

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou

Faculté des sciences Biologiques et des sciences Agronomiques

Département d'Agronomie



Mémoire de fin d'études

En vue d'obtention du diplôme de master

Option : Transformation et Conservation des Produits Agricoles.

Thème

Contribution à l'étude des caractéristiques physico-chimique du pollen d'abeille de la région de NACIRIA.



Réalisé par

M^{elle} HAMANI Imane

M^{elle} RAHMANI chahira

Président : M^{me} MEDJDOUB_BENSAAD. F

Professeur UMMTO

Promoteur : M^r BENGANA. M

M.A.A UMMTO

Examinatrice: M^{lle} CHOUGAR. S

M.A.A UMMTO

2016/2017

Remerciements

A l'issue de ce modeste travail

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à notre promoteur

M. BENGANA Pour avoir accepté de nous encadrer Nous ne saurons jamais oublier sa disponibilité, son assistance et ses conseils judicieux pour nous.

. Nous remercions vivement M^{me} MEDJDOUB_BENSAAD qui nous a fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire. Nos remerciements vont aussi à M^{lle} CHOUGAR pour avoir bien voulu examiner ce travail.

Nos remerciements les plus respectueux

A l'ensemble du personnel de laboratoire pour avoir suivi et guidé d'une manière permanente et attentive les essais de notre expérimentation.

Comme nous tenons à remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail pour leurs précieux conseils.

Merci

DÉDICACE

Je dédie ce modeste travail :

- *A mes chers parents.*
- *A mes grands parents.*
- *Mes sœurs dehia et Sabrina.*
- *Mon frère ABDERRAHMANE.*
- *Ma chère chahira et sa famille.*
- *Tous mes proches .*
- *Mes amis (es).*
- *A tous mes professeurs.*
- *A tous les étudiants(es) du département des sciences biologiques et agronomiques, en particulier la promotion de TCPA 2016/2017, à qui je souhaite le bonheur et la réussite.*
- *A toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.*

TENDREMENT

MANE

DEDICACE

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

A mes très chers parents .Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour Dont ils ne cessent de me combler. Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

- *A mon cousin Mezian et sa femme Taous .*
- *A mes chères sœur : Melissa et Louiz .*
- *A mes frères Sihmed et Sofiane et Salim et Amine et Gaya.*
- *A mes grands parents et à mon oncle Hakim et sa femme et mes tantes.*
- *A ma chère Imane et sa famille.*
- *A tous mes proches.*
- *A toute mes amis(es).*
- *A Tous mes professeurs.*

A toute la promotion Master TCPA 2016|2017, à qui je souhaite le bonheur et la réussite.

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

Chahira

Liste des tableaux

Tableau	Pages
Tableau 1 : la composition quantitative en acides aminés de divers pollens (en g pour 100g de pollen) (Chauvin, 1987)	12
Tableau 2 : composition en vitamines du pollen (Campos et al .,2008).....	15
Tableau 3 : Préparation des dilutions de l'acide gallique (AG) pour la réalisation de la courbe d'étalonnage des polyphénols totaux.....	31
Tableau 4 :Préparation des dilutions de l'acide ascorbique pour la réalisation de la courbe d'étalonnage de l'activité antioxydante.....	32

Sommaire

Introduction	1
Chapitre I : Généralité sur le pollen	
I.1. Histoire de l'apiculture	2
2. Biologie de L'Abeille.....	2
2.1. Systématique.....	2
2.2. Morphologie de l'abeille.....	3
3. Fleur	4
3.1. Définition des plantes mellifères.....	5
4. Pollen.....	5
4.1. Définition de pollen	5
4.2. Structure de grain du pollen.....	6
Chapitre II : Biochimie du pollen	
1. Eau.....	10
2. Glucides	10
3. Protéines.....	11
4. Lipides.....	13
5. Minéraux.....	13
6. Enzymes.....	14
7. Vitamines.....	15
8. Pigments.....	15
9. Autres	17

Sommaire

Chapitre III : Technologie du pollen

1. Récolte	18
1.1. Récolte du pollen par l'abeille.....	18
1.2. Récolte par l'homme.....	19
1.2.1. Description d'une trappe à pollen.....	19
1.2.2. Différents types de trappes	20
2. Nettoyage	20
3. Conservation du pollen.....	21
3.1. Séchage	21
3.2. Congélation	22
4. Conditionnement du pollen	22
5. Etiquetage	22
6. Appréciation du pollen	23
7. Différentes sortes du pollen	23
8. Consommation du pollen par l'homme	23
9. Valeur du pollen dans l'alimentation humaine et en thérapeutique	24
9.1. Pollen comme aliment protéique.....	24
9.2. Pollen comme aliment d'équilibre physiologique.....	25
9.3. Allergie et effets indésirables du pollen.....	25
9.4. Dose d'alimentation complémentaire	26
10. Autres utilisation.....	26

Sommaire

Chapitre IV : Matériels et Méthodes

1. Matériel végétal.....	27
2. Teneur en eau	27
3. pH.....	28
4. Teneur en cendres.....	28
5. Acidité titrable	29
6. Teneur en composés phénoliques totaux.....	30
7. Activité antioxydante.....	31

Chapitre v : Résultats et Discussions

1. Pollen récolté	33
1.1. Triage du pollen selon la couleur.....	33
1.2. Le poids de 100 pelotes	34
2. Etude physico-chimique du pollen	35
2.1. Teneur en eau.....	35
2.2. pH	36
2.3. Teneur en cendre	36
2.4. Acidité titrable	37
2.5. Teneur en composés phénoliques totaux	37
2.6. Activité anti-oxydante	38

Conclusion.....	40
------------------------	-----------

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

Les produits de la ruche (miel, pollen, gelé royal ...) sont appréciés sur le plan alimentaire, médicinal et industriel. Leur consommation a augmenté au cours des années grâce aux divers effets bénéfiques qu'ils procurent à la santé. Le pollen est un des produits de la ruche qui représente une multitude de corpuscules microscopiques contenus dans les sacs polliniques de l'anthere de la fleur. Ces grains minuscules constituent les éléments fécondants mâles de celle-ci (Stanciu *et al.*, 2009). C'est un produit de plante très riche en hydrates de carbone, protéines, enzymes, sucres, acides aminés ...etc. (Serra et Alegret, 1986). L'abeille récolte du pollen sur les étamines des fleurs et le transporte dans les cellules où elle triture les pelotes avec sa tête et y ajoute une petite quantité de miel et de la salive. Ce mélange est soumis à des processus biochimiques et des actions microbiologiques, afin qu'il se transforme en pain d'abeille (Pitta et Markaki, 2010).

Le pollen récolté par les abeilles contient environ 20 à 30g d'eau par 100g de pollen (Bogdanov, 2004; Campos *et al.*, 2008) . Cette humidité est un facteur idéal pour le développement des microorganismes tels que les bactéries, les levures et les moisissures. Ainsi pour bien le conserver, les pelotes de pollen doivent être séchées tout de suite après la récolte. Le taux d'humidité passe alors en moyenne d'environ 25% à 11%. Il convient de conserver le pollen dans un endroit sombre et sec (Pitta et Markaki, 2010). Le pollen est un produit particulièrement sensible, s'il est mal conditionné, il peut présenter de réels risques alimentaires. C'est un milieu biologiquement très actif, il est exposé à des contaminations microbiennes.

En Algérie, la filière apicole s'est significativement développée depuis l'avènement du PNDA, à partir des années 2000. Ceci s'est traduit par l'augmentation de la production et de la consommation du miel. A coté de ce principal produit de la ruche, qui est le miel, les apiculteurs algériens commencent à s'intéresser aux deux autres produits de la ruche, à savoir la gelée royale et le pollen. Sa consommation très bénéfique pour la santé est la raison principale pour cet intérêt.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail, dans l'objectif est de caractériser sur le plan physico-chimique quelques types de pollens produit dans la région de Naciria, wilaya de Boumerdès.

Chapitre I

Généralités sur le pollen



1.1. Histoire de l'apiculture

L'histoire de l'apiculture remonte à environ 12 000 ans. À cette époque, l'homme pratiquait la cueillette comme l'atteste la peinture rupestre trouvée à la « cueva de la Araña » (grotte de l'Araignée, 6000 ans av. J. C) près de Valence, en Espagne.

L'apiculture était courante dans le Haut-Empire égyptien au XXIV^e siècle av. J.-C et elle existait durant la période de la Rome antique. Des modèles de ruches en planches apparaissent dès l'Antiquité, il existait aussi des ruches tressées. En 1772, Jonas de Géliou décrit la première ruche à hausse fonctionnelle dans sa nouvelle méthode pour former les essaims artificiels. L'entrée dans l'apiculture moderne se fait avec l'invention du cadre mobile mis au point en 1844 par Debeauvoys.

1.2. Biologie de L'abeille

1.2.1. Systématique

Il existe plusieurs familles d'abeilles. Certaines vivent en groupe, d'autres sont solitaires (**Fronty, 1999**).

Le genre *Apis*, comprenant plusieurs espèces d'abeilles, appartient à l'immense ordre des hyménoptères qui englobe des insectes, sociaux et la fourmi (Ravazzi ,2003).

Celles qui nous intéressent appartiennent au groupe des *Apis mellifera*. Ce sont des abeilles domestiques, d'origine européenne que l'on trouve maintenant dans le monde entier (Fronty, 1999).

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

- Règne : Animal.
- Embranchement : Arthropodes.
- Sous embranchement : antennate.
- Classe : insectes.
- Ordre : hyménoptères.
- Sous ordre : aporites.
- Superfamille : apoïde.
- Famille : apidés.

- Tribus : apiaire
- Espèce : *Apis mellifera intermissa*
- Genre :

2.2.2. Morphologie de l'abeille

De point de vue morphologique, le corps se divise en trois parties :

a. Tête

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

b. Thorax

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

c. Abdomen

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

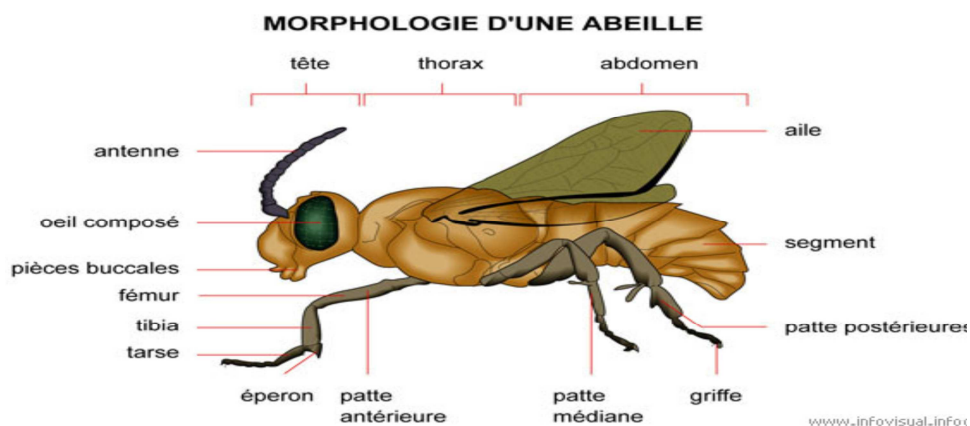


Figure 1 : Morphologie d'une abeille. (Dery, 2006).

La figure 1, nous montre la constitution du corps d'un insecte adulte parfait dont l'enveloppe chitineuse rigide, qui fait en quelque sorte office de squelette, renferme les différents organes vitaux.

3. Fleur

La fleur contient en général deux sortes d'organes reproducteurs : les étamines, organes mâles, remplis de grains de pollen et le pistil, organe femelle qui renferme les ovules. En plus des organes reproducteurs se trouvent : les pétales, les sépales qui protègent l'ensemble des autres organes floraux avant l'épuisement de la fleur (figure 2) (Prost, 2005).

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

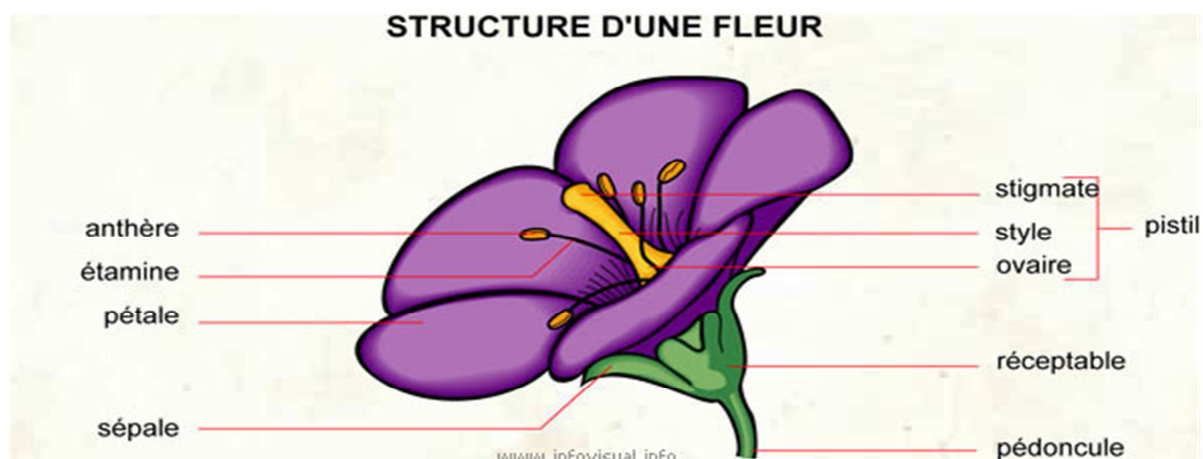


Figure 2 : Morphologie d'une fleur (Anonyme, 2008).

D'une manière générale, il est important de signaler que la fleur est composée du (ou de) :

Étamine : Organe mâle de la fleur produisant le pollen

Stigmate: partie du pistil qui reçoit le pollen.

Style: partie centrale du pistil.

Ovaire: partie inférieure du pistil qui fabrique les ovules.

Pistil: ensemble des parties femelles de la fleur.

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

Pédoncule: queue de la fleur.

Sépale: chacune des parties du calice de la fleur.

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

3.1. Définition des plantes mellifères

Les plantes apicoles désignent toutes les plantes intéressantes pour les abeilles, jusqu'à présent sont nommées les plantes « plantes mellifères » celles dont les fleurs assurent aux colonies un apport de nectar (dites plantes nectarifères) et/ou en pollen (dites plantes pollinifères).

Le mot mellifère provient du latin « *mellis* » qui signifie miel, les plantes mellifères produisent un suc avec lequel les abeilles produisent le miel. Ce suc est le nectar solution de sucre, c'est une sorte de déchets des plantes à fleurs.

En essayant d'atteindre ce liquide sucré, les abeilles vont se couvrir du pollen. Le comportement de butinage met en jeu des relations complexes entre l'abeille et le végétal, mais aussi entre les abeilles elles-mêmes. Afin d'optimiser le choix de ressources végétales à chaque moment de la journée.

Une abeille exploratrice trouve le végétal après une période de prospection plus au moins au hasard, mais elle est également guidée vers lui par les signaux visuels (formes, couleurs) et par les signaux chimique (odeurs).

L'abeille peut aussi marquer la source de nourriture avec la glande Nasanov, ce qui servira de repère pour les futures butineuses. Elle mémorise les caractéristiques du végétal et communique à d'autres butineuses par une danse particulière sur les rayons de la ruche (Guerriat, 2000).

4. Pollen

4.1. Définition de pollen

Le mot pollen dérive du grec « pale », qui désignait à la fois farine et poussier pollinique, de cette même racine est né également le mot « palynologie » correspondant à l'étude scientifique du pollen (Almeida Lb-Muradian et *al.*, 2005).

Le pollen est la seule source naturelle en matière azotée de la ruche. C'est l'organe mâle de la fleur ; fine poussière que les abeilles récoltent sous forme de petite pelotes grâce à une série de disposition de toute l'année (Prost, 1987 ; Prost, 2005).

Les grains de pollen sont enfermés dans les sacs polliniques des étamines, de grosseur et de forme variable, ils sont transportés des autres fleurs, soit par le vent (pollen léger), soit par les insectes (pollen lourd).

Les abeilles perdent une partie de leur récolte (10% environ) qui tombe dans un tiroir où l'apiculture la recueille dans la ruche, le pollen est stocké dans les alvéoles, comme le miel il ne subit pas de transformation même s'il est souvent mélangé au miel dans la même alvéole pour former ce que l'on appelle (pain de l'abeille) (Gou et Jardel, 1998).

4.2. Structure de grain du pollen

Un grain de pollen est une cellule vivante sexuée, mâle, entourée de deux couches protectrices, l'intine et l'exine. La cellule contient le cytoplasme et 2 nucléés qui ne sont pas visible avec la méthode utilisée pour l'identification (Hubersan, 2001), lorsqu'un grain, sous différentes influences atteint le stigmate d'une fleur compatible, la cellule «germe» et produit deux nucléés fertiliseurs et un tube pollinique. Ce dernier va les acheminer dans l'ovaire de la fleur pour qu'ils fusionnent avec les nucléés de l'ovule, cette fusion s'achève par un grain (Del fueyo et *al.*, 2012). Les grains des pollens sont soit :

- Simple avec une seule cellule, cas le plus fréquent ;
- Composés en tétrades (4 grains adjacents), cas des éricacées (bruyère, rhododendron etc.) ;
- Composés en polyades (8,16 ou 32 grains adjacents), cas des mimosacées (Hybersan, 2001).

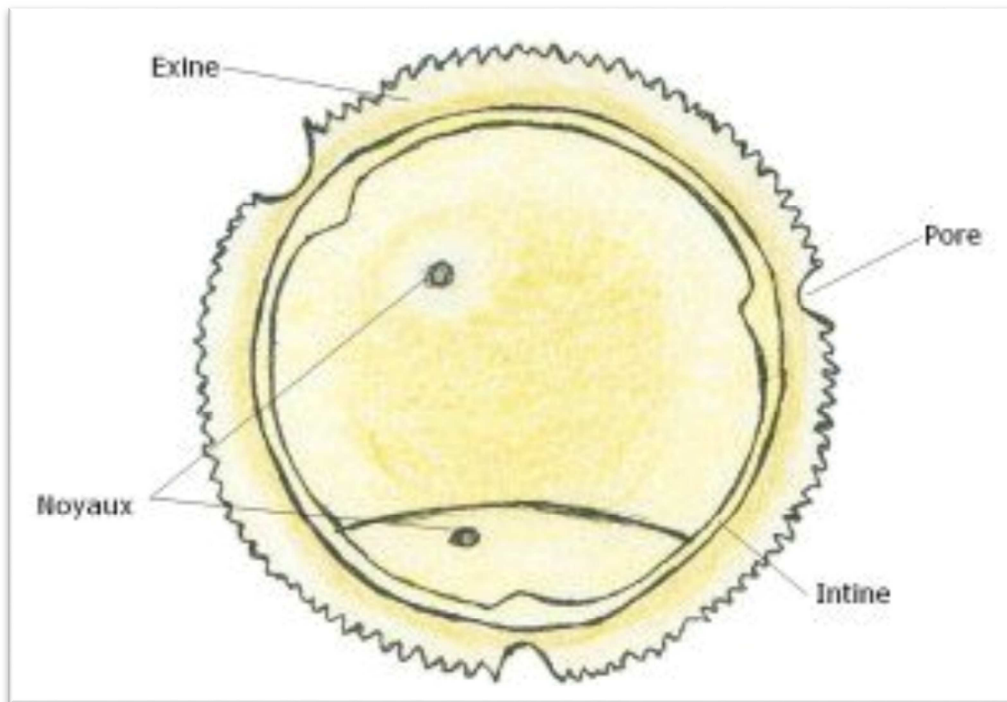


Figure 3 : Structure d'un grain de pollen (Anonyme, 2007).

1. Intine

L'intine est une membrane semi-perméable fine entourant le cytoplasme (Dajazi, 1993).

La couche intérieure de la paroi, l'intine, semble contenir les enzymes nécessaires à la germination du tube pollinique à la pénétration de la cuticule du stigmate et à la croissance subséquente à travers le stigmate (Iaurian et al., 2004).

2. Exine

L'exine est la couche externe, riche en sporopollénine (un polymère de composés phénoliques et de dérivés d'acide gras) comportant une architecture unique, caractérisée par des interstices là où les composés de la couche extérieure du pollen sont déposés, cette couche est résistante, puisqu'on la retrouve sous forme fossile après des millions d'années (Dajazi et al., 1991).

Selon Jarosz (2003), l'exine comprend :

- Une-Des tiges ou columelles disposées radicalement plus ou moins espacées.
- base claire et uniforme.
- Le toit ou tectum parfois incomplet laissant apparaître les columelles.

- Et enfin l'ornementation, dépressions, murettes épines, etc.

La disposition générale d'un grain varie beaucoup, néanmoins le cas le plus fréquent est un grain plus ou moins sphérique comportant trois apertures (pores ou sillons); ce qui le rend plus ou moins triangulaire (Del carmen Fernandez et *al.*, 1992). Suivant le plan selon lequel on examine un grain de pollen il aura des contours différents dans le cas général, ainsi par exemple :

Dans le plan polaire on aura un contour :

- Circulaire pour la vexe (*Vicia*).
- Subcirculaire pour l'érable (*Acer*).
- Subtriangulaire pour la bourdaine (*Frangulaalnus*).
- Triangulaire pour l'eucalyptus.

Dans le plan équatorial on aura un contour :

- Prolate (ovale allongé suivant l'axe polaire) pour vexe.
- Oblate (ovale allongé suivant l'axe équatorial) pour la sauge (*Salvia*).
- Sphérique pour la jasion (*Jasionemontana*).

La plupart des grains sont isopolaires (pôles semblables), toute fois il y a une exception notable, la *vipérine vulgaire*, qui est de forme ovoïde ou anisopolaire (pôles différents) (Dajazi et *al.*, 1991).

3. Les Apertures

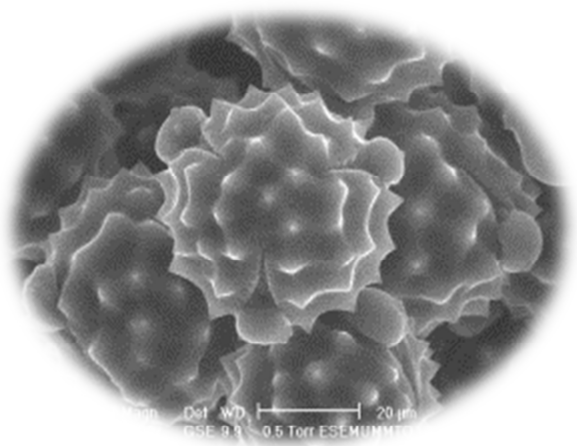
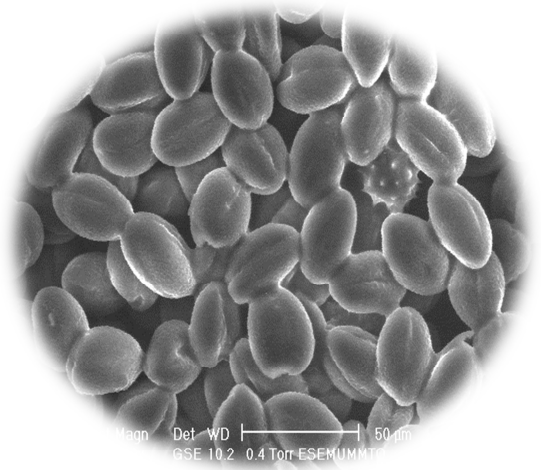
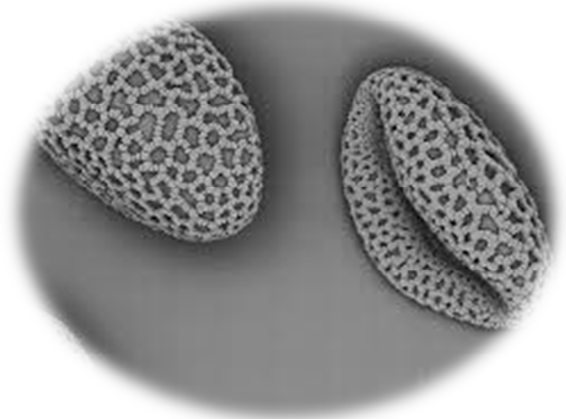
Selon laaidi et laaidi Besancenot (1997) : On peut voir à la surface du pollen des zones présentant un amincissement ou même une absence de certaine couche de l'exine, celles-ci correspondent aux points de sortie possible du tube pollinique, ce sont les apertures.

Elles sont fréquemment renflées comme dans le robinier faux acacia. Selon leur forme, on distingue les pores (porus) de forme arrondie et les sillons (colpus) de forme allongée. De nombreuses combinaisons sont possibles entre les pores et les sillons, citons les grains :

- Colporés (pores plus sillons) robinier, tilleul, trèfle blanc tous tricolporés.
- Monoporés (forment) ; diporés (colchique), triporés (campanule).
- Monocolpé (lys), dicolpés (hypecoum) ; tricolpés (amandier, sainfoin).

Chapitre II

Biochimie du pollen



La biochimie du grain de pollen elle dépend, tout comme pour le miel, des spécificités géobotaniques des fleurs visitées. 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 du pollen telles qu'elles sont confectionnées par les abeilles.



Figure 4 : composition moyenne du pollen (Anonyme, 2014)

1. Eau

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

2. Glucides

Les glucides représentent plus d'un quart de la masse sèche des pelotes et presque un tiers de sa valeur calorique avec 246 kcal/100 g.

Il a été montré que la composition en sucre du pollen varie selon : l'origine végétale du pollen, la méthode de collecte et la méthode de stockage (Szczesna *et al.*, 2002).

Au total, 14 sucres différents ont été identifiés dans le pollen dont le fructose, le glucose et le sucrose qui sont les plus importants en termes de quantité (Szczesna *et al.*, 2002). Des valeurs de 46 % pour le fructose, de 37 % pour le glucose et de 8% pour le sucrose ont été observées sur différents pollens par Szczesna (2007).

Les autres sucres comme l'arabinose, le ribose, le tréhalose, l'isomaltose, le turanose, le coibiose, le gentiobiose, le melibiose et le melezitose ont des valeurs relatives proches de 1 % (Serra Bonvehi et Casanova, 1986). Le pollen contient aussi de l'amidon en quantité variable, de 12,4 % à 26 % (Stanley et Linskens, 1974). La présence d'amidon est très peu considérée dans les discussions abordant la composition des sucres dans les pelotes de pollen (Szczesna *et al.*, 2002).

3. 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).

- **Acides aminés**

Les acides aminés sont les constituants de base des protéines et se retrouvent séparés lors de la digestion de celles-ci. Ces acides organiques, portant un ou deux groupement amine, sont au nombre de 24 dont 8 essentiels car non synthétisés de manière suffisante dans le corps humain: la leucine, l'isoleucine, la lysine, la valine, la méthionine, la phénylalanine, le tryptophane et la thréonine. Ils sont apportés par l'alimentation et la synthèse normale des protéines va se trouver affectée en cas de carence. Il existe des protéines définies comme « de haute valeur biologique », car possédant ces 8 acides aminés dans des proportions intéressantes, et que l'on retrouve dans les œufs, le lait de vache, la viande, le fromage, le poisson, le germe de blé, le soja, la levure de bière, les céréales complètes mais aussi dans le pollen d'abeille.

Dans ce dernier élément, on a les proportions suivantes: leucine (9,06%), lysine (7,70%), isoleucine (7%), valine (6,91%), phénylalanine (5,94%), thréonine (5,28%), méthionine (1,17%) et tryptophane (<1%). Le pollen poly-floral est défini comme protéine végétale de 2° degré, car il contient tous les acides aminés essentiels, mais dans des proportions non équilibrées (équilibrées pour celles du 1° degré).

Ces acides aminés rentrent dans la composition de nombreux neuromédiateurs et sont donc essentiels au bon fonctionnement du système nerveux. Ils sont utilisés en complément en cas de stress, de dépression ou encore chez certains sportifs adeptes de la musculation.

Le tableau suivant expose les teneurs en acides aminés de différentes plantes :

Tableau 1: la composition quantitative en acides aminés de divers pollens (en g pour 100g de pollen)(Chauvin, 1987) :

	<i>Salixnigra</i>	<i>Delphinium virescens</i>	<i>Quercus stellata</i>	<i>Lupinustexensis</i>	<i>Cassia fasciculata</i>	Mélange de pollen
Arginine	5,6	4,4	6,4	4,9	5	5,7
Histidine	2	3,5	2,4	2,2	2,6	2,4
Isoleucine	5,2	5,1	4,7	5,5	5,8	4,5
Leucine	7	6,6	7,2	7,4	7,5	6,7
Lysine	5,9	6,3	7	6	6,8	6,3
Méthionine	1,9	1,8	1,7	2,1	2,1	1,8
Phénylalanine	3,7	4,4	4,1	4	4,3	3,9
Thréonine	3,8	3,9	4	4,3	2,3	4
Tryptophane	1,5	1,4	1,2	1,4	1,6	1,3
Valine	6	6	5,5	5,6	5,9	5,7
Protéine brute	22,57	22,66	27,68	32,08	33,32	19,7
(N x 6,25)						

4. Lipides

Les produits de la ruche sont particulièrement pauvres en lipides, sauf dans le cas de la cire d'abeilles, mais contiennent toutefois des triglycérides, des acides gras libres, du cholestérol et des méthyl esters d'acide gras libre. Pain d'abeilles et pollen contiennent en particulier des acides gras libres et lipides complexes, comme les caroténoïdes ou les phospholipides.

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) (Pham-Deleque *in* Cherbuliez, 2001).

Ils sont principalement issus de l'exine du grain de pollen. La pelote de pollen regroupe une grande variété de lipides comme : des acides gras essentiels (linoléique, linoléinique, arachidonique), des cires, des glycérides, des hydrocarbures, des phospholipides, des stérols et même des terpènes (qui sont des lipoides à l'origine des arômes de certains pollen).

On retrouve aussi dans les pelotes des phytostérols. Ce sont des voisins du cholestérol animal. Ils sont peu absorbés par les intestins, en effet ils seraient en compétition avec le cholestérol pour l'absorption. Ils influeraient sur l'excrétion des sels biliaires.

5. Minéraux

La composition minérale est variée. Exprimés en mg/kg de pollen sec, les principaux éléments sont le phosphore (P) : 5946 ; le potassium (K) : 5324 ; le calcium (Ca) : 2068 ; le magnésium (Mg) : 1449 ; le sodium (Na) : 483,4 ; l'aluminium (Al) : 129,3 ; le fer (Fe) : 119,3 ; le manganèse (Mn) : 70,23 ; le zinc (Zn) : 45,10 ; et le cuivre (Cu) : 17,35.

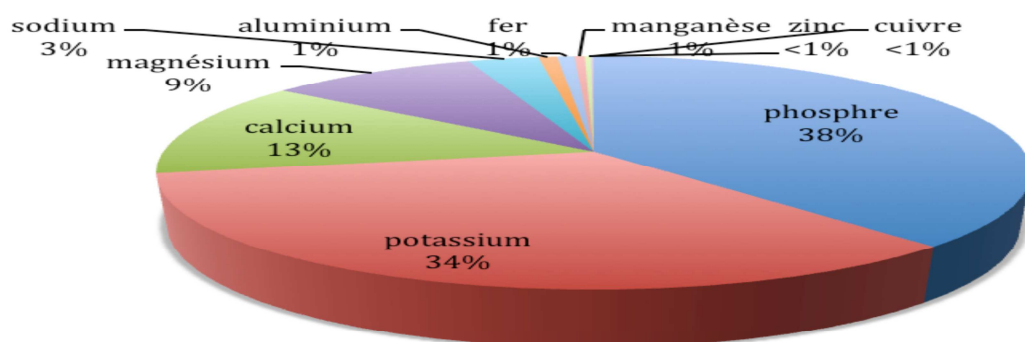


Figure 5 : Composition minérale du pollen d'abeille (Anonyme, 2014).

6. Enzymes

Les produits de la ruche sont particulièrement riches en enzymes, des protéines spécifiques catalysant les réactions biochimiques. Toutefois, cette activité diminue avec la durée de stockage et est sensible à la température à cause de la présence d'enzymes thermolabiles

Les enzymes représentées dans les pelotes de pollen sont très nombreuses :

- Amylase
- Saccharase
- Diastase
- Phosphatase
- Pectase
- Cozymase
- Pepsine
- 14 Oxydoréductases
- 333 Hydrolases
- 21 Transférases
- 11 Lyases
- Isomérase
- Trypsine
- Disphorase
- Enzymes du système
- Cytochrome
- Déshydrogénases

Des cofacteurs de ces enzymes sont retrouvés : la biotine, le glutathion, le NAD ainsi que Certains nucléosides.

7. Vitamines

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

Tableau 2 : composition en vitamines du pollen (Campos et *al.*, 2008).

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

8. Pigments

On peut séparer dans les récoltes obtenues à la trappe à pollen, les différents constituants, grâce à leur couleur ; les colorations que présentent les pelotes faites par les abeilles vont du jaune pâle au vert, avec toutes les gammes d'orangés et de bruns. Les pigments isolés appartiennent à deux grandes classes :

-celle des flavonoïdes : Heyl (1919) isole un glucoside d'isorhamnétol : il émet l'hypothèse que cette substance joue probablement un rôle dans le processus de fertilisation. Effectivement Kuxw (1944) a montré que cet éther méthylique du quercétol, isolé du pollen de Crocus, pouvait être un facteur déterminant du sexe des cellules reproductrices. Deux dérivés du quercétol ont été isolés : l'un se trouve dans les fleurs à long style, l'autre uniquement dans celles à style court :

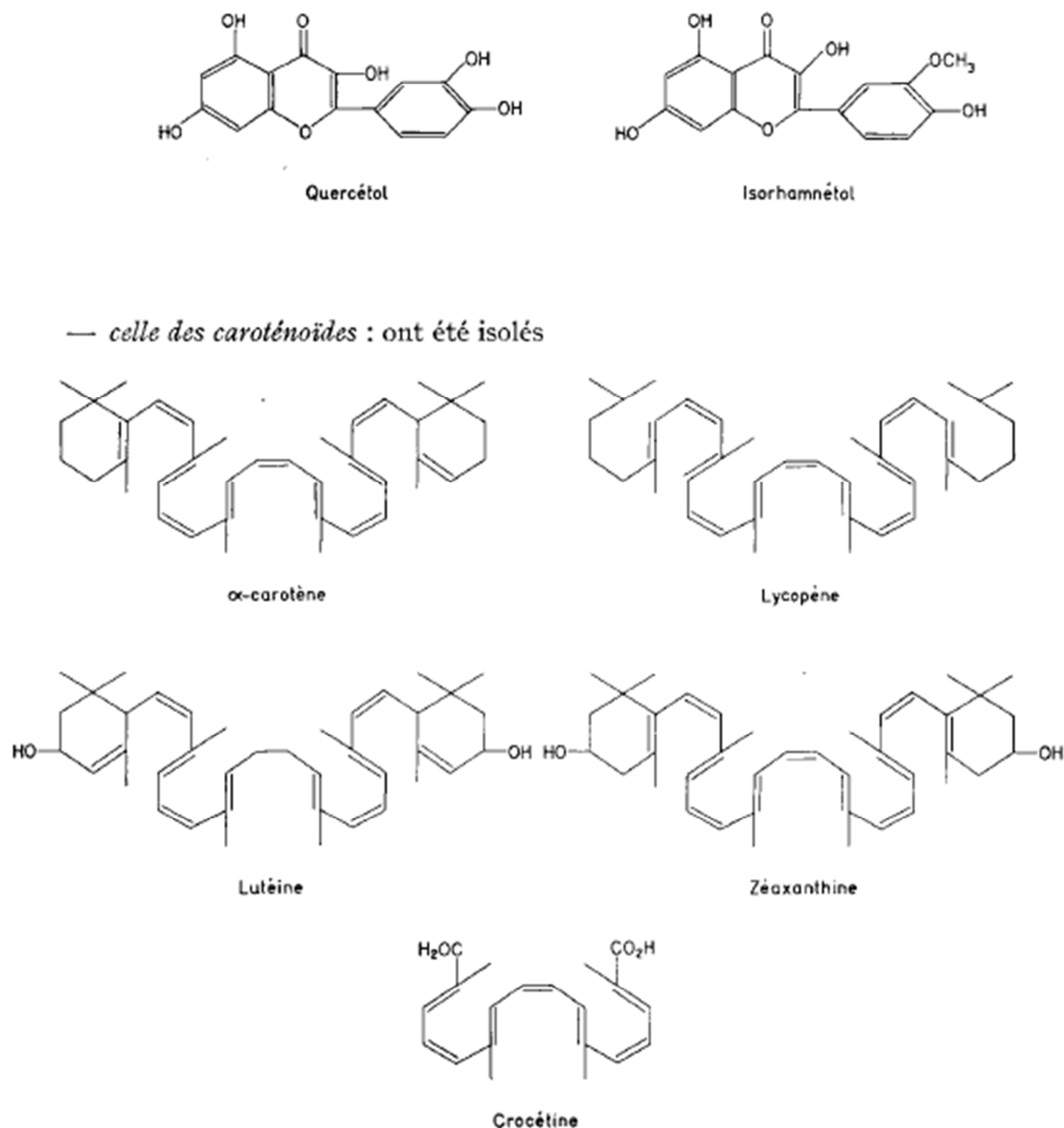


Figure 6 : les pigments des flavonoïdes et des caroténoïdes.

Vivino (1944) les isola sont estimés dans les proportions suivantes :

- 50 à 150 $\mu\text{g/g}$ pour les carotènes ;
- 140 à 400 $\mu\text{g/g}$ pour les xanthophylles.

Von euler (1945) fit remarquer que les insectes récoltent généralement des pollens contenant des caroténoïdes, tandis que les pollens transportés par le vent sont riches en flavonoïdes. Jusqu'à présent il n'est pas fait mention d'autres classes de pigments et en particulier ni de chlorophylles, ni d'anthocyanes.

9. Autres

- Des hormones et précurseurs hormonaux,
- Des facteurs et hormones de croissance : hormones gonadotrophiques, oestrogènes et androgènes,
- ADN et ARN : le pollen contient un certain taux d'acide nucléique.

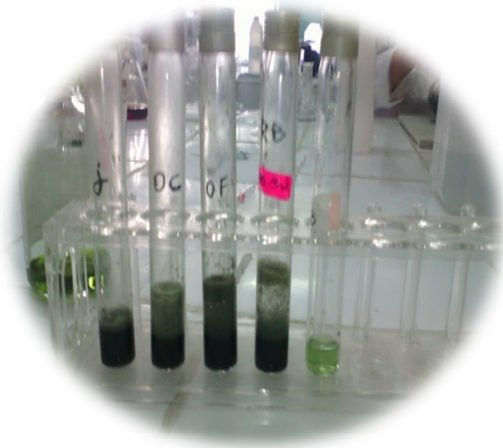
Chapitre III

Technologie du pollen



Chapitre IV

Matériels et Méthodes



Chapitre V

Résultats et discussions



1. Pollen récolté

Les images de la figure 12 montrent le pollen sous forme de pelotes de différentes couleurs. L'échantillon est composé d'un mélange de couleur. Ces différentes couleurs renseignent sur la multitude des fleurs mellifère à partir desquelles les abeilles ont butiné ce pollen.

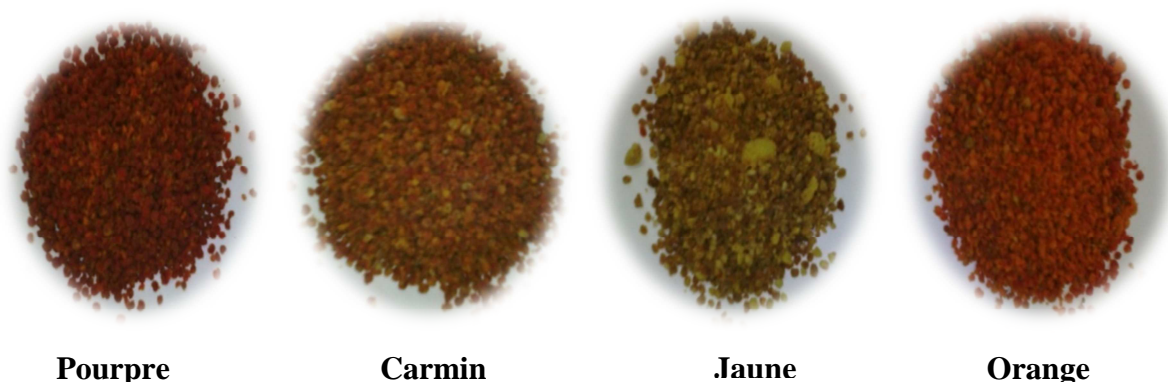


Figure 12 : Les différentes variétés de pollen récolté (photo originale).

Selon Wennig (2003), une pelote représente l'exploitation de centaines fleurs, la composition et la couleur du pollen différente selon la variété butinée.

1.1. Triage du pollen selon la couleur

Le pollen récolté est un mélange de plusieurs types selon les couleurs. Le triage permet de séparer les pelotes du pollen selon leurs couleurs. La multitude de couleurs peut nous renseigner, d'une part sur la diversité de la flore mellifère de la région d'étude, et d'autre part sur la richesse nutritionnelle du pollen récolté.

Au cours de notre triage nous avons négligé les types de pollen, dont les proportions sont inférieures à 0.5 %. En effet, le pollen récolté en mois d'Avril est trié en 4 types de couleurs et de proportion différentes : Pourpre (46.82%) ; Carmin (31.50%) ; Jaune (12.36%) ; Orange (9.30%). Nous constatons la dominance de la couleur pourpre dans ce mélange, ce qui signifie l'abondance d'une espèce mellifère pourvoyeuse de ce type de pollen (figure 13).

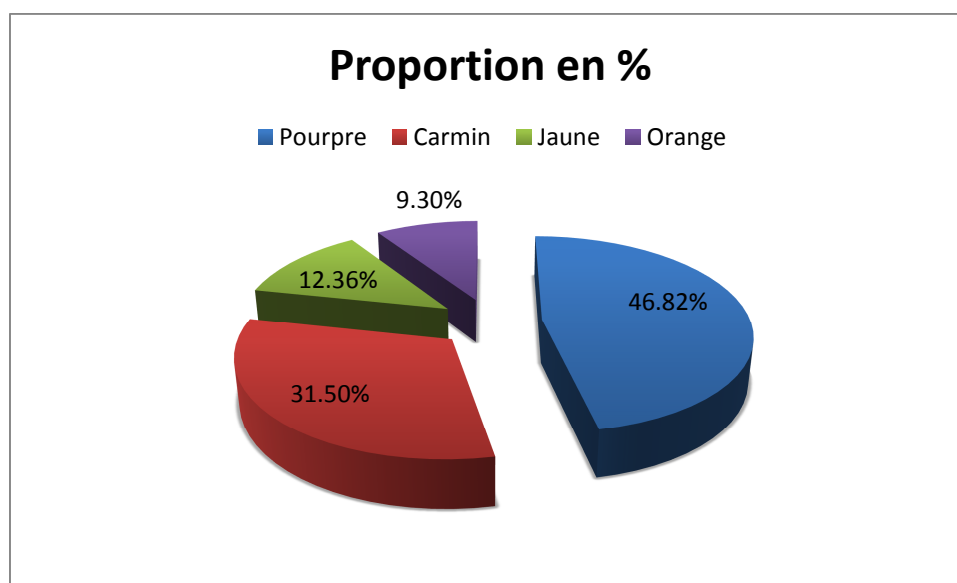


Figure 13 : Les proportions des différents types de pollen.

Selon **Luz et al., 2010**, les pelotes de la même couleur appartiennent à la même famille, le type de pollen peut varier selon la région d'où il est issu et selon la saison de la végétation, et les conditions climatiques.

1.2. Poids de 100 pelotes

La figure 14 illustre le poids de cent pelotes de quatre types de pollen prépondérants. D'après les résultats obtenus, nous constatons une variation du poids de 100 pelotes de 0.65 à 0.80g. Pourpre, provenant de l'espèce Sainfoin est classé en premier avec un poids moyen de 0.80g, suivi par le carmin avec 0.78g ; Orange avec 0.76g ; jaune 0.65 g provenant de l'espèce Moutarde des champs.

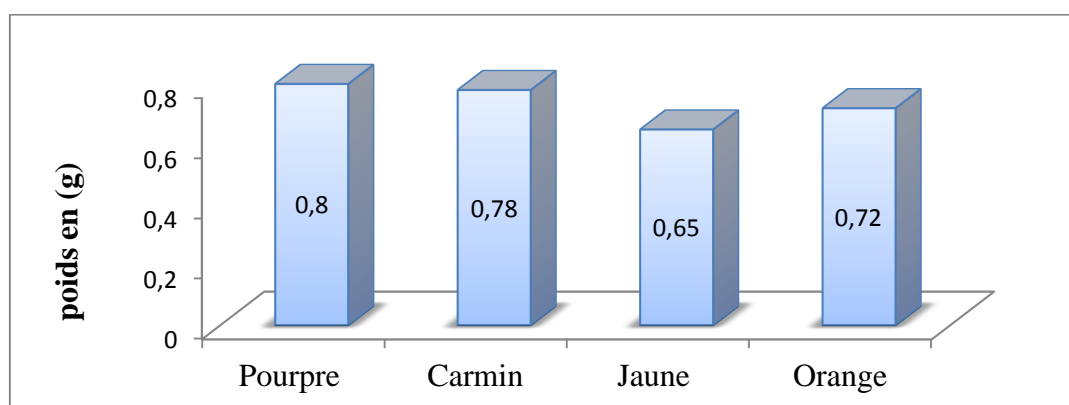


Figure 14 : Poids de 100 pelotes(g) des différents types de pollen.

2. Etude physico-chimique du pollen :

2.1. Teneur en eau : Les valeurs des teneurs en eau des différents échantillons du pollen sont indiquées dans la figure suivante (figure 15).

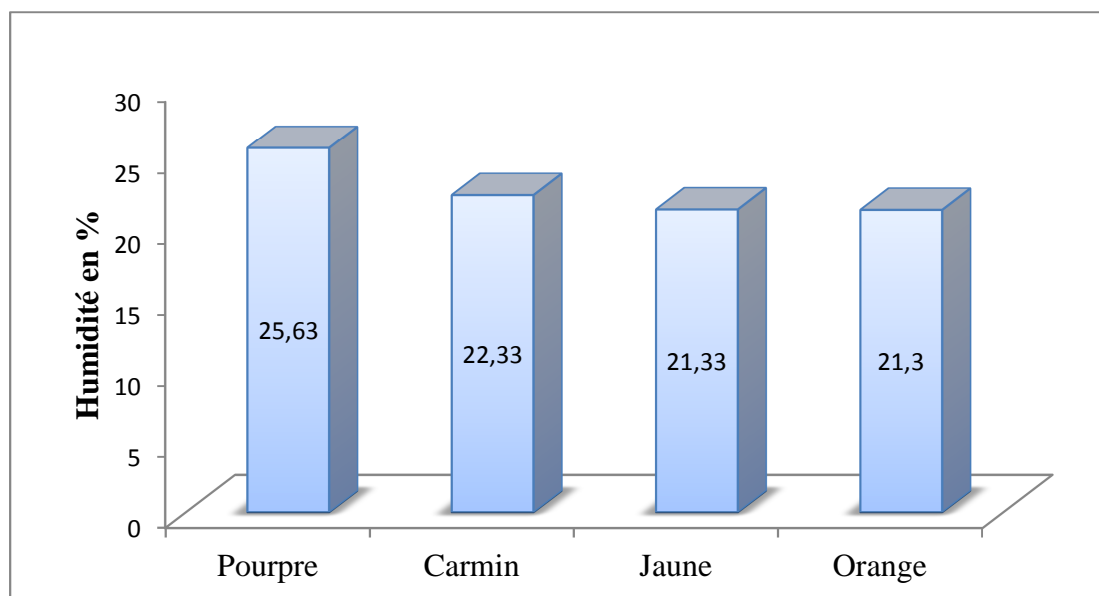


Figure 15 : Teneur en eau (%) des différents types de pollen.

Les taux d'humidité des différents types de pollen varient respectivement de 21.3 à 25.63% (figure 15) cette variation peut expliquer d'une part par la nature des espèces mellifère butinées et d'autre part par l'influence des conditions climatiques. Nos résultats concordent avec ceux rapportés par Roulston et Cane (2000) et Human et Nicolson (2006). Ces auteurs ont lié la teneur en eau du pollen à son origine botanique. Par ailleurs, Amzal et Bekouche (2013) ont trouvé des taux d'humidité variant de 16.3 à 21.18%.

Selon Bougdanov (2004), les pollens frais contiennent les taux d'humidité élevés (16.51 à 21.81%), ce qui les prédispose à devenir un milieu idéal pour les microorganismes.

Pour protéger au maximum la qualité du pollen, ce dernier doit être immédiatement traité par une humidité d'environ 6%. Un taux d'humidité supérieure à 6 à 8% peut favoriser la fermentation de pollen au cours du stockage (Almedia-Muradianm et *al.*, 2005).

Résultats et discussions

2.2. Potentiel d'Hydrogène

Les valeurs de pH des différents types de pollen varient de 4.7 à 5.07. Nos résultats sont inférieurs à ceux trouvés par Younsi et lazizi (2016), qui ont étudié le pollen de la même région et dont les valeurs varient de 5.08 à 5.95. Par ailleurs, Herbert et Shimanki (1978) et Krell (1996) ont trouvé des valeurs de PH qui oscillent entre 4 et 6 (figure N°16).

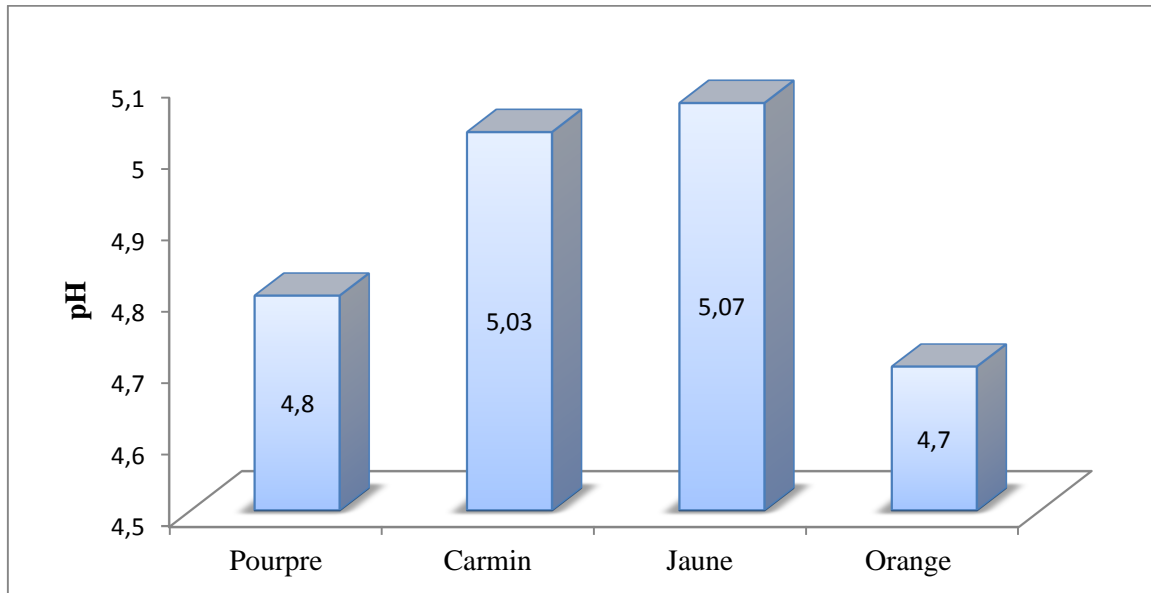


Figure 16: Valeurs du pH des différents types de pollen.

2.3. Teneur en cendre

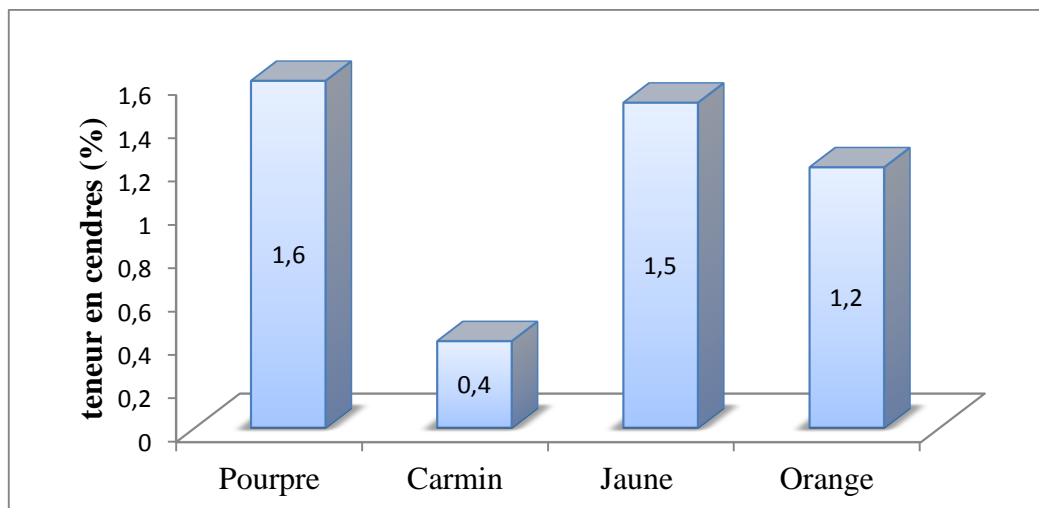


Figure 17 : Teneurs en cendre de différents types de pollen.

Résultats et discussions

La Figure 17 montre les teneurs en cendre des différents types de pollens qui varient entre 0.2 et 1.6%. Les résultats obtenus sont inférieurs à ceux cités par Prost et le Conte (2005), qui estiment qu'elles varient entre 1% et à 7% et aux résultats trouvés par CHERFA et SMAILI (2012), dont la teneur maximale est de 9.07%. Cette différence ne peut être expliquée que par l'origine botanique et la nature des espèces butinées.

2.4. Acidité titrable

L'acidité libre du pollen est probablement due à l'action de la flore lactique naturelle rencontrée dans le pollen frais, responsable de l'hydrolyse des composés organiques particulièrement les glucides pour libérer des acides organiques libres comme métabolites (Giliam, 1990).

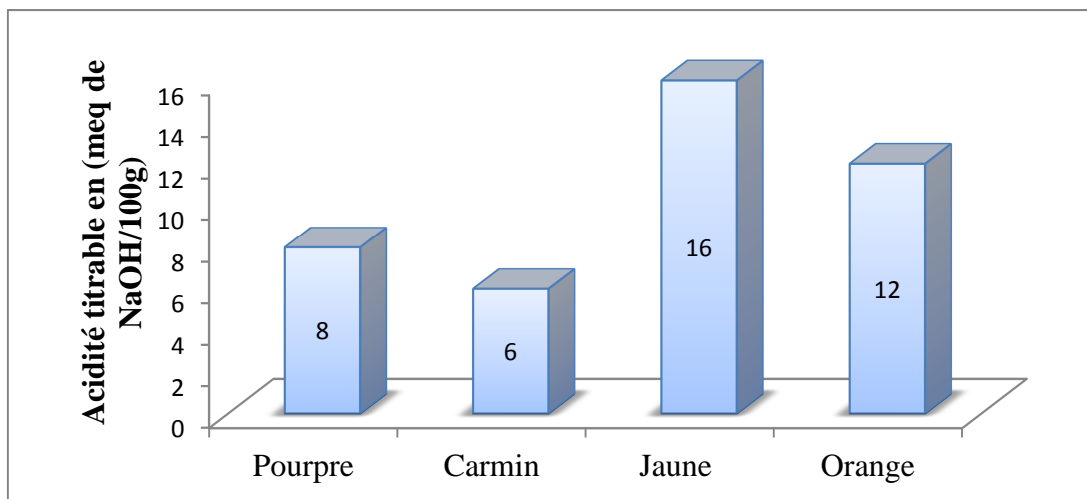


Figure 18: Valeurs de l'acidité titrable de différents types de pollen.

L'acidité titrable (figure 18) des différents types de pollen varient de 6 à 16 meq de NaOH/100g. Nous remarquons en effet une fluctuation importante des valeurs qui varient de 6 meq de NaOH/100g (le carmin) à 16 meq de NaOH/100g (Jaune provenant de l'espèce Moutarde des champs). Cette fluctuation est due à la composition et la diversité des espèces florales butinées.

2.5. Teneur en composés phénoliques totaux

Les composés phénoliques ou polyphénols sont des métabolites secondaires caractérisés par la présence d'un cycle aromatique portant des groupements hydroxyles libres ou engagés avec un glucide. La capacité élevée des constituants phénoliques à neutraliser les espèces actives de l'oxygène est fortement associée à leur structure, surtout les doubles liaisons

Résultats et discussions

conjuguées et le nombre de groupes d'hydroxyle dans le cycle aromatique, la plupart du temps attribuée aux flavonoïdes (Silva *et al.*, 2000).

Les valeurs de la DO obtenues sont projetées sur la courbe d'étalonnage tracée à partir des différentes concentrations d'acide gallique. Les résultats de la teneur en polyphénols totaux sont indiqués dans la figure suivante (figure N°19).

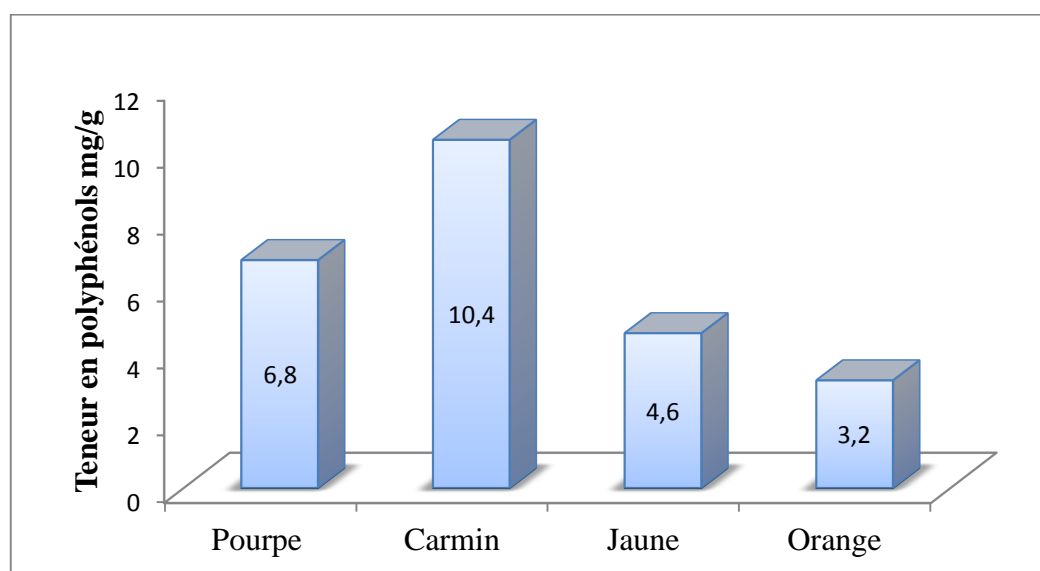


Figure 19 : Teneur en polyphénols des différents types de pollen.

Les différents types de pollen renferment des teneurs en polyphénols qui varient entre 3.2 à 10.4 mg/g. Ces résultats obtenus sont assimilable à ceux trouvés par Kroyer et Hegedus (2001) qui tend de 7,4 à 9,4mg/g et sont inférieurs à celles donner par Percie du Sert (2009) qui tend de 10,33 à 20,86 mg/g, cela est dû à la différence d'origine florales.

2.6. Activité anti-oxydante

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

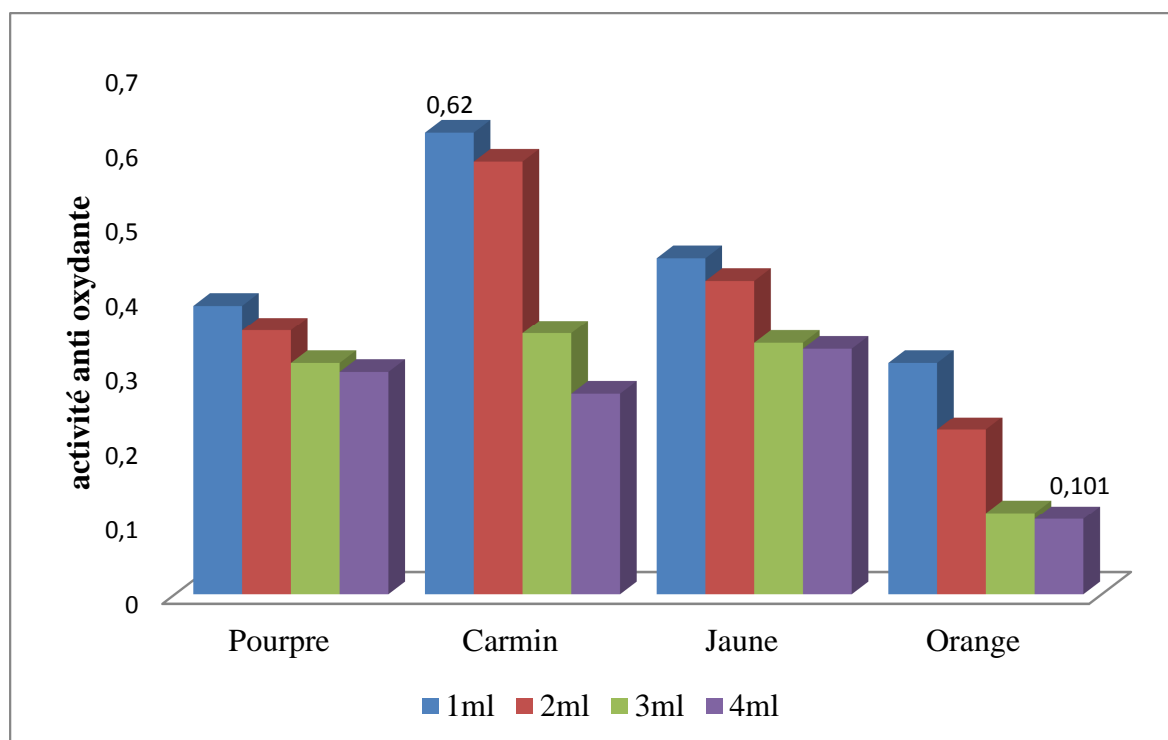


Figure 20 : Les valeurs de l'activité antioxydante des différents types de pollen.

Il apparait de la figure 20, que l'activité antioxydante, en équivalent mg d'acide ascorbique/g, est différentes d'un type de pollen à un autres. Les valeurs enregistrées varient en effet de 0.101 à 0.620 mg acide ascorbique /g.

Cette variation due à la différence d'origine florale et régionale.

Conclusion



Conclusion

Au cours de notre travail on a essayé de déterminer les différentes composantes physique et chimique des échantillons du pollen frais ; les résultats obtenus nous ont permis de conclure que :

Le pollen récolté par l'abeille est constitué de plusieurs types de pollen de couleurs différentes. Ceci signifie que la région d'étude possède plusieurs espèces pollinifères. La couleur du pollen est due au pigment dominant dans chaque espèce botanique.

La teneur en eau des différents échantillons de pollen varie de 21.3 à 25.63%, ce paramètre peut influencer la stabilité du produit au cours de la conservation. Dans le cas du pH, la variabilité est moins importante comparativement à l'acidité titrable. Ces deux paramètres peuvent, en effet, indiquer l'état de fraîcheur du pollen récolté.

Les polyphénols sont de puissants antioxydants. Leurs teneurs varient de (3.2 à 10.4 mg GAE/g). Les polyphénols ralentie l'oxydation des acides gras insaturés, et lutte contre le stress oxydatif, à l'échelle cellulaire dans l'organisme.

Pour terminer, les produits de la ruche fournissent-ils une merveilleuse source d'alicaments. Revitalisants et régénérants, ils contribuent à notre bien-être et à notre santé. À ce titre, ils méritent d'occuper une bonne place dans notre pharmacie naturelle familiale. En cures saisonnières préventives, ils permettent de renforcer notre capitale santé, de nous prémunir contre les maladies hivernales et de façon générale, de mieux faire face aux sollicitations de la vie quotidienne.

Références bibliographique

Références Bibliographie

A

ALMEIDA LB-MURADIAN; PAMPELUNE LC ; COIMBRA. S (2005).Composition chimique et l'évaluation botanique de boulettes séchées pollen d'abeille. Journal of Food Composition and Analysis.Pp 105-111.

AMZAL H., ET BEKOUCHE D (2013). Etude palynologique et physicochimique du pollen d'abeille de la région de Nacéria (W boumerdes).Thèse d'ingénieur technologie alimentaire .Université Mouloud Mammeri T.O.

B

BOGDANOV S (2006). Contaminants of bee products.*Apidologie*, v. 37, p. 1–18.

BOGDANOV, (2004).Quality and Standards of Pollen and Beeswax. APIACTA, 38, 334-341.

C

CAMPOS, M.G.R.,S. BOGDANOV, L.B.ALMEIDA-MURADIAN, T. SZCZESNA, Y. MANCEBO, C. FRIGERIO, F. FERREIRA (2008). Pollen composition and standardization of analytical methods. J. Apic. Res. 47(2):156-163.

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.

CHAUVIN R.(1987),le miel ,In « ruche et l'homme ».Edition calmann-lévy :47,45.

CHAUVIN. R (1987).La ruche et l'homme. Ed SUD.161p.

Références Bibliographique

CHERFA. F et SMAIL. N (2012).caractérisation physico-chimique, microscopique et microbiologique des différents pollens de la région Naceria .63-67p.contribution à la maîtrise des risques de pollinisation croisée, Thèse de doctorant.Institut national agronomique paris – Grignon(INAP-G).

D

DAJAZI, TILI-BOTTRAUD I. ET GOUYON P, H. (1991), Evolution de pollen morphologie, science,253 :66-68.

DAJAZI,(1993) l'évolution du grain de pollen In « grand Larousse annuel » Larousse édition .

DANY.B (1983). La récolte moderne du pollen. Edition Européenne Apicole. Pp140.149

DEL CARMEN FERNANDEZ M. ,ROMERO-GARCIA A.T.RODRIGUEZ, GARCIA MARIA I. (1992).Aperture structure , development and function in lycopersicumasculentummilleer (solannaceae) pollen grain ,Review. Of palanebotassy and palynology, volume72, issues1-2, 22 may 1992, page 41-48.

DEL FUEYO G. M.,ARCHANGELSKY S. ARCHANGELSKY A. (2012) An ultrastructrale study of The araucarian pollen grain cycluphaera radiate Archangelsky frome the Albian of Patagonia ariginal Reszarch Article Review of palaeobotanique and palynology, volume 173,1 April 2012, page 57-65.

F

FRONTY.A (1984). L'apiculture aujourd'hui. EDITION Dargaud. Pp : 222 ; 230.

FRONTY.A(1999).l'apiculture aujourd'hui, editiondargaud,p,p :22 ;230

G

G. KROYER_, N. HEGEDUS(2001).Evaluation of bioactive properties of pollen functional dietary food supplement Innovative Food Science & Emerging Technologies 2 Ž2001.171_174

GILIAM (1990).Microorganisms associated with pollen, honey, and brood provisions in the test of a stingless bee. Meliponafasciata. Apidologie 21. Pp: 90-98.

Références Bibliographiques

GOUT J et JARDEL G.(1998) .le monde du miel et des abeilles .Delachaux et Niestlé,Paris .

GRAHAM J.M (1992).The hive and the honey bee .ED .Dutton and sons.hamilton.

GUERRIAT H. (2000). Etre performant en apiculture. Ed. Rucher du Tilleul. Pp: 51; 108; 113.

H

HERBERT J. et SHIMANKI H.(1978).Chemical composition and nutritive value of bee-collected and bee-stored pollen.*Apidologie*. v. 9, p. 33-40.

HUBERSSAN J. (2001).l'analyse pollinique des miels par l'amateur, Galerie Apiculture virtuelle.

HUMAN H.et NICOLSON S.W (2006). Digestion of maize and sunflower pollen by the spotted maize beetle *Astylus atrorugosus* (Melyridae): is there a role for osmotic stress. *J. Insect. Physiol.* N°49. Pp: 633-643.

K

KRELL R.(1996).Value-added products from beekeeping.Food and Agriculture Organization of the United Nations,Rome,PP 87-13(FAO Agricultural Services Bulletin).

L

LAAIDI K .et LAAIDI BESANCENOT J.P.(1997).pollens, pollinoses et météorologie . la météorologie 8° série N°20.

LAURIAM R. S., FOSTER E., LEVESQUE-LEMAY MADLEIME ,ROUTLY E., WIKINSON D., ET GLEDDIE S. (2004).le potentiel de fixer des limites au flux des transgènes en modifiant les protéines a la surface des grains de pollen, agriculture et agroalimentaire, Ottawa, canada, bulletin IBP n°1.

LE CONTE Y (2006) .Mieux connaître l'abeille. Traité rustica de l'apiculture. Pp : 19.

LE CONTE (2005). Connaitre l'abeille, conduire le rucher. Techniques et documentations. 7^{ème} Ed Lavoisier. Pp : 309 ; 410 ; 482.

LUZ C., BACHA JR., FONSECA.RLE. , SOUSAP.(2010). Preferences pollen comparatives par africanise abeilles *Apis mellifera* des deux colonies en para de minas, minas gerais, bresil, annal de l'académie brésilienne des sciences, 82pp.293-301.

Références Bibliographie

M

MELLIN E, (2002). Aperçu de la flore mellifère de Belgique et des régions voisines. Botanique apicole. Gembloux.

MOREIRA, L ; DIAS L.G ; PEREIRA ; J.A ; ESTEVNHO, L (2008). Antioxydant proprieties, total phenols and pollen analysis of propolis samples from Portugal. Food and chemical toxicology. 46. Pp 152-163.

N

Nathalie Jarosz (2003), Etudes de la disparition atmosphérique du pollen de maïs.

P

PHILIPPE J.M., (1991) La pollinisation par les abeilles. Ed SUD. P34.

PITTA M. MARKAKI P.(2010). Study of aflatoxin B1 production by *Aspergillus parasiticus* in bee pollen of Greek origin. MycotoxRes. 26:229–234.

PROST J .P (2005) .La vie sociale des abeilles. Traité rustica de l'apiculture. Pp : 54 ; 83.

PROST J.P ; LE CONTE Y (2005). Apiculture : connaître l'abeille. Ed. Technique et documentation, Lavoisier, PARIS. Pp 579 ; 589 ; 600.

R

Ravazzi .G (2003). L'abeille et l'apiculture. Edition de vecchi.159p.

Ravazzi, G.(2003).les autre produits de la ruche in « abeille et apiculture ».Ed : vecchi ,118-121.

ROULSTON et CANE (2000) . Pollen nutritional content and digestibility for animal. Plant systematics and evolution, pp 187-209.

S

SERRA B, ALEGRET L.(1986). Etude microbiologiques du pollen d'abeilles. Rev Franç. Apic. 79: 259-266.

Références Bibliographie

SERRA-BONVEHI J; CASANOVA; T.M (1997).Nutrient Composition and Microbiological Quality of Honeybee-Collected Pollen in Spain. Journal of Agriculture and Food Chemistry.Pp: 725-732.

Silva D.I.,Rodrigues AS., Lairesa .(2000).Phenolic acid and derivatives :studies on the relationship among structure,radical scavenging activity and physicochemical parametres, journal of Agricultural and Food chemistry,48pp. 2122-2126.

STANCIU, O.G., L.A. MARGHITAS, D. DEZMIREAN, 2009. Macro- and Oligo-Mineral Elements from Honeybee-Collected Pollen and Beebread Harvested from Transylvania (Romania). Bul UASVM An. Sci. Biotec., 66(1-2): 276-281.

Suc Jean-Pierre,(1996),pollen et spores d'Europe et d'Afrique du nord Geobios,volume 29, issue 1 page 110 suisse de recherche Apicole :1-10.

Szcesna, T, Rybak-Chmielewska, H, Skowronski, W.(2002). Sugar composition of pollen loads harvested at different periods of the beekeeping season- journal of apicultural science. 46(2).pp107-115.

SZCESNA,T,RYBAK-CHMELEWSKA,H,SKOWRONEK,W (1995). Alteration in chemical composition of the pollen loads stores under various condition, (sugars, fat and ash).Pszczelnictwo Zeszyty Naukowe, 40:145-156.

SZCESNA.(2006), proteins content and amino acid composition of bee-collected pollen from selected botanical origins.Journal of apiculture science.v 50(2).p81-90.

W

WENNING C.J (2003).Pollen and the honeybee.American Bee journal 134. Pp 394-397.

Sit web:

www.cloudfront.net>pdf

www.acces.ens.lyon.fr

www.catoire-fantasque.be/animaux/abeilles/pollen

Www.Apisndest.fr/Récolte-pollen

www.memoireonline.com

Références Bibliographie

WWW.VEVEbm.free.fr/les%20pros/Apitherapie/pollen/pollen.html

www.lesruchersdargonne.com/trappe-apollen.htm

www.apiservices.biz/fr



Annexes

Annexes

*Annexe 1

Préparation des solutions :

1 : Phosphate de sodium (Na_2HPO_4)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Annexes

3: Acide sulfurique (H₂SO₄)

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

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

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

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

*Annexe 2

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

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

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

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

*Annexe 3

Préparation de KOH (hydroxyde de potassium méthanoïque 2N :

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

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

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

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

*Annexe 4


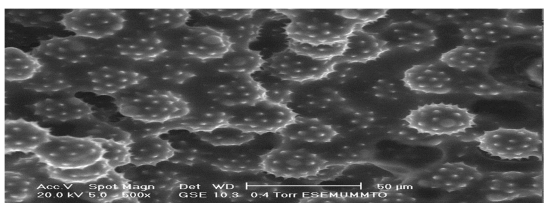

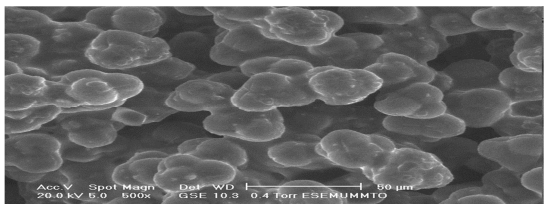

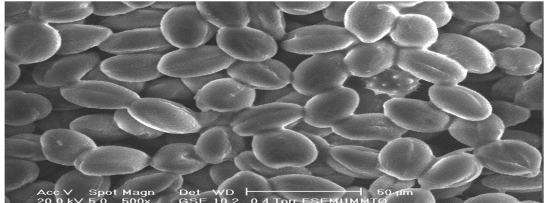

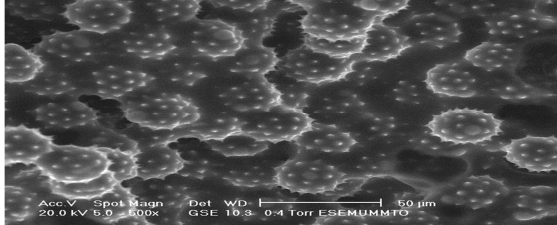
Préparation de la solution de carbonate de sodium (Na₂CO₃) à 75 % :

75 g de Carbonate de sodium (Na₂CO₃) \longrightarrow 100 ml d'eau distillée.

Annexes

Annexe 5






Les différentes fractions de pollens et les images microscopiques correspondantes

Echantillon de pollen d'abeille	Observation microscopique
<p>Pourpre</p> 	 <p>Acc V Spot Magn Det WD 50 µm 20.0 kV 5.0 500x GSE 10.3 0.4 Torr ESEMUMMTO</p>
<p>Carmin</p> 	 <p>Acc V Spot Magn Det WD 50 µm 20.0 kV 5.0 500x GSE 10.3 0.4 Torr ESEMUMMTO</p>
<p>Jaune</p> 	 <p>Acc V Spot Magn Det WD 50 µm 20.0 kV 5.0 500x GSE 10.2 0.4 Torr ESEMUMMTO</p>
<p>Orange</p> 	 <p>Acc V Spot Magn Det WD 50 µm 20.0 kV 5.0 500x GSE 10.3 0.4 Torr ESEMUMMTO</p>

Annexes

Annexe 7

Les différents types de pollen triés selon la couleur et leurs origines florales

Echantillon de pollen d'abeille	Echantillon de pollen végétal
Pourpre 	Sainfoin 
Carmin 	
Jaune 	Motarde des champs 
Orange 