.** Pollen foraging preferences of honeybee. South Western Entomol. P7
- **Silva T.M.S; Camera C.A; Links A.C.S; Barbosa – Filho J.M; Silva E.M.S; Freitas B.M (2006).** Chemical composition and free radical scavenging activity of pollen loads from stingless bee *Melipona subnitida* Ducker. Journal of Food Composition and Analysis, 19(6-7). Pp 507-511.

T

- **Toullec A.N.K., 2008 :** Abeille noire, apis mellifera, historique et sauvegarde. Thèse de Doctorat faculté de médecine de CRETEIL.seine Martine 85p :45.

W

- **Winston M.L (1993).** La biologie de l'abeille Nauwelaert édition. P276.

❖ Site internet

- **Anonyme1 (2008) :** <http://www.beekingdom.net/francais/topics/pollen.htm>. 06.04.2009
- **CLIMATIC,** Cycle de reproduction des plantes à fleurs, Consulté le 13 mars 2017http://climatic.inforef.be/palyno/1/cycle_reproduction.htm
<https://agronomie.info/fr/lapiculture-en-algerie/> consulter le 26 /06/2019)
- <https://www.compagnie-des-sens.fr/pollen-abeille-bienfaits/>
- <https://www.futura-ciencas.com/planete/dossiers/zoologie-abeilles-accueillir-ruchechez-Soi-976/page/16/> consulter le 24/06/2019
- **Anonyme2 (2007) :** <http://www.apazevacaccia.com/pollentexte>. Html. 07.05.2009.
- **Anonyme3 (2007) :** raseau national de surveillance aérobiologique. Les pollen. RNSA. France. <Diponible sur : <http://www.polleninfo.or>

Références arabes

- إبراهيم سليمان العيسى، عبد المنعم سليمان غلي الخولي، 1994. نحل العسل الدار العربية للنشر والنويع، ص:

Annexes

Annexe I

Matériel de Laboratoire	Réactifs utilisés
<ul style="list-style-type: none"> ○ Verreries courants de laboratoire ○ Etuve ○ Balance analytique ○ Burette graduée. ○ Fioles ○ Ballons ○ Réfrigérants à reflux ○ Soxlet ○ Spectrophotomètre ○ Fourne ○ Ph mètre ○ Papier filtres. ○ Refractomètre ○ Homogénéisateur d 	<ul style="list-style-type: none"> ○ L'éthanol 95% ○ L'éthanol 70% ○ Acide gallique ○ réactif de folin ○ Cilicalteu ○ Carbonate de sodium ○ Trichlorure d'aluminium ○ La quercétine ○ BSA ○ DPPH ○ Bleu de Coomassie ○ Chloreure de Sodium ○ Phénolphtaléine.

➤ Préparation réactif de BRADFORD

- 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.

➤ La courbe d'étalonnage Préparation d'acide Gallique :

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

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

Dilution (D2):

$$C_1V_1 = C_2V_2 \quad V_1 = 0.1 \times 5 / 0.013 = 3.85 \text{ ml (SM)} \quad 5 - 3.85 = 1.15 \text{ ml (methanol)}$$

Dilution (D3):

$$0.013. \quad V_1 = 0.0065 \quad V_1 = 0.0065 / 0.013 = 2.31 \text{ ml} \quad 5 - 2.31 = 2.69 \text{ ml (methanol)}$$

Dilution (D4):

$$0.013. \quad V_1 = 0.003 \quad V_1 = 0.003 \times 5 / 0.013 = 1.15 \text{ ml} \quad 5 - 1.15 = 3.85 \text{ ml (methanol)}$$

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

40 g ~~1000~~ ml

X ~~→~~ 0.1 N

X = 0.004 g

Placez 100 mL d'eau distillée et dégazée dans une fiole jaugée de 1 L de volume. Pesez ensuite avec précision environ 4 g de **NAOH**

- Préparation Phénolphtaléine:

Dissoudre 1 g de phénolphtaléine dans 100 mL d'alcool éthylique à 95°

A employer à la dose de 1-à 2 gouttes en l'ajoutant à la solution acide que l'on désire titrer, la solution alcaline connue étant dans la b



Annexe II broyage du pollen



Annexe II le graine de pollen avant broyage



Annexe II le grane de pllen après broyage



Annexe II: mesure du PH



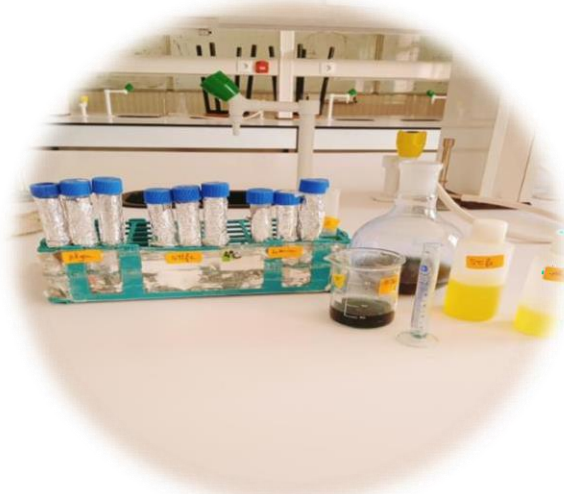
Annexe II: processus



Annexe II: processus de séchage des échantillons



**Annexe II: préparation la solution
1de bradford**



Annexe II: dosage des protéines



Annex II: Appareil spectrophotomètre



Annexe II: dosage des DPPH



Annexe II: les milieux de cultures



Annexe II: les différentes étapes de la manipulation



Annex; les valeurs des ph des déférentes régions

Echantillons	Moyenne
Bouira	$5,4 \pm 0,12$
Alger	$5,2 \pm 0,062$
Sétifes	$4,8 \pm 0,072$

Annex; les valeurs de taux d'humidité des déférentes régions

Echantillons	Le taux d'humidité %	Le taux de matière sèche%
Bouira	$12,8 \pm 0,36$	87,6
Alger	$13 \pm 0,8$	87,08
Sétifes	$12,4 \pm 0,35$	83,28

Annex; les valeurs de taux de cendre des déférentes régions

Echantillon	Le taux de cendre %	Le taux de matière organiques %
Bouira	2,5 ±0,053	97,80
Alger	3 ± 0,063	98,3
sétifes	1,7 ±0,051	95,1

Annex; les valeurs de l'acidité titrable des déférentes régions

Echatillon	L'acidité titrable
Bouira	19 ± 2,95
Alger	25 ± 0,65
Sétifes	18 ± 0,36

Annex; les valeurs de teneur de proteines des déférentes régions

Echantillon	La teneur de proteins
Bouira	150 ± 0,60
Alger	30,76 ± 0,39
Sétifes	278,12 ± 0,32

les valeurs de test DPPH des déférentes régions

	Les valeurs de test DPPH		Les valeurs de test DPPH		Les valeurs de test DPPH
Echantillon De bouira	60 ± 0,37	Echantillon De alger	80 ± 0,43	Echantillon De sétifes	85 ± 0,45
	55 ± 0,66		72 ± 0,79		79 ± 0,81
	40 ± 0,33		65 ± 0,41		65 ± 0,50
	39 ± 0,45		50 ± 1,29		50 ± 1,33
	30 ± 1,22		38 ± 1,019		48 ± 1,15

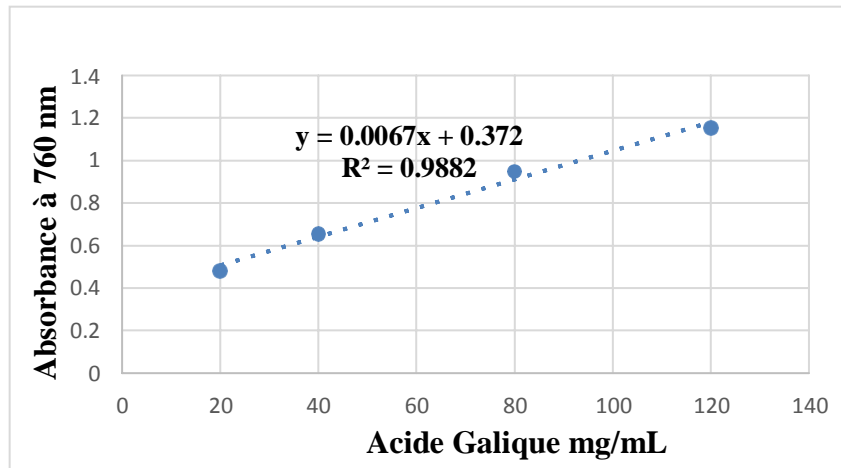
les valeurs de teneur de polyphenols des déférentes régions

Echantillon	Teneur de polyphenols
bouira	2110 \pm 0,91
alger	1940 \pm 4,88
sétifes	1690 \pm 1,40

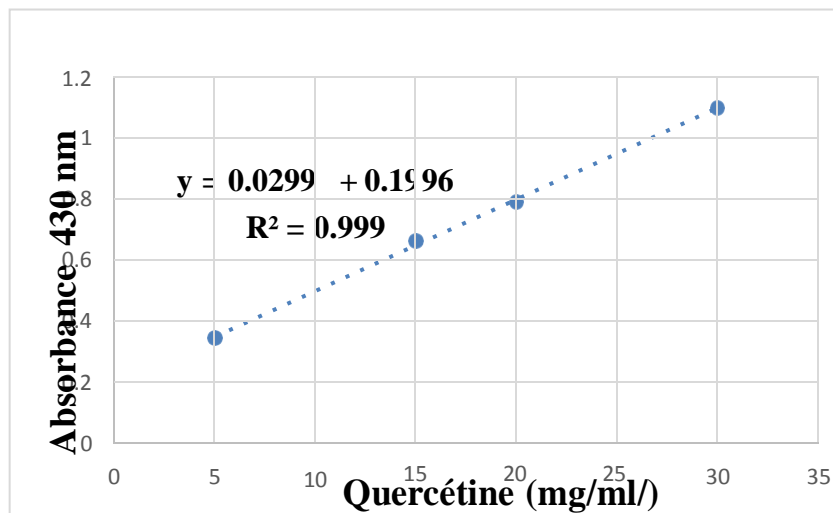
les valeurs de teneur de flavonoides des déférentes régions

Echantillon	Teneur de flavonoides
Bouira	590 \pm 6,36
Alger	800 \pm 6,53
Sétifise	980 \pm 0,34

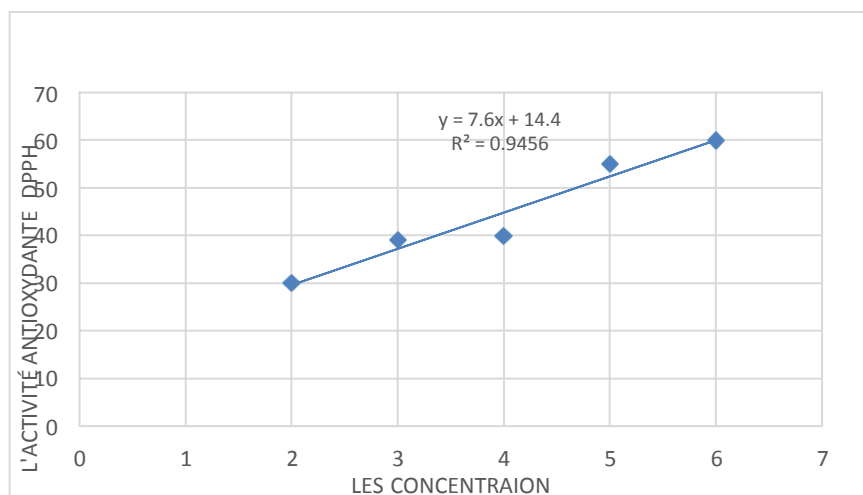
Les courbes d'étalonnage



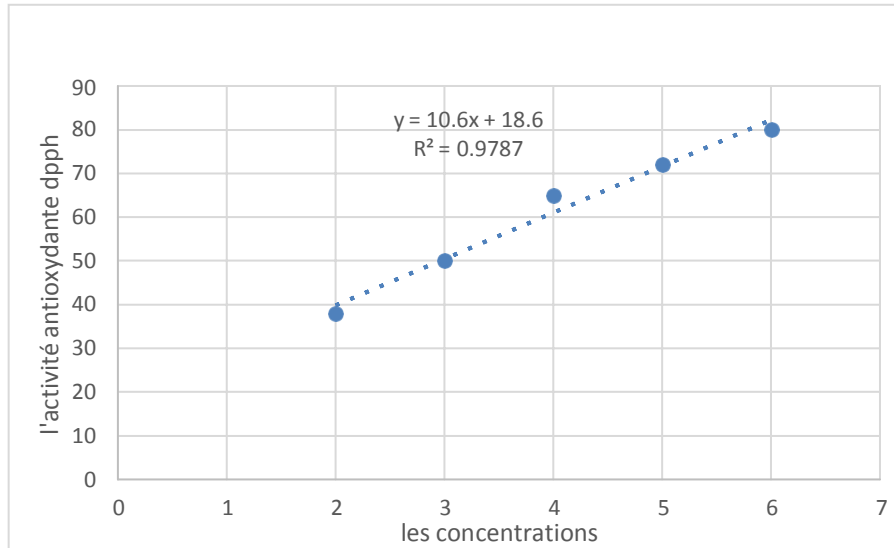
Annexe : courbe d'étalonnage de dosage des composés phénolique totaux



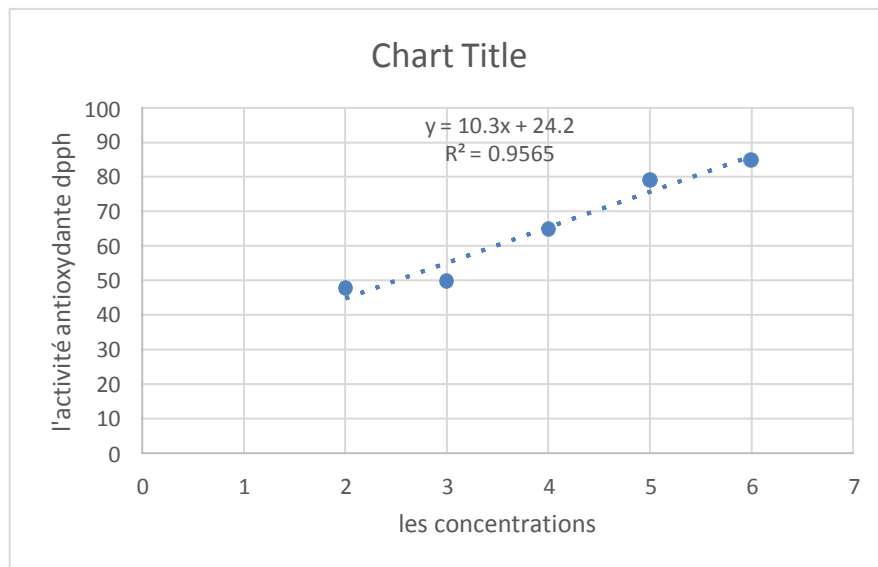
Annex : courbe d'étalonnage de dosage des flavonoides



Anexe : courbe de l'activité antioxydante dpph de BOUIRA



Anexe courbe de l'activité antioxydante dpph de ALGER



Anexe :courbe de l'activité antioxydante dpph de SETIFES

Résumé

Les grains de pollen récoltés par les abeilles, qui est un aliment largement connu par ses vertus thérapeutiques et nutritionnelle, constitue le principal produit de la ruche. L'objectif principal de ce travail est de caractériser trois échantillons de pollen collectés en 2022 et 2023, qui sont provenus de Bouira, de sétif et d'alger. Les résultats que nous avons obtenus révèlent une variabilité notamment dans la teneur en humidité (12,80-13,00%) et la teneur en protéines qui variait approximativement entre 278,12 et 150 en mg ebsa/100g. en ce qui concerne l'acidité, tous les échantillons étudiés étaient acides. De plus, les résultats ont montré que les grains de pollen récoltés par les abeilles étudiées étaient riches en phénols et en flavonoïdes, qui sont des antioxydants naturels. Les analyses microbiologiques n'ont révélé aucune présence de bactéries nocives sauf quelques levures et moisissures.

Abstract

Pollen, which is widely used in the food and nutritional industry, is the main product of the hive. This study examines the utilization of three pollen samples collected in 2022 and 2023 from the provinces of Bouira and Sétif and Algeria. The results of this applied study reveal significant differences in moisture content (12.80-13.00%) and protein content ranging approximately between 278.12 and 150. Regarding acidity all the samples examined were characterized by high acidity. Furthermore, the results showed that the studied pollen was rich in phenols and flavonoids, which are antioxidants. Microbiological analyses revealed no presence of harmful bacteria such as yeast and mildew. When comparing the analysis results, it appeared that the sample from the the Sétif province exhibited the most detailed results in terms of oxidation activity and protein ratio, while the sample from the Algiers province was the best in terms of ash content and percentage.

ملخص

حبوب اللقاح، وهو غذاء يستخدم على نطاق واسع في صناعة الأغذية والتغذية، هو المنتج الرئيسي للخلية. تتناول هذه الدراسة استخدام ثلاث عينات من حبوب اللقاح تم جمعها في عامي 2022 و2023 في البيتي البويرة وسطيف بالجزائر. أظهرت نتائج هذه الدراسة التطبيقية وجود فروق معنوية في المحتوى الرطوبة (12.80-13.00%) ومحتوى البروتين تراوحت تقريباً بين 278.12 و150 وفيما يتعلق بالحموضة، فقد سادت الحموضة العالية على جميع العينات المدروسة. كما أظهرت النتائج أن حبوب اللقاح المدروسة كانت غنية بالفينولات والفالفونويد ومضادات الأكسدة. أظهرت التحليلات الميكروبيولوجية عدم وجود بكتيريا ضارة مثل الخمائر والعفن. بمقارنة نتائج التحليلات، تبين أن عينة والية سطيف قدمت أكثر النتائج تفصي "أل من حيث نشاط الأكسدة ونسبة البروتين، بينما كانت العينة من والية الجزائر الأفضل من حيث نسبة الرماد والنسبة المئوية.