



République Algérienne Démocratique & populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la recherche scientifique

Université SAAD DAHLAB- BLIDA 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la vie

Département de Biotechnologie

Projet de fin d'étude en vue d'obtention

Du Diplôme de Master

**Option : Biotechnologie de l'Alimentation & l'Amélioration des Performances
Animales**

**LA CARACTERISATION DES POLLENS
RECOLTES PAR L'ABEILLE DANS
LA REGION DE BLIDA**

Présenté par : Chibani Farida

Devant le jury:

| | | | |
|--------------------------|------------|-------------|---------------------|
| Mme Baba Ali A. | MAA | USDB | Présidente |
| Mme Sid S. | MAA | USDB | Examinatrice |
| Mlle Boubekeur S. | MAA | USDB | Promotrice |

Année Universitaire 2017 - 2018

Remerciement

Tous mes remerciements vont à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail en particulier, je tiens à remercier en première lieu Dieu le tout puissant de m'avoir donné courage et santé pour achever ce travail.

Un grand merci à ma promotrice Mlle Boubekour pour sa patience, ses conseils, et ses encouragements pour réaliser ce travail.

Je tiens à remercier particulièrement :

Mme Baba Ali qui m'a fait l'honneur de présider ce travail.

et

Mme Sid pour avoir d'acceptée d'examiner ce travail.

J'adresse mes vifs remerciements à Mr Hamzoui Mohamed pour ses orientations et tous les gens de la coopérative apicole de Chiffa.

Je tiens à remercier aussi tous ceux qui m'on aidé de prés ou de loin.

Dédicaces

C'est avec un très grand honneur que je dédie

Ce modeste travail à :

Mon très cher papa qui a consenti d'énormes sacrifices pour

La réussite de ma formation et mon éducation

A la source de ma tendresse, ma chérie maman

Ainsi qu'à mes frères et mes sœurs

A ma belle sœur et mes nièces

Chibani Farida

Résumé

Dans le but d'évaluer la qualité du pollen frais, nous avons effectués des analyses physico-chimiques et morphologiques sur douze échantillons de pollens provenant des quatre régions de la wilaya de Blida (Maramen, Mouzaia, Boufarik et Chebli), durant trois périodes de récoltes.

Les paramètres physico-chimiques analysés dans cette étude sont : l'humidité, les cendres, le potentiel d'hydrogène, les protéines brutes, la conductibilité électrique, et l'acidité titrable.

Les paramètres physiques étudiés sont : la couleur du pollen, le taux d'impureté, et la forme des pelotes.

Il existe une disparité entre les pollens des quatre régions pour les caractéristiques physiques.

Le pollen de Boufarik enregistre la valeur la plus élevée de la teneur en eau (27,48%).

Le pourcentage des cendres varie ente 2,08 à 2,60 % pour tous les échantillons analysés.

Le potentiel d'hydrogène enregistré ne dépasse pas le 4.78, cela montre que tous les pollens analysés ont un pH acide.

Le pollen de Maramen représente la valeur la plus élevée de la teneur en protéines brutes, de la conductibilité électrique et l'acidité titrable.

Mots clés : Pollen frais, Blida, Analyses physico-chimiques.

ملخص: حبوب الطلع الغير جافة

بهدف تقييم نوعية حبوب الطلع الغير جافة قمنا بالتحاليل الفيزيو- كيميائية و البنية الحسية لأثنى عشر عينة من حبوب الطلع المتحصل عليها من أربعة مناطق لولاية البليدة (مرمان، موزاية، بوفاريك و الشبلي) خلال فترات زمنية مختلفة من الحصاد.

التحاليل الفيزيو – كيميائية لهذه الدراسة هي : نسبة الرطوبة، الرماد، الحموضة، نسبة البروتينات الخامة، الناقلية الكهربائية، و الحموضة المعاييرة).

تحاليل الفزيائية المدروسة هي: لون حبوب الطلع، درجة النقاوة، و شكل الكبة (الليف).

يوجد تباين بين حبوب الطلع للمناطق الأربعة من حيث مميزات البنية الحسية

حبوب الطلع لدى بوفاريك سجل أعلى قيمة لكمية الماء 27، 48 %.

نسبة الرماد تتراوح ما بين 2، 08 و 2، 06 % فيما يخص جميع العينات المحللة.

درجة الحموضة المسجلة لا تتعدى 4، 78 و هذا ما يدل على أن جميع حبوب الطلع التي قمنا بتحليلها حامضة.

حبوب الطلع لمرمان تمثل أعلى قيمة بالنسبة للبروتينات الخامة، الناقلية الكهربائية، و الحموضة المعاييرة.

الكلمات الدالة : حبوب الطلع الغير جافة، البليدة، ، التحاليل الفيزيو- كيميائية.

Abstract : Fresh pollen

For the purpose of evaluation the quality of pollen grains, we have performed physico-chemicals and morphological analyzes on twelve samples of pollen from four different regions of Blida (Maramen, Mouzaia, Boufarik et chebli) during three harvest periods.

The physicochemicals parameters analysed in this study are : water, ash content, hydrogen potential, raw proteins, electrical conductivity, titrable acidity.

The morphological parameters studied are : the color of pollen, the level of impurities and shape of pellets.

There is a disparity between the pollens of the four regions for the morphological characteristics.

The pollen from Boufarik has the highest value of moisture content.

The percentage of ash is varied between 2,08 and 2,60 for all analyzed samples.

The recorded hydrogen potential does not exceed 4,78, this shows that all pollens analyzed have an acidic pH.

The Maramen pollen represents the highest value of raw proteins, electrical conductivity and titrable acidity.

Key words : Fresh pollen, Blida, Morphology, Physico-chemicals analyzes.

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Résumé

ملخص

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction

Partie bibliographique

Chapitre 1 : Plantes mellifères

| | |
|---|---|
| 1.1. Définition de la plante mellifère | 2 |
| 1.2. La relation entre l'abeille et la flore mellifère..... | 2 |
| 1.3. Classification des plantes mellifères..... | 3 |
| 1.4. Les produits d'origine végétale | 5 |

Chapitre 2 : Les caractéristiques du pollen

| | |
|--|----|
| 2.1. La palynologie | 19 |
| 2.2. Structure des grains de pollen | 19 |
| 2.3. La morphologie du pollen des plantes entomophiles et anémophiles | 22 |
| 2.4. La composition analytique du pollen | 23 |
| 2.5. Effets des processus de conservation sur la composition du pollen | 28 |
| 2.6. Valeur alimentaire et thérapeutique des grains de pollen | 28 |
| 2.7. Les propriétés physiques du pollen | 29 |

Partie expérimentale

Chapitre 1 : Matériels et méthodes

| | |
|--|----|
| 1.1. Présentation de la région d'étude | 35 |
|--|----|

| | |
|---|----|
| 1.2. Matériels | 38 |
| 1.3. Méthodes | 39 |
| Chapitre 2 : Résultats et discussion | |
| 2.1. Résultats d'analyse physique du pollen frais | 48 |
| 2.2. Résultats des analyses physico-chimiques..... | 55 |
| Conclusion | 61 |
| Références bibliographiques | |
| Annexes | |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : Les principales plantes mellifères algérienne..... | 4 |
| Tableau 2 : Variation du volume de nectar de certaines fleurs durant la journée..... | 7 |
| Tableau 3 : La composition chimique du pollen..... | 23 |
| Tableau 4 : Composition du pollen en certains minéraux | 26 |
| Tableau 5 : Composition en vitamines du pollen récolté par l'abeille..... | 27 |
| Tableau 6 : Clé de détermination des graines du pollen..... | 31 |
| Tableau 4 : Les dimensions de quelques grains du pollen de certaines plantes..... | 34 |
| Tableau 8 : Les données climatiques à de Blida (2016)..... | 37 |
| Tableau 9 : Quelques espèces mellifères présentées autour des ruchers..... | 38 |
| Tableau 10 : Le matériel de laboratoire utilisé..... | 39 |
| Tableau 11 : Présentation des échantillons du pollen..... | 40 |
| Tableau 12 : Les résultats d'analyse morphologiques des grains de pollen étudiés..... | 49 |
| Tableau 13 : La teneur en eau du pollen frais..... | 55 |
| Tableau 14 : La teneur en cendres du pollen frais..... | 56 |
| Tableau 15 : Les valeurs du pH de pollen frais..... | 57 |
| Tableau 16 : La teneur en protéines brutes du pollen frais | 58 |
| Tableau 17 : Les valeurs le la conductibilité électrique | 59 |
| Tableau 18 : Les valeurs de l'acidité libre | 60 |
| Tableau 19 : La teneur en eau du pollen frais..... | 61 |
| Tableau 20 : La teneur en cendres du pollen frais..... | 62 |
| Tableau 21 : Les valeurs du pH de pollen frais..... | 63 |

| | |
|---|----|
| Tableau 22 : La teneur en protéines brutes du pollen frais | 64 |
| Tableau 23 : Les valeurs de la conductibilité électrique | 65 |
| Tableau 24 : Les valeurs de l'acidité libre | 66 |
| Tableau 25 : Interaction région / période | 67 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Mécanisme de la production du miellat | 9 |
| Figure 2 : Schéma de la pollinisation | 11 |
| Figure 3 : La patte postérieure d'une abeille | 14 |
| Figure 4 : Trappe d'entrée..... | 15 |
| Figure 5 : Trappe supérieure | 16 |
| Figure 6 : Trappe de fond | 16 |
| Figure 7 : Structure de grain du pollen | 19 |
| Figure 8 : Stratification de l'exine | 20 |
| Figure 9 : La morphologie du pollen des plantes entomophiles et anémophiles..... | 22 |
| Figure 10 : Les trois formes des grains de pollen | 30 |
| Figure 11 : La récolte du pollen a l'aide des trappes à pollen | 39 |
| Figure 12 : La conservation du pollen | 40 |
| Figure 13 : L'emplacement des ruches | 41 |
| Figure 14 : Un four à moufle | 43 |
| Figure 15 : Conductimètre | 44 |
| Figure 16 : Minéralisateur..... | 45 |
| Figure 17 : Appareil distillatoire | 45 |
| Figure 18 : pH – mètre | 46 |
| Figure 19 : La mesure de l'acidité titrable | 47 |
| Figure 20 : La teneur en eau des pollens analysés | 62 |
| Figure 21 : La teneur en cendre des pollens analysés | 62 |

| | |
|---|----|
| Figure 22 : Le pH des pollens analysés | 64 |
| Figure 23: La teneur en protéines des pollens analysés | 65 |
| Figure 24 : La conductibilité électriques des pollens analysés | 66 |
| Figure 25 : L'acidité titrable des pollens analysés | 66 |

Liste des abréviations

°C : Degrés Celsius

CE : Conductibilité Electrique

H° : Humidité

MAT : Matière Azoté Totale

Meq : Milliéquivalents

mg/kg : milligramme par kilogramme

MM : Matière Minérale

ms/cm : millisiemens

MS : Matière Sèche

T° : Température

pH : Potentiel d'Hydrogène

PF : Pollen Frais

μS/cm : microsiemens

Introduction

L'homme se sert des produits de la ruche depuis la nuit des temps. De nos jours, les produits apicoles sont utilisés comme aliments, complément alimentaire, additifs dans les produits cosmétiques et médicaments api-thérapeutiques. Le pollen est un de ces produits de la ruche, c'est l'élément mâle des plantes à fleurs, il est sous forme de grains microscopiques contenus dans les anthères des étamines (**Trachi, 2010**).

Le pollen frais est connu et utilisé depuis l'antiquité en tant que médicament, car il est très riche en nutriments et en substances qui contribuent à la régulation de l'organisme (**Strant, 2015**).

Les apicultures ont constaté depuis longtemps, la relation entre l'abondance de pollen, la vitalité et la force de leurs ruches (**Holzmann et al., 2011**).

L'alimentation pollinique représente une ressource essentielle pour la santé de l'abeille, la récolte de pollens par les butineuses et son stockage dans la ruche dépendent de la disponibilité des ressources florales dans l'air de butinage des colonies (**Dany, 1983**).

Les deux critères les plus importantes pour augmenter la longévité des abeilles sont la qualité de pollen et le taux de protéines qu'il contient (**Schmidt et al., 1978**).

Chaque type de plante produit son pollen spécifique : en termes d'arôme, de goût, de couleurs et de la composition chimique.

Les analyses de laboratoire ont mis en évidence dans le pollen des vitamines, des minéraux, des enzymes, des acides aminés, des flavonoïdes etc...., ce qui fait du pollen un vrai trésor pour la santé de l'homme (**Hakim, 1995**).

C'est dans ce contexte que nous nous sommes intéressées dans cette étude à déterminer les caractéristiques physico-chimiques (le pH, la teneur en protéines brutes, la teneur en eau, les cendres, la conductibilité électrique, l'acidité titrable) et organoleptiques (couleur, la forme et le taux d'impureté) de douze échantillons de pollen frais provenant de la région de Blida.

1.1. Définition de la plante mellifère

La notion de plante mellifère relève à la fois d'un savoir empirique issu de l'observation attentive des abeilles par des générations d'apiculteur et d'une connaissance scientifique, basée sur l'étude biologique des relations qui unissent les plantes à fleurs et les abeilles. La définition d'une plante mellifère sera donc différente selon qu'on se place du point de vue de l'apiculteur ou du biologiste, **(Silberfeld et Reeb, 2013)**.

Selon **Rabiet (1984)**, on donne le nom de plantes mellifères à toutes les plantes intéressantes pour l'abeille et de ce fait pour l'apiculteur parce qu'elles sont exploitées par les abeilles soit pour le nectar, soit pour le pollen, soit pour le miellat ou même pour la propolis.

1. 2. La relation entre l'abeille et la flore mellifère

Le butinage constitue la principale activité des ouvrières à l'extérieur de la ruche, Il consiste en la récolte du pollen, du nectar, d'eau et de propolis, le butinage est lié surtout à un problème de nutrition car le pollen et le nectar récolté conditionnent le développement de la colonie d'abeilles **(Louveaux, 1985)**.

Les plantes mellifères dont l'abeille dispose varient en fonction de la localisation du rucher et de la saison. La structure du paysage a une incidence sur l'abondance, la taille, la qualité et la diversité des ressources florales disponibles pour une colonie d'abeille **(Beekman et Ratnieks cité par Garance, 2014)**.

Alors que l'abeille est inféodée aux ressources florales, de grandes variations dans la disponibilité, en terme de quantité, qualité ou diversité des ressources peuvent avoir de fortes conséquences sur l'organisation, le développement et la survie des abeilles **(Holzmann et al., 2011)**.

En effet la diminution de la biodiversité liée notamment à la monoculture, a pour conséquence une réduction du nombre d'espèces de plantes disponibles et une irrégularité dans le temps des ressources présentes dans le milieu. Un déficit en termes de l'abondance, de diversité et/ou de qualité des apports polliniques, peuvent affecter l'intégrité des fonctions vitales des colonies d'abeilles, se répercutant en cascade sur le fonctionnement des colonies **(Von Engelsdorp et al., cité par Garance, 2014)**.

1. 3. Classification des plantes mellifères

La flore mellifère peut se définir comme l'ensemble des espèces de plantes qui existent sur un territoire donné et sont susceptibles d'être à la base de la production de miel. Ce sont donc avant tout des plantes productrices de nectar. Par extension, le terme de flore mellifère concerne également l'ensemble des plantes visitées par les abeilles, entre autres les plantes productrices de pollens et de miellats (**Melin, 1986**).

Selon le même auteur, la notion d'espèce apicole est fort proche de celle d'espèce mellifère dans sa définition élargie. Une espèce apicole est une plante utile aux abeilles en raison de sa production de nectar, de pollen, de miellat ou de propolis. Ces produits peuvent être présents de façon isolée ou conjointe. Dès lors, il est plus correct de parler de :

- **Plante ou espèce nectarifère** : Lorsqu'elle fournit principalement du nectar (thym, luzerne cultivée, par exemple);
- **Plante ou espèce pollinifère** : Lorsqu'elle ne procure aux abeilles du pollen en abondance (noisetier, coquelicot, pavot, par exemple).

Beaucoup de plantes sont cependant à la fois nectarifères et pollinifères. C'est notamment le cas de la majorité des espèces appartenant aux familles des Brassicacées ou Crucifères (colza), des Apiacées ou Ombellifères (berce), des Astéracées ou Composées (pissenlit) et des Salicacées (saule).

Parmi ces plantes apicoles, on peut donc ajouter un certain nombre de plantes qui fournissent aux abeilles la propolis. Il s'agit surtout d'arbres tels que le peuplier, l'aulne, le bouleau, le chêne et plusieurs conifères.

Les plantes mellifères les plus importantes sont celles qui ont une productivité nectarifère élevée et régulière, qui existe en vastes peuplements et qui donnent un miel de très bonne qualité (**Louveaux, 1980**).

Les abeilles visitent de très nombreuses espèces végétales pour récolter le pollen. Le **tableau 1** regroupe plusieurs plantes mellifères sauvages en Algérie ; certaines espèces comme celles appartenant à la famille cistacées sont très visitées pour leur pollen (**Lavie, 1971**).

Tableau 1 : Les principales plantes mellifères algériennes sauvages.

| Famille | Genre ou espèce | Date de floraison approximative | Observations |
|--------------|---|---|---|
| Fagacées | <i>Castanea sativa</i> (<i>chatangier</i>) | Juin | Assez fréquent en kabylie |
| Fagacées | <i>Quercus ilex</i> , <i>Suber</i> , <i>Faginea</i> | Juillet | Parfois producteurs de miellat |
| Papaveracées | <i>Papaver</i> | Avril - mai | Pollen abondant |
| Crucifères | <i>Sinapis</i> , <i>Diplotasiis</i> , <i>Eruca</i> , etc ... | Avril – mai | - |
| Résédacées | <i>Réséda</i> | Mai | Abondant et très visité |
| Crassulacées | <i>Sédum</i> | Mai | - |
| Cactées | <i>Opuntia ficus indica</i> (<i>le figuier de Barbarie</i>). | Avril – mai | Abondant en certaines régions et visité |
| Rosacées | <i>Rubus</i> <i>Prunus</i> <i>Sorbus</i> <i>Eriobotrya japonica</i> (<i>néflier du japon</i>). <i>Pyracantha</i> | Mai –juin Mars –avril Avril –mai Automne –hiver Mai | Très visité et mellifères |

Source : (Lavie, 1971 cité par Trachi, 2010).

Les agrumes (famille des rustacées) comprenant principalement les oranges, les amandaies, les citronniers constituent une des sources importantes de miel et de pollen dans le monde. **(Philippe, 1994).**

Le colza est très cultivé, constitue une ressource mellifère de premier ordre en raison de la densité des peuplements, de l'abondance de la sécrétion nectarifère et de la richesse en pollen **(Louveau, 1980).**

Les rosacées et l'amandier donnent un nectar exquis, clair et du pollen. Les fleurs du poirier réunies en bouquets sont moins mellifères que les fleurs du pommier, mais donnent cependant du nectar et du pollen ; elles sont très visitées par les abeilles (**Bertrand, 1983**).

Le sainfoin est une légumineuse rustique et non météorisant. Sa valeur mellifère est partout reconnue. A la fois nectarifère et pollinifère. Il fournit ou procure de belles miellées et des miels réputés (**Bocquet, 2001**).

Une variété de sainfoin : Le sainfoin d'Espagne est très commun dans certaines régions, notamment en Kabylie où elle couvre de grandes surfaces. C'est une source très abondante de miel, qui est blanc teinté de jaune (**Skander, 1972, cité par Rouidja, 2010**).

1.4. Les produits d'origine végétale

Du point de vue apicole, on qualifiera de mellifère toute plante visitée par les abeilles de façon exclusive ou non, et dont les productions sont utiles à la vie de la ruche. On distingue classiquement quatre grandes productions (**Silberfeld et Reeb 2013**).

1.4.1. Le nectar

Le nectar est la principale origine du miel. Le mot nectar provient du grec «Nektar» qui signifie breuvage des dieux et qui veut dire boisson de saveur exquise (**Gonnet, 1982, Donadieu, 1984 et Louveaux, 1985**)

C'est un liquide composé de trois sucres principaux (le saccharose, le glucose et le fructose), les proportions de ces trois sucres varient d'une plante à une autre. (**Schweitzer, 2005**).

Selon le même auteur, les nectars contiennent plus au moins du saccharose on classe en :

- Nectars à saccharose prédominant.
- Nectars à taux égaux de saccharose, fructose et glucose.
- Nectars avec prédominance du glucose et du fructose.

1.4.1.1. Les nectaires

On donne le nom de nectaires aux organes des végétaux supérieurs qui sécrètent un liquide sucré, le nectar. Ce sont des organes glandulaires de petites dimensions et dont la localisation est très variable (**Louveaux, 1985**).

On les appelle nectaires floraux lorsqu'ils sont situés dans les fleurs, et nectaires extra-floraux lorsqu'ils se trouvent sur toute autre partie de la plante (**Bertrand, 1983**).

Selon **Louveaux (1985)**, les nectaires extra-floraux peuvent avoir des localisations les plus variables : sur les feuilles, sur les pétioles, sur les stipules, sur les bractées, sur les tiges. Les nectaires floraux sont assez souvent à la base commune de tous les organes floraux, mais ils peuvent être aussi sur les sépales, sur les pétales et sur les carpelles.

1.4.1.2. La sécrétion nectarifère

Selon **Libis (1977)**, le nectar comme le miellat provient de la sève des tubes criblés de la plante. Les butineuses vont de fleur en fleur aspirer le nectar, elles remplissent leur jabot, reviennent à la ruche et dégorgeant leur chargement dans les alvéoles proches de l'entrée.

Si les apports sont abondants, les cellules du nid à couvain se remplissent à leur tour. La reine suspend son travail, c'est le blocage naturel de la ponte avec pour conséquence une réduction du couvain, une augmentation du nombre des butineuses, donc une abondante récolte de miel (**Philippe, 1991**).

La production du nectar peut être arrêtée entièrement, par un lavage superficiel suffisamment prolongé à l'eau pure du nectaire ; on fait ainsi disparaître les principes sucrés et leur force osmotique, qui attire les liquides environnants, disparaît avec eux. Ceci explique pourquoi certaines plantes cessent d'être mellifères après des temps longtemps pluvieux et pourquoi les fleurs à corolles renversées sont plus avantageuses au point de vue apicole (**Prost, 1947**).

1.4.1.3. Les conditions de la sécrétion nectarifère

Selon **Prost (1947)**, pour une plante donnée la production du nectar, appelée miellée et varie avec :

- La nutrition de la plante l'année précédente : Les arbres fruitiers forment leurs boutons au cours de l'été précédant la floraison.
- Les conditions météorologiques de la saison : une période humide et ensoleillée sera très favorable.
- Le moment de la journée : le romarin et les lavandes sécrètent toute la journée, tandis que de nombreuses fleurs fournissent du nectar, surtout le matin et le soir.
- La situation géographique : l'altitude joue aussi un rôle : le lavandin, mellifère à 500 m, ne l'est pas au niveau de la mer.
- Le nombre des prélèvements : plus une fleur est visitée plus elle produit.

Tableau 2 : variation du volume de nectar de certaines fleurs durant la journée

| Heure d'observation | Sedum | Lavande | Serpolet | Ail | Température | | Etat hydrométrique de l'air (%) |
|---------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|---------------------------------|
| | | | | | Ombre (°C) | Soleil (°C) | |
| | 3 fleurs (mm ³) | 10 fleurs (mm ³) | 6 fleurs (mm ³) | 3 fleurs (mm ³) | | | |
| 05 :00h | 10.00 | 18.50 | 1.50 | 24.00 | 20.50 | - | 0.80 |
| 07 :00h | 5.00 | 18.50 | 0.50 | 18.51 | 22.50 | 24.00 | 0.74 |
| 09 :00h | 1.00 | 10.50 | 0.50 | 50.00 | 25.00 | 27.00 | 0.64 |
| 11 :00h | 0.50 | 10.50 | 0.20 | 6.00 | 27.00 | 30.00 | 0.55 |
| 13 :00h | 0.50 | 5.50 | 0.05 | 5.00 | 27.50 | 31.50 | 0.50 |
| 15 :00h | 0.30 | 3.00 | 0.00 | 3.00 | 28.25 | 34.00 | 0.57 |
| 17 :00h | 0.20 | 7.50 | 0.25 | 5.00 | 25.00 | 30.50 | 0.70 |
| 19 :00h | 0.50 | 10.00 | 0.50 | 7.80 | 24.00 | 27.00 | 0.91 |
| 21 :00h | 1.50 | 10.00 | 0.50 | 8.00 | 22.00 | - | - |

Source : (Delayens et Bonnier, 1927 cité par Mekious, 2006).

1.4.1.4. Les facteurs agissant sur la sécrétion nectarifères

La quantité de nectar produite par un genre, une espèce, ou une variété est fortement influencée par le climat, le sol, l'état sanitaire, l'altitude, et même la latitude. Pour une variété donnée, la quantité de nectar secrétée est la résultante du degré de l'absorption minérale par la plante et de son activité photosynthétique (Philippe, 1991).

A. Facteurs internes agissant sur la sécrétion nectarifères

Selon Louveaux (1985), Lampeitl (1987), la quantité et la qualité de nectar secrétée dépendent de nombreux facteurs agissant sur la sécrétion nectarifère :

- La taille de la fleur : la taille de la fleur détermine en partie la taille du nectaire et les grandes fleurs produisent plus de nectar que les petites.
- La position de la fleur sur la plante : dans les parties hautes, les fleurs sont plus petites et secrètent moins de nectar.

- La durée de la floraison : la valeur d'une plante mellifère et son attractivité pour les abeilles dépendent de la quantité de sucres sécrétés pendant la floraison.
- Le sexe de la fleur : le sexe de la fleur joue un rôle chez les plantes à sexes séparés telles que le saule ou la brion dioïque ; les fleurs mâles donnent davantage de nectar que les fleurs femelles. Mais chez les cucurbitacées (melon, courge, potiron...), ce sont les fleurs femelles qui donnent le plus de nectar.
- Les facteurs génétiques : il existe des différences de production entre les variétés cultivées de certaines plantes.
- L'âge de la fleur : la sécrétion de nectar est variée selon l'âge de la fleur par exemple chez marronnier d'Inde les fleurs fraîchement ouvertes secrètent approximativement la même quantité de nectar chaque jour pendant six jours, puis que la sécrétion cesse brutalement.
- La fécondation de la fleur : la fécondation provoque la diminution ou l'arrêt de la sécrétion nectarifère.

B. Facteurs externes agissant sur la sécrétion nectarifères

Selon **Louveaux (1985)**, la sécrétion nectarifère dépend aussi de nombreux facteurs externes :

- Humidité du sol : il existe pour chaque plante un optimum qui favorise la sécrétion nectarifère et des extrêmes qui inhibent. Le trèfle blanc exige un sol humide pour produire de nectar, mais ce n'est pas une règle générale.
- La nature du sol : on considère généralement qu'une plante est d'autant plus mellifère qu'elle pousse dans le sol qui lui convient le mieux de par sa composition et sa structure.
- La température : la température est toujours un facteur limitant de la sécrétion du nectar, pour chaque plante il existe un optimum. Le tilleul par exemple demande des nuits fraîches pour produire du nectar alors qu'en général les nuits froides ont une action néfaste.

1.4.2. Le miellat

Le miellat est une solution sucrée produite par de petits parasites vivants sur les plantes et qui est récoltée par les abeilles pour la fabrication du miel (**Argoub ,2013**).

La composition de cette solution variée en fonction de l'insecte et de l'essence de l'arbre, sa teneur en sucre influence de façon décisive l'attractivité du miellat pour les abeilles (**Fanacht, 2007**).

D'après **Adam (2011)**, les plantes hôtes des insectes produisant du miellat sont surtout des arbres forestiers ou d'ornementation.

Selon le même auteur les périodes de récolte de miellat se situent entre la fin du printemps et l'été, les quantités récoltées sont très variables d'une année à l'autre, les pucerons étant très sensibles aux conditions météorologiques et aux attaques de prédateurs tels que les coccinelles, les punaises, et surtout les guêpes.

1.4.2.1. Les insectes producteurs de miellat

Selon **Bertrand (1983)** et **Louveaux (1985)**, les insectes producteurs de miellat sont tous des hémiptères homoptères, leurs pièces buccales sont disposées pour piquer. Ils ne peuvent absorber que des aliments liquides et ils se nourrissent de la sève des végétaux.

1.4.2.2. Mécanisme de la production du miellat

Pour chercher leur nourriture, les pucerons piquent avec leur rostre les fines branches et les jeunes pousses des arbres pour en sucer la sève (**figure 1**). Ils en prélèvent les substances nécessaires à leur développement, comme par exemple les acides aminés (**Lampeitl, 1987**).

Le mécanisme de l'émission du miellat n'est pas toujours le même. Certaines espèces, le laissent percher et reste attaché à l'insecte ; d'autres à intervalle de temps régulier, le déposent ou l'éjectent parfois violemment en petites gouttelettes qui tombent sur les feuilles (**Bertrand, 1983**).

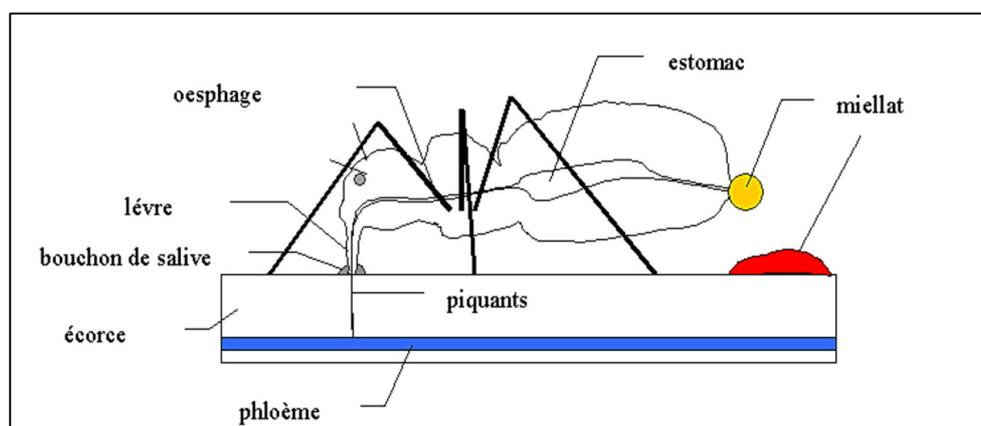


Figure 1 : Mécanisme de la production du miellat (**Fanacht, 2007**).

1.4.3. La propolis

La propolis vient du grec pro polis, qui signifie «devant la ville». Il s'agit d'une gomme que les abeilles prélèvent sur les bourgeons et l'écorce de certains végétaux (**Ravazzi, 2007**).

C'est une substance noirâtre ou rougeâtre, très parfumée, dure, un peu cassante à froid et malléable entre les doigts à 20°C environ (**Mathis, 1968**).

D'après **Prost (1987)**, à l'intérieur de la ruche, la propolis sert de mastic, de ciment ou de baume. Les abeilles l'emploient pour obturer les fissures de leur demeure, recouvrir les corps étrangers (souris, cétoines, etc.) qu'elles ne peuvent évacuer. Rétrécir les entrées pour les interdire aux sphinx. Souder les rayons entre eux et aux parois, etc. Le ramassage de la propolis semble en période de sécheresse, être un dérivatif de la récolte du nectar. La propolis contient une substance inhibitrice de la construction des cellules royales naturelles et de l'acceptation des cellules royales artificielles greffées.

Selon **Marchenay (1984)**, au cours de l'histoire de ses utilisations médicales, la propolis a acquis une renommée auprès des vétérinaires pour le traitement de certaines maladies des animaux. Aujourd'hui, divers préparations sont utilisées dans les cas de fièvre aphteuse, nécro-bacillose, nécroses, bronchopneumonie enzootique etc...

Selon le même auteur dans la chirurgie vétérinaire (par exemple opérations abdominales chez les moutons et chez les chiens) elle est un anesthésique local, un cicatrisant des blessures et un antihémorragique.

1.4.4. Le pollen

Le mot pollen dérive du grec : pale, qui désigne à la fois la farine et la poussière pollinique, en plus il représente une multitude de corpuscules microscopiques contenus dans des sacs polliniques de l'anthere de la fleur, et constituant les éléments fécondants mâles de celle-ci de forme sphérique (**Donadieu, 1983**).

Selon **Joly (1984)**, le pollen est l'ensemble des diaspores mâles des plantes à gaines contenues dans les anthères des étamines des fleurs. Il se présente sous la forme d'une poussière de différentes couleurs (généralement jaunâtre). Cette poussière se disperse sous l'effet du vent, ou par l'intervention des insectes et va se poser sur le pistil des fleurs pour le féconder et donner des fruits.

1.4.4.1. La pollinisation

Selon **Prost (1947)**, la pollinisation est le transport du pollen depuis l'étamine jusqu'à sur le pistil. La fleur et sa pollinisation vont permettre à la plante de se reproduire dans le but de former une graine qui pourra à son tour donner naissance à une nouvelle plante de son espèce.

La pollinisation consiste en un dépôt de grains de pollen sur le stigmate d'une fleur de la même espèce (**figure 2**), chaque grain de pollen émettant un tube pollinique qui traverse le style et achemine les gamètes jusqu'à l'ovule pour le féconder. L'ovule et les tissus associés vont alors se développer pour donner naissance à une graine puis un fruit (**Bertrand, 1983**).

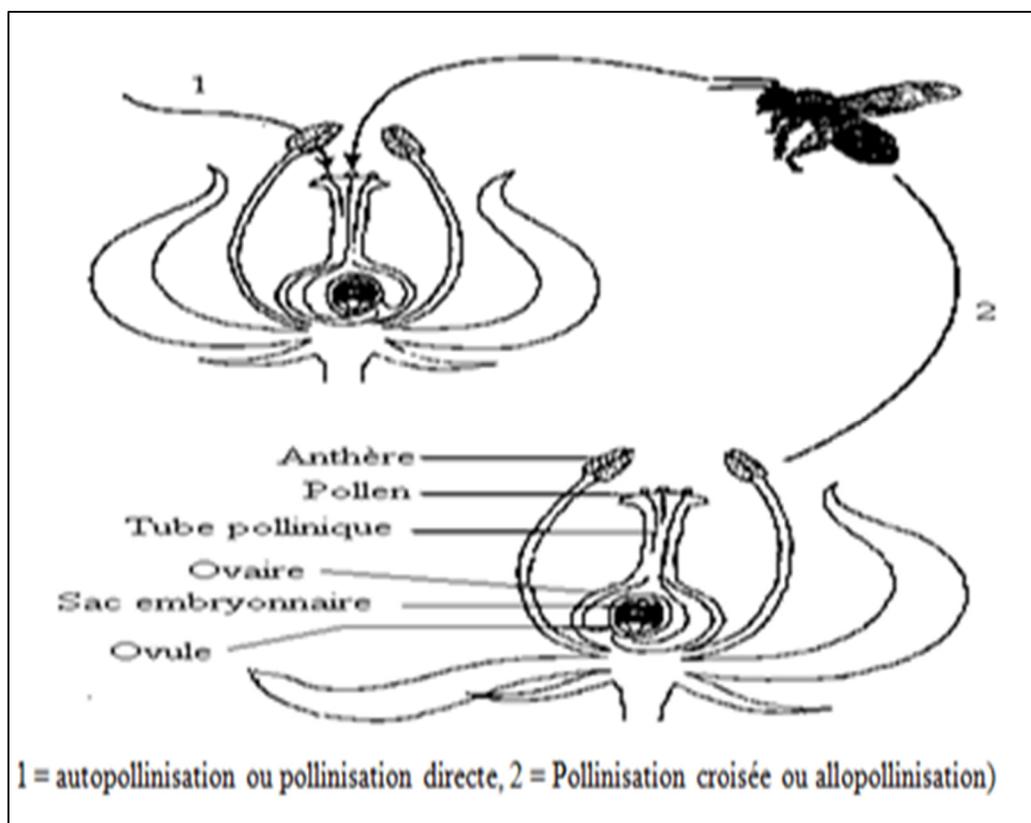


Figure 2 : Schéma de la pollinisation (Pourveau cité par Roudja, 2010)

Selon **Louveaux (1985)**, le fait de visiter une fleur pour en récolter le nectar et le pollen ne constitue pas pour un insecte, l'accomplissement automatique de la pollinisation de cette fleur.

Selon **Donadieu (1983)**, au moment de la floraison, l'anthère s'ouvre et laisse échapper le pollen de ses loges, pollen qui devra atteindre le stigmate du pistil pour provoquer la fécondation.

Cette dissémination du pollen se fait de plusieurs façons qui peuvent être résumées ainsi :

- Soit il tombe sur le pistil de la même fleur : pollinisation directe, qui entraîne l'autofécondation.
- Soit il est transporté sur le pistil d'autres fleurs : pollinisation indirecte, qui assure la fécondation croisée, transport pouvant être assuré par le vent (anémophilie) ou par les insectes (zoophilie).

Les insectes sont les animaux pollinisateurs les plus nombreux et les plus efficaces. Parmi ceux-ci, on rencontre les coléoptères, les lépidoptères, les diptères et les hyménoptères (**Philippe, 1991**).

1.4.4.2. Importance du pollen dans l'alimentation des abeilles

Le pollen étant une source protéique indispensable pour nourrir les larves d'abeilles. Le miel dépourvu de matières azotées et distribué seul, ne pourrait suffire. On observe un arrêt de l'élevage du couvain par manque de pollen. Le pollen, en tant qu'aliment protéique contribue à la synthèse de sécrétions glandulaires des ouvrières nourrices, sécrétions indispensables pour le développement des larves. Il est à noter que le pollen mélangé au miel constitue la gelée royale pour le couvain (**Mathis, 1968**).

D'après **Dany (1983)**, les succédanés utilisés pour activer la ponte au printemps ou à la fin de l'été sont cher. Les abeilles préfèrent leurs propres produits qu'elles consomment rapidement et dont les effets se concrétisent bien vite par le développement rapide de la colonie. Chaque apiculteur devrait essayer ce nourrissage avec le pollen qu'il a récolté précédemment.

Le pollen est considéré comme la source des protéines la plus importante pour l'ouvrière parce qu'elle le consomme pendant ses premiers jours afin de parachever sa structure interne, elle l'utilise aussi pour produire la protéine de la gelée royale, la quantité de la nourriture influence le nombre des œufs que pond la reine (**Adjimi, 2011**).

1.4.4.3. La récolte du pollen par l'abeille

Les abeilles peuvent récolter jusqu'à 40 kg de pollen par an et par ruche à la belle saison. L'apiculteur profite de cette période pour récolter 2 à 3 kg de pollen sans gêner son développement donc une partie du pollen rapporté par les abeilles peut ainsi être récolté par l'apiculteur (**Hakim, 1995**).

Le pollen est une source principale de protéines, de minéraux, de graisses et de plusieurs autres substances. Il intervient dans le développement des glandes hypopharyngiennes des jeunes abeilles et de leurs corps adipeux alors que le nectar leur fournit les hydrates de carbones (**Herbert, 1992 cité par Rouidja, 2010**).

Le pollen est récolté par les abeilles principalement à la fin de l'hiver et au printemps. C'est le matin, avant 10 heures que l'on voit les butineuses de pollen revenir nombreuses sur les planches de vol. Sur certaines espèces, la récolte se poursuit toute la journée (**Prost, 1947**).

Selon le même auteur la floraison de plantes particulièrement poulinières coïncide avec les gros apports de pollen dans les ruches, ce pollen étant comme le nectar stocké quand la nature l'offre à profusion. Si l'on considère le comportement de butinage d'un insecte tel que l'abeille domestique, modèle commode en la matière, on constate que la récolte du pollen n'est pas aléatoire. L'abeille opère un choix au sien de la flore locale. Ce choix est fonction des stimuli, principalement olfactifs et visuels, qui émanent du végétal. Ce sont donc les spécialistes de la physiologie sensorielle des insectes qui sont concernés par leur étude.

D'autre par, l'abeille étant un insecte social, son comportement individuel au niveau de la fleur ne peut être analysé qu'en tenant compte des communications qui règlent les rapports entre individus au sein de la colonie (**Louveaux, 1985**).

A. Adaptation de l'abeille à la récolte du pollen

Selon **Louveaux (1989)**, chez les ouvrières, les pattes présentent une série de dispositifs adaptatifs qui permettent à l'insecte de nettoyer toute la surface de son corps et de le débarrasser du pollen dont il se couvre pendant le butinage puis de confectionner des pelotes qui sont ramenées à la ruche. L'abeille comporte 3 paires de pattes pour le butinage, toutes les pattes sont utiles mais à des degrés divers. La première paire de pattes fait la toilette de toute la partie antérieure du corps et rassemble le pollen qu'il s'est fixé sur les poils.

Selon le même auteur les deux paires antérieures, munies «brosses» servent à rassembler le pollen éparpillé sur tout le corps et à le diriger vers la paire postérieure cette dernière est équipée de peignes et de brosses, d'une pince pour comprimer le pollen et d'une corbeille munie d'un long poil en éperon qui sert à fixer la pelote du pollen (**figure 3**).

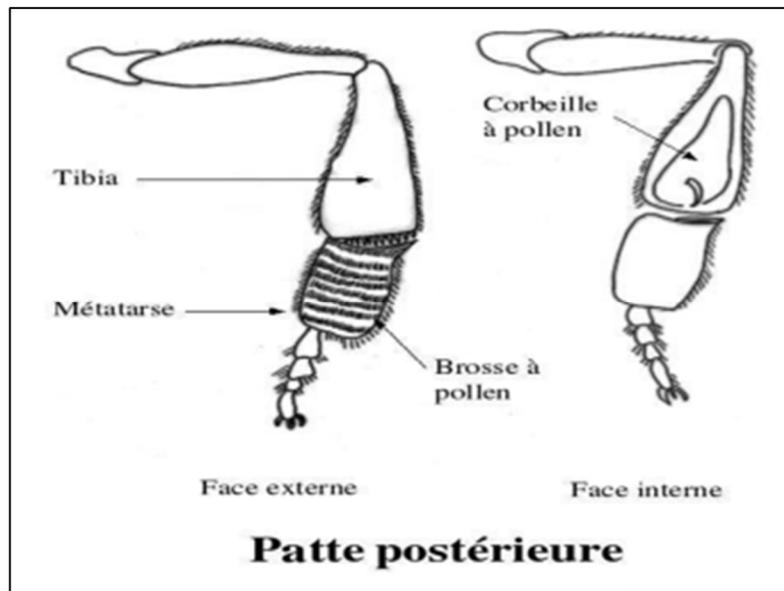


Figure 3 : La patte postérieure d'une abeille (**Donadieu, 1983**).

Les glandes situées dans les coussinets des pattes déposent des phéromones sur les fleurs visitées elles permettent aux autres abeilles de les identifier (**Donadieu, 1983**).

1.4.4.4. La récolte de pollen par l'homme

Selon **Jeanne (1994)**, la composition chimique du pollen n'est pas encore entièrement connue. Le pollen joue un rôle important dans le transfert des principes actifs du règne végétal à l'homme ; on a identifié dans le pollen plus de 50 substances actives ayant un spectre d'influence très large sur l'organisme humain.

La récolte de pollen par l'homme, directement sur la fleur, se heurte à des difficultés faciles à comprendre ; par contre, l'abeille qui butine les fleurs le récolte naturellement à l'aide de ses pattes postérieures parfaitement adaptées pour recueillir cette fine poudre qu'elle agglomère sous forme de 2 petites « pelotes» (7mg environ chacune) qu'elle ramène à la ruche. Il suffisait à l'homme de trouver un procédé susceptible de prélever une petite partie de cette récolte sans nuire à la colonie ce qui a été réalisé grâce à un appareil nommé : trappe à pollen, (**Donadieu, 1981**).

A. Les différentes trappes à pollen

Selon **Jeanne (1994)**, les différents modèles de trappes utilisés en apiculture peuvent se classer de la manière suivante :

- Les trappes d'entrée,
- Les trappes de dessus,
- Les trappes de fond.

A.1. Les trappes d'entrée :

Les trappes d'entrée se placent comme leur nom l'indique, à l'entrée des ruches. Elles s'adaptent généralement sans problème, à la plus part des modèles se fixant à la façade de la ruche à l'aide de deux crochets. On notera cependant que la pose peut être rendu malaisée sur certaines ruches à auvent ou possédant des planches de vol gênant ou empêchant même la pose du terroir.



Figure 4 : Trappe d'entrée (Anonyme, 2013)

A.2. Les trappes de dessus ou trappes supérieures

La trappe supérieure se place au dessus du nid à couvain sous le toit de la ruche, elle permet de ne récolter le pollen qu'une ou deux fois par semaine sans risque de fermentation. En effet, le pollen se trouve rapidement déshydraté grâce à la chaleur de la colonie d'abeilles située au-dessous de lui. Le pollen n'est jamais mouillé par l'eau de pluie, ni par l'eau de condensation de la ruche (**Lavie et Fresnaye, 1963**).

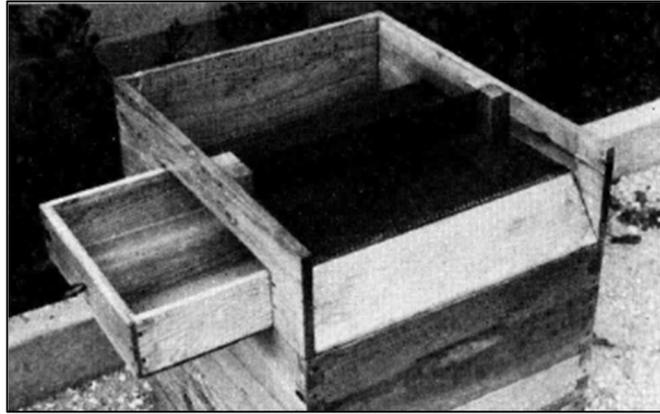


Figure 5 : Trappe supérieure (Lavie et Fresnaye, 1963)

Selon **Jeanne (1994)**, l'intérêt de ce modèle réside essentiellement dans le fait que le tiroir se trouvant à la partie supérieure de la ruche directement sous la toiture, le pollen y est bien à l'abri.

A.3. Les trappes de fond ou trappes inférieures

La trappe inférieure est placée sous le corps de la ruche (ou en avant de trou de vol), le tiroir de récolte étant placé plus bas que l'ensemble de la colonie d'abeilles (**Lavie et Fresnaye, 1963**).



Figure 6 : Trappe de fond (Anonyme, 2013)

Selon le même auteur, les trappes à pollen de dessous sont de conception analogue à celles destinées à être placées au dessus des ruches. Simplement, le sens de circulation des abeilles inversé. A cet effet la plaque de protection doit être plus courte de 7 à 8 cm environ pour assurer la libre circulation des abeilles vers le haut. Toutefois, cette plaque de protection

devra toujours dépasser largement l'emplacement du tiroir afin de le protéger correctement des déchets tombant de la colonie.

1. 4. 4. 5. Le stockage et la conservation du pollen

Le stockage s'effectuera donc dans des emballages hermétiques, sacs en matière plastique, fûts métalliques à joint caoutchouc en parfait état, ces récipients doivent être entreposés dans un local sec et frais (**Louveaux 1985**).

L'altération du pollen se produirait inmanquablement si on le laissait directement en contact avec l'air, ou même mal protégé dans une pièce à atmosphère humide (**Caillas, 1959**).

Le pollen prélevé dans les trappes ne peut pas se conserver en l'état très longtemps, 1 à 2 semaines. Il existe deux méthodes pour assurer sa conservation : la congélation et la déshydratation partielle (séchage) (**Caillas, 1959**).

A. La congélation

Le pollen peut également être conservé dans un réfrigérateur ou dans un congélateur. Il se conserve très bien mais il doit être utilisé immédiatement après le dégel (**Dany, 1983**).

Ce procédé ne demande pas d'investissement si on possède déjà un congélateur. Il est de plus en plus utilisé car il permet de conserver toutes les qualités du pollen frais (**Gauthier, 2003**).

Selon le même auteur, dès la récolte, on trie le pollen, on le verse délicatement dans des sachets en matière plastique (200 g, 500 g, 1 kg...) et on le place au congélateur à -20°C. Une fois décongelé, le pollen se conserve facilement une dizaine de jours au réfrigérateur, attention à rupture de la chaîne du froid et il faut savoir que la congélation provoque l'éclatement des cellules quand elles sont riches en humidité. C'est ce phénomène qui provoque un écoulement de jus quand vous décongelez de la viande ou des fruits.

B. Le séchage par déshydratation

Selon **Dany (1983)**, le séchage c'est le plus ancien des moyens de conservation utilisés par l'homme et il est aussi le plus naturel. Il consiste à provoquer une déshydratation partielle du pollen récolté. Ce pollen a pu s'enrichir en eau provenant de l'humidité extérieure ou de la condensation nocturne. Le pollen des trappes est de toute façon souvent plus humide que le pollen prélevé directement sur la fleur, car l'abeille l'humidifie au cours de la confection de ses pelotes.

Selon **Gauthier (2003)**, le séchoir est la méthode classiquement la plus utilisée car elle présente certains avantages par rapport à la congélation :

- réduit la fragilité des pelotes.
- le tri peut être effectué plus tard, en période creuse.
- manipulation et le transport facile.
- pas de problèmes de stockage, il suffit d'avoir des seaux hermétiques.
- conservation aisée (attention à la reprise d'humidité).
- si des fourmis sont présentes dans les trappes, elles partiront d'elles mêmes du séchoir

1. 4. 4. 6. Nettoyage et conditionnement

Le pollen qu'il soit congelé à l'état frais ou séché, devra subir un nettoyage après sa récolte. C'est le point le plus fastidieuse. En effet, les trappes ramassent les débris les plus gros de la ruche car les abeilles ne peuvent les évacuer du fait de la présence de la grille (**Gauthier, 2003**).

Le pollen destiné à la consommation humaine doit être soigneusement trié. Le passage sur des tamis et au tarare permet d'éliminer les gros déchets et les poussières. Malgré tout, un examen visuel est souvent indispensable pour enlever avec des pinces très fines les débris qui ont pu échapper au triage (**Louveaux, 1985**).

2.1. La palynologie

La palynologie est l'étude scientifique du pollen, elle permet l'identification des espèces végétales (Dany, 1983).

La palynologie est donc la recherche des grains de pollen et leur étude morphologique, c'est-à-dire l'examen de leurs formes extérieures (Caillas, 1959).

D'après Richards (2001), les grains de pollen et les spores microscopiques ont une paroi extérieure très résistante qui peut assurer leur conservation dans certains milieux pendant des millénaires. La palynologie se fonde sur la possibilité de déterminer l'identité de la plante (espèce, genre, famille) qui a produit le pollen en fonction des caractères morphologiques du grain observé.

2.2. Structure des grains du pollen

Selon (Ozenda, 2006 cité par Bara et Slimani, 2015), les grains de pollen présentent une structure anatomique constante malgré les différences morphologiques spécifiques. La membrane s'imprègne de cutine pour se différencier en deux couches dans le grain mûr : l'exine et l'intine, qui se forment le sporoderme (figure 7).

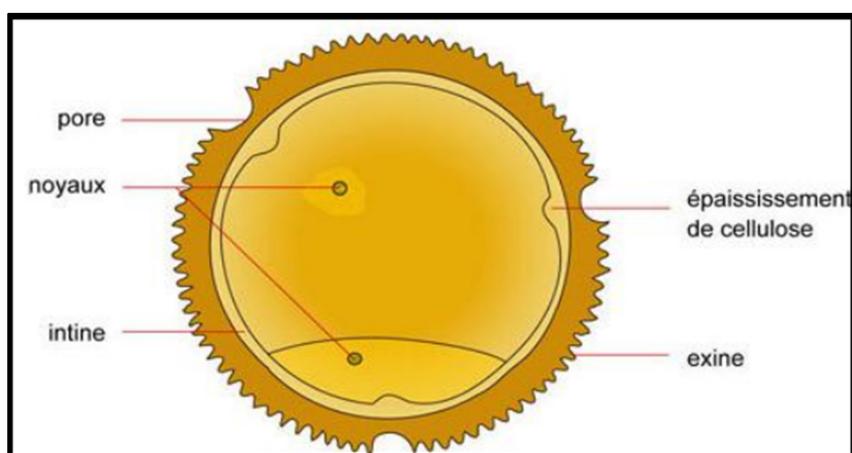


Figure 7 : Structure de grain du pollen (Nathalie cité par Nair, 2014).

Les grains de pollen sont soit :

- Simple avec une seule cellule, cas le plus fréquent.
- Composées en tétrade (4 grains adjacents), cas des éricacées (bruyère).
- Composées en poliades (8, 16 ou 32 grains adjacents), cas des mimosacées.

2.2.1. L'intine

C'est une membrane semi-perméable, fine entourant le cytoplasme disparaît rapidement à la mort du contenu cellulaire (**Dajoz, 1993**).

L'intine est la couche intérieure de la paroi semble contenir les enzymes nécessaires à la germination du tube pollinique, à la pénétration de la cuticule du stigmate et à la croissance subséquente (**Laurian et al., 2004**).

2.2.2. L'exine

Selon **Jeanne (1993)**, l'exine est constituée pour l'essentiel d'une substance qui est sans doute l'un des matériaux organiques des plus résistants.

Il résiste aux principaux agents de destruction contenus dans le sol où il se fossilise et peut ainsi durer des millénaires où devient ainsi, pour le géologue, une source précieuse de renseignements sur la nature de la flore du passé (**Ponos, 1958**).

L'exine comprend (**Figure 8**) :

- Une base claire et uniforme.
- Des tiges ou columelles disposées radialement plus ou moins espacées.
- Le toit ou tectum parfois incomplet laissant apparaître les columelles.
- Enfin l'ornementation : la disposition générale d'un grain varie beaucoup, néanmoins

Le cas le plus fréquent est un grain plus au moins sphérique comportant trois ouvertures (pores ou sillons), ce qui le rend plus au moins triangulaire.

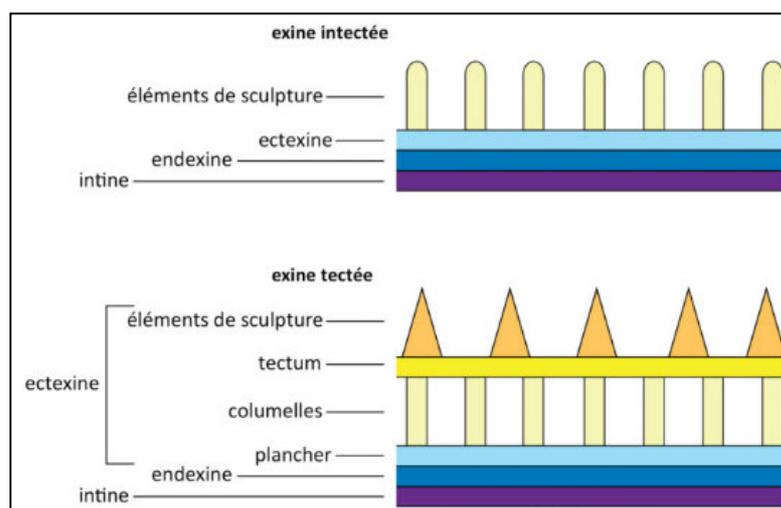


Figure 8 : Stratification de l'exine (**Anonyme, 2007**)

Suivant le plan selon lequel, on l'examine, le grain de pollen aura des contours différents dans le cas général, ainsi par exemple

Dans le plan polaire on aura un contour :

- Circulaire pour la vesce (*vicia*).
- Subcirculaire pour l'érable (*acer*).
- Subtriangulaire pour la bourdaine (*flageula alunus*).
- Triangulaire pour l'eucalyptus.

Dans le plan équatorial on aura un contour :

- Prolate (ovale allongé suivant l'axe polaire) pour la vesce.
- Oblate (ovale allongé suivant l'axe équatorial) pour la sauge (*salvia*).
- Sphérique pour la jasioné (*jasion montana*).

2.2.3. Les apertures

Ce sont des zones présentant un amincissement ou même absence de certaines couches de l'exine et qui correspondent aux points de sortie possible du tube pollinique.

Selon leur forme, on distingue les pores de forme arrondie et les sillons de forme allongée.

Généralement trois types très particuliers sont rencontrés fréquemment :

- Les grains fenestrés propres à la plupart des composées (*pissenlit*).
- Les grains bi-aillés, propres aux gymnospermes (*pin*, *sapin*) comportant 2 ballonnets par une sorte de pont.
- Les grains composés en tétrades (*bruyère*) ou en poliades (*mimosacées*).

2.2.4. L'ornementation de l'exine

L'exine présente fréquemment des figures géométriques ou des traits qui permettent généralement une bonne identification. Citons quelques cas types :

- Exine lisse (*bourdaine*)
- Exine foveolée (*tilleul*).

- Exine striée (fruitier genre prunus).
- Exine basculée (gui).
- Exine échinulée (verge d'or).
- Exine réticulée (colza).

2.2.5. La morphologie du pollen des plantes anémophiles et entomophiles :

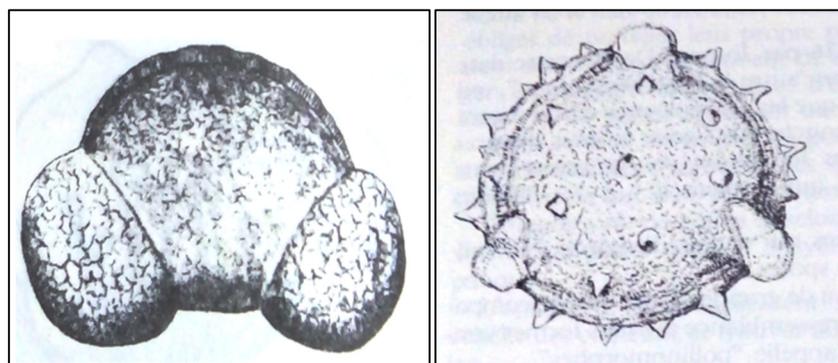
Selon **Dany (1983)**, il existe actuellement une littérature très vaste sur la morphologie du pollen.

2.2.5.1. Le pollen des plantes anémophiles

Selon **Donadieu (1983)**, et **Dany (1983)**, la structure extérieure du grain de pollen de plantes anémophiles est lisse et sèche. Certains grains possèdent des sacs à air semi-sphériques qui sont réunis par une sorte de peigne ondulé et entaillé. Ce pollen des arbres forestiers, des herbes et d'autres plantes anémophiles possède des qualités aérodynamiques bien marquées ; il est transporté par le vent sous forme de poussière extrêmement fin.

2.2.5.2. Le pollen des plantes entomophile

La plus grande partie des espèces végétales (environ 4/5) est entomophile, c'est à dire que ces plantes sont fécondées grâce aux insectes. La structure extérieure des grains de pollen de plantes entomophiles est rugueuse, accidentée ; présentant des creux, des pointes et toutes sortes d'aspérités. Beaucoup d'entre eux sont recouverts d'une couche huileuse et collante. Ils s'accrochent facilement aux poils des insectes et peuvent ainsi être transportés sur d'autres fleurs (**Dany, 1983**).



Plante anémophile

Plante entomophile

Figure 9 : La morphologie de pollen des plantes entomophile et anémophile (**Dany, 1983**).

2.3. La composition analytique du pollen

Les techniques d'analyse scientifique modernes permettant actuellement d'avoir une idée assez précise sur la composition des pollens rapportés à la ruche par l'abeille (**Donadieu, 1983**).

La composition chimique du pollen varie selon le genre et l'espèce botanique dont il provient (**Caillas, 1987**).

Tableau 3 : La composition chimique du pollen frais:

| | |
|---------------------------------------|------------|
| La teneur en eau | 3 à 4 % |
| Sucres réducteurs | 7.5 à 40 % |
| Sucres non réducteurs | 0.1 à 19 % |
| Amidon et autres hydrates de carbones | 0 à 22 % |
| Extrait éthéré | 0.9 à 14 % |
| Protéines | 7 à 35 % |
| Acides aminés libres | 10 % |
| Cendres (oligo éléments) | 1 à 7 % |

Source : (Joly, 1984).

2.3.1. L'eau :

Selon **Donadieu (1983)**, un certain pourcentage d'eau, plus ou moins important selon que l'analyse est pratiquée avant ou après le séchage effectué en vue de sa bonne conservation. Ce taux oscille en moyenne autour de : 10 -12 % pour le pollen frais ; 4 % pour le pollen asséché (le taux de 5% représentant en général la limite supérieure à ne pas dépasser pour être assuré d'une excellente conservation).

Selon le même auteur, le séchage du pollen demande un équipement spécial qui doit fonctionner à une température voisine de celle de la ruche (soit 40°C environ), afin de ne pas détruire certains éléments constitutifs actifs thermolabiles.

De toute manière, la teneur en eau du pollen doit être rapidement ramenée à quelques pourcentages d'humidité (4 à 5% au maximum), généralement par un passage à l'étuve, afin

de lui éviter toute altération qui le rendrait impropre à la consommation à moins que la conservation puisse se faire par le froid (congélation) (**Jeanne, 1993**).

2.3.2. Les glucides

Le pollen contient entre 20 et 40 % de sucres réducteurs (glucose, fructose, maltose). Il contient entre 0 et 20 % de sucres non réducteurs (saccharose) (**Donadieu, 1983**).

Les glucides du pollen sont surtout des sucres ; une bonne partie de ces sucres (glucose, lévulose) provient du nectar utilisé par l'abeille pour confectionner ses pelotes. La teneur moyenne en sucres des pelotes de pollen est de l'ordre de 15 % ; il convient d'ajouter les hydrates de carbone autre que les sucres, et en particulier l'amidon et la cellulose (**Louveaux, 1985**).

2.3.3. Les protéines

Le pollen a une composition variable selon la plante dont il provient. Il contient généralement entre 6 et 28 % de protéines (**Winston, 1987**).

Kleischmidt et Kondos (1976), un pollen avec moins de 20 % de protéines ne peut pas satisfaire les besoins d'une colonie pour lui permettre un élevage du couvain optimal, comparé à un pollen comportant plus de 25 % de protéines.

La quantité de protéines d'un pollen est le facteur le plus important permettant d'augmenter la survie des larves est des adultes (**Roulston et Cane, 2002**).

Selon **Jeanne (1993)**, dont une grande partie se trouve sous forme d'acide aminés (ou amino-acides) qui sont :

- Soit à l'état libre (en majorité) ;
- Soit à l'état combiné.

Les acides aminés libres atteignent, suivant les auteurs et les lots de pollens analysés, des moyennes de l'ordre de 1.5 à 4.5 gr / 100 de la matière sèche du pollen. Il y a toujours cependant une différence importante. Le pollen (comme la gelée royale d'ailleurs) est l'un des produits naturels les plus riches qui soient qualitativement en acides aminées ; ce fait mérite d'être souligné, car il participe certainement d'une façon directe ou indirecte à ses actions thérapeutiques.

2.3.4. Les lipides (extrait étheré)

Selon les auteurs **Jeanne (1993)** et **Donadiou (1983)**, Les pollens anémophiles sont pauvres en lipides (2 % environ pour le pin) alors que les pollens entomophiles, enrobés d'un liant gras, en sont plus riches (9 % environ pour le colza).

Les lipides sont principalement des lipides constitutifs de l'exine du grain de pollen. On peut également retrouver des hydrocarbures, cires, phospholipides, glycérides, acides gras essentiels (plus de 40 % acides linoléiques, linoliques, arachidoniques), des stérols (précurseurs des hormones androgènes animales) et des terpènes qui entrent dans la composition de certaines huiles essentielles et qui donnent les arômes distinctifs de certaines espèces de pollen (**Apimondia, 2001**).

Le pollen contient également des quantités intéressantes de stérols végétaux, les phytosterols (**Perci du Sert, 2003**).

Il faut noter que la composition en acides gras du pollen varie, tant quantitativement que qualitativement, selon l'espèce végétale et que certains d'entre eux tels que l'acide linoléique, linoléique, myristique et laurique sont antibactériens et anti-fongiques, ils sont important pour l'hygiène de la colonie d'abeilles (**Human et al., 2006**).

Les pollens à haute teneur en matières grasses (surtout en acides gras insaturés) seront récoltés prioritairement même par rapport à des pollens à plus haute teneur en protéines ou en acides aminés (**Singh et al., 1999**).

2.3.5. Les éléments minéraux

La teneur en cendres (matière minérale) du pollen est d'ordre de 2 à 6 % de la matière sèche totale. Parmi les éléments principaux : l'Azote (N), Potassium (K), Phosphore (P), Soufre(S), Calcium (Ca), Cuivre (Cu), Sodium (Na), Magnésium (Mg), et en moindre quantité, par fois seulement à l'état de trace, l'aluminium (Al), le Bore (B), etc....

On peut donc dire, en résumé que la plupart des oligo-éléments peuvent se trouver dans le pollen mais pas tous dans le même pollen et que la teneur en chaque élément présent peut varier considérablement d'une espèce végétale à une autre (**Jeanne, 1993**).

Tableau 4: La composition du pollen frais en certains minéraux

| Les minéraux | La teneur (mg/kg) |
|--------------|-------------------|
|--------------|-------------------|

| | |
|-----------|------------|
| Potassium | 4000-20000 |
| Magnésium | 200-3000 |
| Calcium | 200-3000 |
| Phosphore | 800-6000 |
| Fer | 11-170 |
| Zinc | 30-250 |
| Cuivre | 2-16 |
| Manganèse | 20-110 |

Source : (Campos *et al.*, 2008).

2.3.6. La rutine

D'après **Donadieu (1981)**, Le pollen contient de petites quantités de Rutine, c'est un glucoside ayant une action très efficace sur la résistance capillaire, elle protège l'organisme contre les saignements et diminue le temps de coagulation du sang.

2.3.7. Substances diverses

De nombreuses autres substances diverses, et plus particulièrement un principe cholinergique proche de l'acétylcholine, une substance oestrogénique, des flavonoïdes dotés de multiples et intéressantes propriétés physiologiques, des alcools et des esters, des substances qui ont aussi des vertus thérapeutiques, des matières pigmentaires spécifiques à chaque miel qui lui donnent sa couleur propre, et enfin des grains de pollen qui en signent l'origine botanique ainsi que d'autres substances identifiées mais encore mal connues (**Irlande, 2010**).

2.3.7.1. Les vitamines

Le pollen contient un grand nombre de vitamines : B1, B2, B3 ou vitamine PP, B5, B6, B7, B8 ou vitamine H, B9, B12, C, D, E, et provitamine A ; qui ont toutes un rôle essentiel (**Donadieu, 1981**).

Dans le pollen se trouvent les mêmes vitamines que nous retrouvons dans la gelée royale, mais en proportion moindre (**Caillas, 1959**).

Tableau 5 : La composition en vitamines du pollen récolté par l'abeille

| Vitamines | Teneur (mg/kg) |
|-----------|----------------|
|-----------|----------------|

| | |
|--------------------------|---------|
| β -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 (C) | 70-560 |
| Biotine (H) | 0.5-0.7 |
| Acide folique | 3-10 |
| Tocophérol (E) | 40-320 |

Source : (Campos *et al.*, 2008).

2.3.7.2. Les enzymes

Selon **Donadieu (1983)**, un certain nombre d'enzymes ou ferments, qui servent de catalyseurs dans de multiples processus chimiques organiques et en particulier : l'amylase, l'invertase et certaines phosphatases.

2.3.7.3. Les substances accélératrices de la croissance

Qui ne se trouve pas au même taux dans tous les pollens, ceux qui en contiennent le plus étant ceux des arbres fruitiers, de coquelicot, de pissenlit et de châtaignier (**Donadieu, 1983**).

2.3.7.4. Autres substances

Selon (**Donadieu, 1983**), le pollen contient également :

- Des substances antibiotiques actives, sur toutes les souches de colibacilles et certaines de Proteus et Salmonelles.
- De nombreux pigments qui donnent la couleur d'un pollen déterminé (du blanc presque pur ou presque noir), mais dont très peu encore ont été identifiés.

Enfin, un très faible pourcentage de substances inconnues actuellement mais qui peuvent avoir une grande importance.

Le pollen apparait donc comme un produit du plus grand intérêt sur le plan nutritionnel. Pour la colonie, il est en mesure de lui apporter tous les éléments qui lui sont nécessaires mais

compte tenu la composition de chaque pollen, il est nécessaire que les abeilles disposent d'une flore variée, seule susceptible de lui procurer une nourriture équilibrée. Il en va de même du pollen destiné à la consommation humaine. Il y a lieu cependant de tenir compte de la fragilité de certains de ces constituants (les enzymes notamment) rapidement détruits par la chaleur, la lumière ou le vieillissement d'où la nécessité de prendre toute précaution utile lors des traitements destinés à sa conservation (**Donadieu, 1983**).

2.3.8. Effet des processus de conservation sur la composition du pollen

D'après **Campos et al., (2008)**, la congélation n'a causé aucun changement important dans la composition chimique du pollen en pelotes. Ainsi, cette technique devrait être recommandée lorsque la conservation du pollen, pour des raisons nutritionnelles ou thérapeutiques est nécessaire. La lyophilisation a diminué considérablement les teneurs en vitamine C et en provitamine A. Cependant le séchage à 40 °C a montré l'effet le plus désavantageux. Il a provoqué une diminution considérable dans les teneurs en sucres réducteurs, protéines totales, vitamines C et provitamines A.

2.3.9. Valeur alimentaire et thérapeutique des grains du pollen

Selon **Dany (1983)**, le pollen avec sa moyenne de 25% de protéines, est l'aliment le plus riche en acides aminés, 100g de pollen contiennent la même quantité d'acides aminés qu'un kg de viande de bœuf

Selon **Philippe (1994)**, le pollen est l'aliment d'équilibre physiologique. Les actions connues sur le corps humain, sont multiples :

- Action régulatrice des fonctions intestinales.
- Augmentation du taux d'hémoglobine chez les anémiés.
- Action bénéfique sur la fatigue intellectuelle.
- Regain d'appétit et de poids.
- Récupération rapide des forces après grippe, ou dépression.
- Action fortifiante sur le système circulatoire, et notamment capillaire.
- Action positive sur la croissance des jeunes enfants.

Le pollen a une action bienfaisante sur la fonction du foie et récupération rapide après Ictère (**Caillas, 1987**).

Selon **Prost (1947)**, le pollen possède une action curative très efficace de la prostatite.

2.4. Les propriétés physiques du pollen

2.4.1. La coloration

La couleur du pollen varie selon l'origine botanique, nous avons constaté que la majorité des grains de pollen ont généralement une seule couleur, alors que moins de 1% des grains ont couleur mélangé contrastantes. Il est souvent possible de regarder un échantillon de grain de pollen provenant d'un piège de ruche et d'identifier l'espèce butinée en se basant sur la couleur (**Newstrom et al. 2009 cité par Bara et Slimani, 2015**).

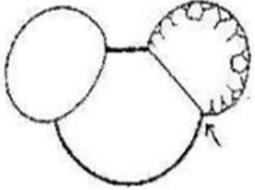
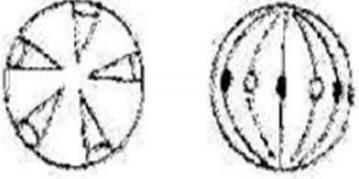
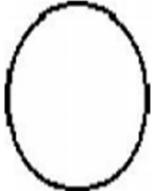
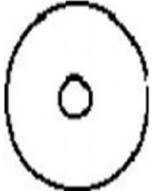
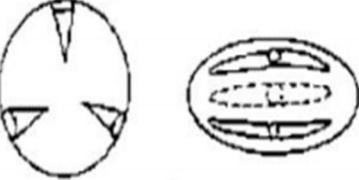
Selon l'origine botanique on peut trouver des pollens de couleur :

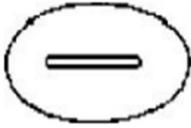
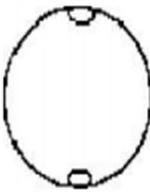
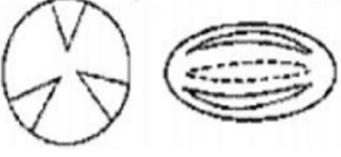
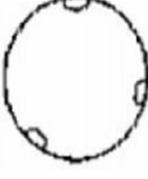
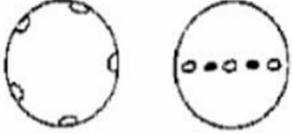
- De couleur jaune ; Ex : *Acer spp*, *malus domestica*, *ulmus alata*, *Eranthis hyemalis*, *stellaria media* ;
- Couleur verte ; Ex : *Acer platanoides*, *Corylus americana*, *Platanus occidentalis*, *Cannabis sativa* ;
- Couleur gris-clair ; Ex : *Prunus spp*, *Rubus idaeus*, *Ulmus americana* ;
- Couleur marron ; Ex : *Alnus incana*, *Crataegus spp*, *Prunus cerasifera*, *Trifolium incarnatum* ;-
- Couleur orange ; Ex : *Asparagus officinalis* ;
- Couleur rouge ; Ex : *Galanthus nivalis*, *Lamium amplexicaule*.

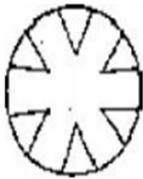
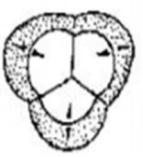
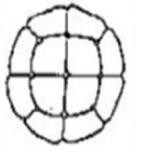
2.4.2. La forme

Les grains de pollens ayant généralement une forme plus ou moins sphérique on emploie les adjectifs de polaire ou d'équatorial pour désigner les différents axes sous lesquels on peut les observer par rapport à leur position initiale dans la tétrade (**tableau 6**). Le pôle proximal est celui qui est le plus proche du centre de la tétrade, le pôle distal celui qui le plus éloigné. Ceci détermine deux axes ; l'axe polaire qui joint les deux pôles et l'axe équatorial qui lui est perpendiculaire, en passant par le centre du grain. Ceci permet notamment de définir la forme générale de grain en fonction des mensurations effectuées. En vue polaire les grains de pollen (non composés) peuvent apparaitre circulaires, triangulaires, subcirculaires, subtriangulaires ou de forme plus complexe. En vue équatoriale le grain peut apparaitre aussi haut que large (grain sphérique), plus haut que large (gain longiaxe ou prolate) ou encoure plus large que haut (grain bréviaxe ou oblate) (**Jeanne, 1993**).

Tableau 6 : Clé de détermination des grains du pollen (simplifiée).

| | | |
|--|--|---|
|  <p>Pollen à ballonnets</p> <p>1 ballonnet: <i>Tsuga</i> 2 ballonnets: -sans constriction taille 70-80 µm: <i>Picea, Cedrus</i> -avec constriction Corps du grain 80-100µm: <i>Abies</i> Corps du grain 40-50 µm: <i>Pinus</i></p> |  <p>Vue polaire</p> <p>péricolpé : <i>Hêtre, Tilleul</i></p> <p>Grains à plusieurs sillons répartis irrégulièrement autour du grain, exine ondulée ou verruquée: <i>Ranunculus</i></p> |  <p>Vue polaire Vue équatoriale</p> <p>stéphanocolporé</p> <p>Grain à plusieurs sillons équatoriaux au milieu desquels s'ouvrent des pores: - 6 sillons, 6 pores : <i>Sanguisorba</i> - 4 sillons, 4 pores : <i>Pulmonaria</i></p> |
|  <p>inaperturé</p> <p>ex: <i>Taxodiaceae</i> <i>Cyperaceae</i> <i>Juniperus</i></p> |  <p>monoporé</p> <p>- grain à large pore et opercule (peu distinct) et exine diversement ornementée: <i>Nymphaeaceae</i> - grain à petit pore annelé: <i>Graminae</i></p> |  <p>- grain à trois sillons au milieu desquels s'ouvrent des pores :</p> <p>tricolporé</p> <p>- exine à petits points ou ondulée: <i>Umbelliferae, Compositae (Centaurea), Fagus</i> . - à exine épineuse: <i>Compositae (Antemis..)</i> -exine moyennement réticulée: <i>Olea</i></p> |

| | | |
|--|---|---|
|  <p>monocolpé</p> <p>- grain ovoïde, pointu aux extrémités avec grand sillon replié et exine épaisse lisse : <i>Ginkgo</i></p> <p>- grain à 1 sillon, exine finement réticulée: <i>Liliaceae</i></p> <p>- grain > 50µm très fragile: <i>Iridaceae</i>, type <i>Iris</i>.</p> |  <p>vue polaire</p> <p>diporé</p> <p>Grain à deux pores et exine réticulée: <i>Colchicum</i></p> |  <p>péricolpé</p> <p>Grain à plusieurs sillons percés de pores répartis sur toute la surface du grain, à exine: épaisse, épineuse: <i>Compositae</i> (<i>Cichorium</i>)</p> <p>mince et réticulé : <i>Polygonaceae</i> (<i>Rumex</i>)</p> |
|  <p>vue polaire vue équatoriale</p> <p>tricolpé à 3 sillons</p> <p>- exine épaisse, scabre et verruquée : <i>Quercus</i>, <i>Papaver</i>, <i>Ranunculus</i>, <i>Ficaria</i>, <i>Clematis</i>.....</p> <p>- exine épaisse et réticulée: <i>Fraxinus</i>, <i>Cruciferaeae</i></p> <p>- 3 sillons courts, larges, granuleux: <i>Platanus</i></p> |  <p>Grain à trois pores vue polaire</p> <p>triporé</p> <p>- très gros (> 60µm), exine épaisse, épineuse: <i>Dipsacus</i></p> <p>- gros (> 25µm) à exine épineuse: <i>Campanula</i></p> <p>- petit (< 20µm) à exine ondulée ou granulée: <i>Betula</i>, <i>Corylus</i>...</p> |  <p>vue polaire vue équatoriale</p> <p>stéphanoporé</p> <p>Grain à 4 pores équatoriaux:</p> <p>-exine lisse: <i>Alnus</i></p> <p>-exine granulée: <i>Carpinus</i>, <i>Betulus</i>.</p> <p>Grain à plusieurs pores équatoriaux</p> <p>-exine rugueuse: <i>Ulmus</i></p> |

| | | | |
|--|---|--|---|
|  <p>stephanocolpé vue polaire</p> |  <p>plusieurs pores périporé</p> |  <p>Tetrade</p> |  <p>Polyade</p> |
| <p>- 6 sillons larges équatoriaux à exine réticulée: <i>Labiataceae</i> (<i>Thymus</i>), <i>Lavandula</i>, <i>Ocinum basilicum</i>, (<i>Basilic</i>).</p> <p>- plus de 6 sillons: <i>Ephedra</i></p> | <p>répartis sur toute la surface du grain</p> <p>- exine verruquée: <i>Plantago</i></p> <p>- exine épineuse: <i>Malvaceae</i>(<i>Malva</i>)</p> <p>-exine réticulée: <i>Caryophyllaceae</i> (<i>Dianthus</i>)</p> <p>- exine avec pointe et ondulée: 7 à 25 pores répartis sur un</p> | <p>exemple :</p> <p><i>Typha</i></p> <p><i>Orchida ceae</i></p> | <p><i>Acacia</i></p> |

Source : (Aegri et Iversen, 2005 cité par Nair, 2014).

2.4.3. Les dimensions

La taille change d'une espèce à l'autre selon le **tableau7**, et parmi les petits grains de pollen, nous citons celui de *Mysotis* (*Borraginaceae*) avec un diamètre de 5 µm. les plus gros pollens ont une taille variante entre 200 et 250 µm, se rencontrent chez les Gymnospermes et quelques Angiospermes, comme par exemple : *Cucurbita sp.* (*Cucurbitaceae*), *Betula sp.*(*Betulaceae*), *Prunus sp.*(*Rosaceae*) (**Saxena, 1993 cité Roudja, 2010**).

Les gains de pollen, semblables à une fine farine, sont extrêmement fins. Il est bon d'en connaître mieux quelques uns, dont nous indiquerons les dimensions. L'unité de mesure utilisée ici est le millième de millimètre. C'est donc en « mus » que seront donnés les diamètres moyens de quelques pollens parmi les plus répandu (**Jeanne, 1993**).

Tableau 7 : Les dimensions de quelques grains du pollen de certaines plantes.

| | | |
|--|----------|----------|
| Châtaignier (<i>castanea sativa</i>) | P : 14 | E : 12 |
| Colza (<i>brassica napus var oleifera</i>) | P : 24 | E : 26 |
| Tilleul à grandes feuilles (<i>tillia platiphyllo</i>) | P : 25.5 | E : 34 |
| Robinier faux acacia (<i>robinia pseudacacia</i>) | P : 30 | E : 32.5 |
| Luzerne (<i>medicago sativa</i>) | P : 32 | E : 37 |
| Trèfle violet (<i>trifolium pratense</i>) | P : 38 | E : 35 |
| Ciste de Montpellier (<i>Citrus monpeliensis</i>) | P : 45.5 | E : 47 |

P= vue polaire, E= vue équatoriale

Source : (Jeanne, 1983, cité par Bara et Slimani, 2015)

2.5. Origine du pollen dans les miels

Lorsque l'abeille récolte le nectar des fleurs, elle entre plus ou moins en contact, non seulement avec les nectaires (organe producteur de nectar), mais aussi avec la plupart des pièces florales, et notamment les anthères (organe producteur de pollen). Selon la morphologie des fleurs visitées ce contact peut intéresser différentes parties du corps de la butineuse, mais il aboutit régulièrement à marquer les gouttelettes de nectar par quelques grains de pollen de la plante visitée. Il est par ailleurs certain qu'avant même le passage de l'abeille, le pollen peut commencer à tomber mûr sur le nectar lorsque la morphologie des fleurs le permet. Il s'agit là d'un véritable marquage car les grains associés au nectar vont le suivre dans le jabot de la butineuse, dans les cellules du rayon puis dans le miel extrait (Ismail et al., 2013 cité par Yahia Mohammed, 2015).

Il existe toutefois d'autres voies de pénétration. Le pollen abonde à l'intérieur de la ruche, surtout sous forme de provisions stockées dans les cellules à proximité du couvain. Il est également présent dans le poil des abeilles, sur leurs pièces buccales et sur leurs pattes. Il a été

évoqué aussi une possibilité d'une pollution par les pollens atmosphériques pénétrant dans la ruche par un trou d'aération (**Morais et al., 2011 cité Yahia Mohammed, 2015**).

Objectif

L'objectif de notre essai est de déterminer les caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques des échantillons du pollen frais récolté par les abeilles locales "*Apis mellifera intermissa*" dans la région de Blida, afin d'évaluer leur qualité et de comparer l'apport de protéines du pollen frais aux besoins de l'abeille.

1.1. Présentation de la zone d'étude

1.1.1. Situation géographique de la wilaya de Blida

La wilaya de Blida se situe dans la partie nord du pays, dans la zone géographique du tell central. Elle est limitée au nord par la wilaya de Tipaza et la wilaya d'Alger, à l'ouest par la wilaya d'Aïn Defla, au sud par les wilayas de Boumerdes et de Bouira (Anonyme, 2013).

1.1.2. Caractéristiques climatiques

Le climat est un facteur écologique d'une très grande importance de par l'agencement et la combinaison de ces différents éléments (précipitations, température et les vents). Il commande et exerce une influence notable sur la répartition et la dissémination des espèces végétales. Cependant ces paramètres sont les plus déterminants pour le butinage des abeilles (Mekious, 2006).

L'atlas tellien protège la ville des vents secs du sud en provenance des Hauts Plateaux. Cette protection permet à la région de bénéficier d'un climat méditerranéen propice à l'agriculture (Bendjoudi, 2008).

1.1.2.1. La température

Les facteurs thermiques (minimum et maximum) exercent une profonde action sur la vie des plantes. Par conséquent, la répartition naturelle des végétaux, leur changement saisonnier, leur croissance, la composition spécifique, et la productivité du tapis végétal dépendent des conditions thermiques (Mekious, 2006).

Chaque espèce ne peut vivre que dans un certain intervalle de température limité au-dessus par des températures létales maximales et au-dessous par des températures létales minimales. En dehors de cet intervalle, elle est tuée par la chaleur ou par le froid (Bendjoudi, 2008).

Les valeurs de température moyenne mensuelles maximales M et minimales m de la région de Blida sont placées dans le tableau 8

1.1.2.2. La pluviométrie

La quantité annuelle des précipitations est l'un des paramètres clés dans la caractérisation du climat (**Long, 1974**).

Les précipitations peuvent avoir un effet négatif en perturbant le vol des abeilles mais également un effet positif en augmentant l'humidité du sol permettant ainsi une production importante de nectar (**Mekious, 2006**).

Les pluies interviennent principalement en automne, en hiver et au printemps. L'été généralement sec. C'est d'ailleurs là une caractéristique du climat méditerranéen qualifié de xérothermique (**Bendjoudi, 2008**).

Les valeurs mensuelles des précipitations de la région de Blida sont représentées dans le tableau 8

1.1.2.3. Le vents

Les vents limitent le butinage car l'abeille réduit considérablement son activité lorsque la vitesse du vent atteint 15km/h et elle cesse voler totalement quand cette vitesse est double (**Mekious, 2006**).

1.2. La végétation

La wilaya de Blida se caractérise par une abondante flore mellifère favorisant ainsi une bonne production apicole et une reprise de ponte précoce en automne. En hiver, on trouve surtout les adventices des vergers d'agrumes, tels que l'oxalis et diplotaxis, remplacées au printemps par les agrumes et les cistes des maquis. En été l'eucalyptus constitue une bonne ressource mellifère et en automne la flore de jachères (l'inule visqueuse) et de vergers (**Berkani, 2008**).

Tableau 8: Les données climatiques de la région de Blida durant l'année 2016.

| Mois Les données | jan | fév | mar | avré | mai | juin | jui | août | sept | octb | nou | déc |
|---|------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|
| T° moyenne (°C) | 10.6 | 11.5 | 13.3 | 15.6 | 18.8 | 22.2 | 26.1 | 26.9 | 24.1 | 19.2 | 14.7 | 11.7 |
| T°minimale (°C) | 7 | 7.6 | 9.3 | 11.4 | 14.3 | 17.7 | 21.4 | 22.1 | 20 | 15.2 | 10.9 | 8.2 |
| T°maximale (°C) | 14.2 | 15.5 | 17.3 | 19.9 | 23.3 | 26.8 | 30.9 | 31.7 | 28.2 | 23.3 | 18.5 | 15.3 |
| Précipitations (mm) | 116 | 85 | 92 | 64 | 58 | 26 | 2 | 4 | 34 | 66 | 114 | 130 |
| Vitesse des vents (km/h) | 12 | 16 | 15 | 15 | 14 | 14 | 9 | 12 | 15 | 13 | 12 | 10 |

Source : (Anonyme, 2016).

D'après le tableau, en 2016 le mois d'août qui apparaît le plus chaud, ses températures moyennes sont comprises entre 22.1 et 26.9 °C. En effet, le mois le plus froid est janvier avec des valeurs moyennes mensuelles respectivement égale à 7 et 14.2 °C.

La région d'étude présente une grande variabilité des précipitations entre les mois, le maximum de précipitation est enregistré de 130 mm et le minimum annuel est de 2mm, les mois les plus secs sont juin, juillet et août, le maximum des précipitations est noté en décembre avec 130mm.

Il faut rappeler l'importance de la présence de l'eau pour les plantes et les réactions biochimiques. La connaissance des quantités des pluies reçues permet de prévoir des moments où il faudra apporter un complément d'eau par irrigation.

La vitesse des vents dans les mois de butinage Mars, Avril, Mai 2016 est défavorable car elle empêche la sortie des abeilles au butinage et elle provoque l'évaporation et le dessèchement du nectar, en effet il devient visqueux et difficile à récolter.

1.3. Matériels

1.3.1. Matériels biologiques

Le matériel biologique est composé des échantillons de pollen frais récoltés par les apicultures de la coopérative apicole de chiffa.

Le tableau ci-dessous **tableau 9** représente quelques espèces mellifères présentées autour des ruchers durant les périodes de récoltes du pollen frais.

Tableau 9 : Quelques espèces mellifères présentées autour des ruchers

| Nom latin | Nom commun | Nom arabe | Famille |
|---------------------------|-----------------------|--------------|--------------|
| <i>Prunus persica</i> | Pêcher | khoukhe | Rosaceae |
| <i>Citrus sinensis</i> | Oranger | bourtokale | Rutaceae |
| <i>Citrus limon</i> | Citronnier | Lim | Rutaceae |
| <i>Carduus natuans</i> | Chardons | Chouk – hmir | Asteraceae |
| <i>Sinapis alba</i> | Moutarde blanche | Hara | Brassicaceae |
| <i>Borago officinalis</i> | Bourrache | Bourrache | Boraginaceae |
| <i>Acacia retinodes</i> | Mimosa des fleuristes | Mimosa | Fabaceae |
| <i>Inula viscosa L.</i> | L'inule visceuse | - | Asteraceae |
| <i>Oxalis cernua</i> | Oxalide | kwirsa | oxalidaceae |
| <i>Malva sylvestris</i> | Mauve syvestre | Khobaiza | malvaceae |

1.3.2. Matériels de laboratoire

Le matériel utilisé au cours de cette recherche scientifique est représenté dans le tableau suivant :

Tableau 10: Le matériel de laboratoire utilisé

| Appareillage | Verreries | Solutions et réactifs |
|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Balance analytique - PH-mètres - Etuve - Agitateur - Conductimètre - Four à muffles - La distillateur | <ul style="list-style-type: none"> - Burettes - Eprouvettes - Erlenmeyers - Mortier - Spatules - Pipettes graduées - Tubes à essai en verre | <ul style="list-style-type: none"> - L'eau distillée - Hydroxyde de sodium (NaOH) 0,1N. - Acide sulfurique concentré - Indicateur - catalyseur |

1.4. Méthodes

1.4.1 Échantillonnage

Douze échantillons de pollen frais ont été collectés en mois de mars et avril 2017, ces derniers ont été collectés dans différentes régions de la willaya du Blida (Maraman, Mouzaia, Boufarik et Chebli); la (**figure 13**) indique la localisation des ruchers de prélèvement de nos échantillons.

Ces échantillons de pollen étudiés ont été récoltés à l'aide des trappes à pollen de dessous (**figure 11**), et ont été transportés dans une glacière hermétiquement fermée, afin d'éviter la diminution de la teneur en eau.



Figure 11: La récolte du pollen à l'aide des trappes à pollen.

Les échantillons étudiés ont été nettoyés de toutes les impuretés et mis dans des petites boîtes en plastique (**figure 12**), afin d'être conservés au congélateur pendant la période d'étude.



Figure 12 : La conservation de pollen

Le tableau suivant indique les informations des différents pollens recueilli, un code a été attribué à chaque échantillon dans le but de faciliter leur manipulation et les analyses au laboratoire.

Tableau 11 : Présentation des échantillons du pollen

| Echantillons | Origine géographique | Code | Date de récolte | Période | Poids |
|--------------|----------------------|-------------------|-----------------|----------------|-------|
| 1 | Maramen | PFM ₁ | 04/04/2017 | P ₁ | 100g |
| | | PFM ₂ | 08/04/2017 | P ₂ | 100g |
| | | PFM ₃ | 21/04/2017 | P ₃ | 100g |
| 2 | Mouzaia | PFM ₀₁ | 29/03/2017 | P ₁ | 100g |
| | | PFM ₀₂ | 08/04/2017 | P ₂ | 100g |
| | | PFM ₀₃ | 21/04/2017 | P ₃ | 100g |
| 3 | Boufarik | PFB ₁ | 09/04/2017 | P ₁ | 100g |
| | | PFB ₂ | 16/04/2017 | P ₂ | 100g |
| | | PFB ₃ | 23/04/2017 | P ₃ | 100g |
| 4 | Chebli | PFC ₁ | 09/04/2017 | P ₁ | 100g |
| | | PFC ₂ | 16/04/2017 | P ₂ | 100g |
| | | PFC ₃ | 23/04/2017 | P ₃ | 100g |

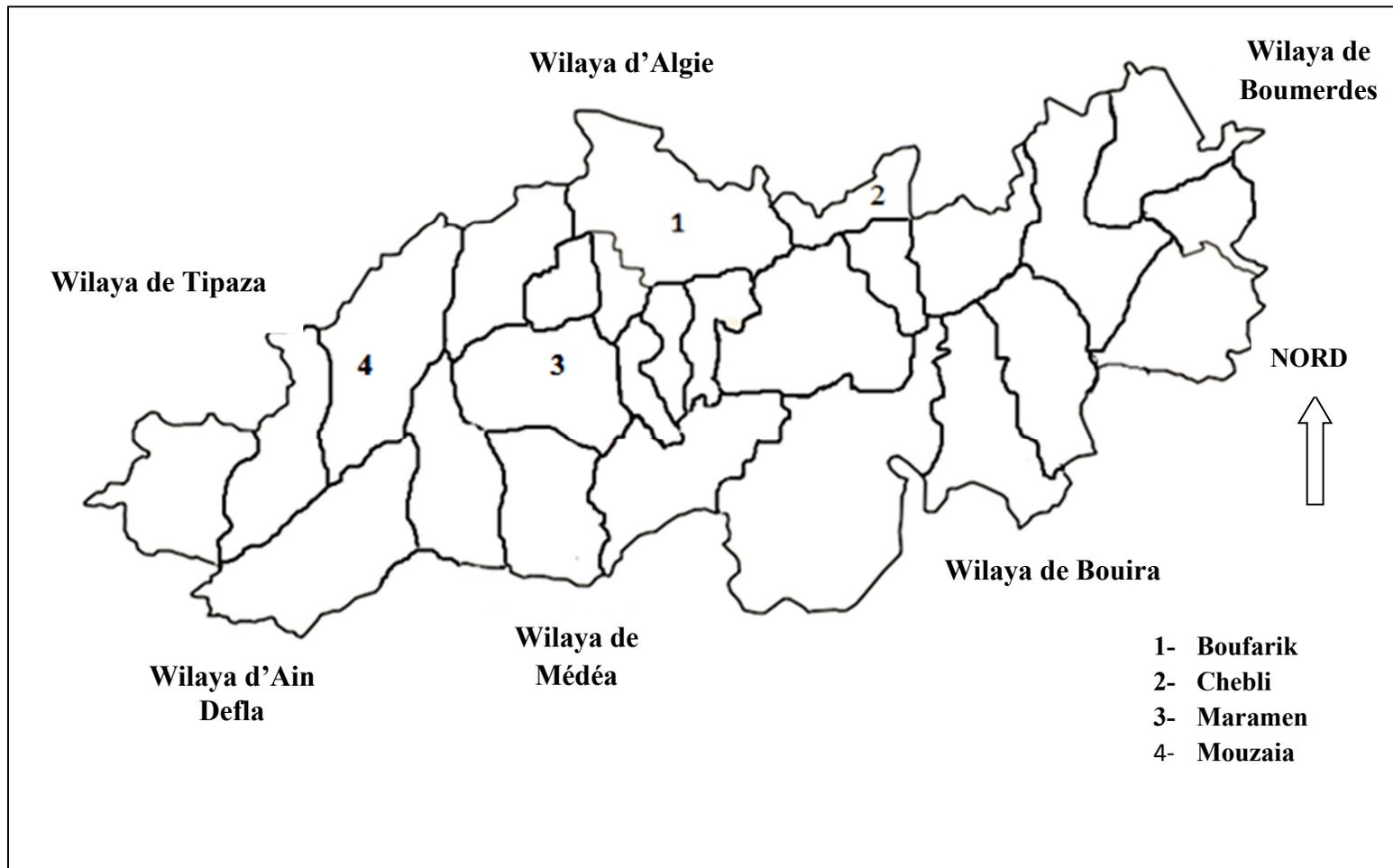


Figure 13 : L'emplacement des ruches

Les analyses sont réalisées au laboratoire de production animale et de chimie au niveau de département de Biotechnologie, et de laboratoire du génie des procédés de l'Université Saad Dahleb Blida.

1.4.1. L'analyses physiques

1.4.1. L'échantillonnage

- Mélanger bien le pollen pendant au moins 3 min pour homogénéiser
- En peser 3g des graines de pollen en pelotte sur la prise d'essai (pelotte) :

A. Genres de pelottes par couleur

Mettre les pelottes sur une plaque en verre puis avec une pince séparer les pelottes selon leur couleur, chaque couleur est pesée à part. Noter les couleurs existantes (prendre des photos avec même grossissement) et notée le taux d'impuretés aussi.

B. Description de la morphologie

Décrire visuellement la forme utilise au moins deux qualifications pour la forme (Ronde, trizugulaire, ovale déforme, l'autre pour l'épaisseur (arrondie, aplatie).

1.4.2. Analyses chimiques

Les méthodes utilisées pour la caractérisation des pollens étudiées sont les suivants :

- Détermination d'humidité.
- Détermination de la teneur en cendres.
- La mesure de la conductibilité électrique
- Détermination des protéines brutes (matière azoté totale).
- La mesure du pH.
- Détermination de l'acidité titrable.

1.4.2.1. Détermination de la teneur en eau

Dans une capsule séchée et tarée au préalable, introduire 1 à 2 g de l'échantillon à analyser, porter la capsule dans une étuve à circulation d'air réglée à 105°C ($\pm 2^\circ\text{C}$), laisser durant 24h, refroidir au dessiccateur, peser, remettre une heure à l'étuve et procéder à une nouvelle pesée, continuer l'opération jusqu'à poids constant.

La teneur en eau est déterminée selon la formule suivante:

$$MS (\%) = \left(\frac{Y}{X} \right) \times 100$$

- Y = poids de l'échantillon.
- X = poids d'échantillon humide.
- MS(%) = la matière sèche en pourcentage.

➤ **La teneur en eau**

$$H^{\circ}(\%) = 100 - MS$$

1.4.2.2. Détermination de la teneur en cendre

La teneur en MM d'une substance alimentaire est conventionnellement le résidu de la substance après destruction de la matière organique après incinération. Porter au four à moufle la capsule plus le résidu qui a servi à la détermination de la MS (ou peser 1 à 2 g de l'échantillon a incinéré dans une capsule en porcelaine). Chauffer progressivement afin d'obtenir une combustion sans inflammation de la masse : Si tu veux t'acheminer

- 1 heure 30 mn à 200 °C
- 2 heures 30 mn à 500 °C

L'incinération doit être poursuivie jusqu'à combustion complète du charbon formé et obtention d'un résidu blanc ou gris clair. Refroidir la capsule au dessiccateur la capsule contenant le résidu de l'incinération, puis peser.



Figure 14 : Un four à moufle

La teneur en matière minérale est donnée par la relation :

$$\text{MM (\%)} = \frac{A \times 100}{B \times MS}$$

A : poids des cendres.

B : poids de l'échantillon.

MS : teneur en matière sèche (%).

1.4.2.3. La mesure de la conductibilité électrique

La mesure de la conductivité électrique d'un produit permet de mesurer la capacité de celui-ci à transmettre un flux électrique ou conductance, Introduire 1g du pollen dans 100 ml d'eau distillée. Il suffit de prolonger la pointe de l'électrode dans la solution et la valeur de la conductibilité s'affiche au conductimètre avec l'unité de siemens ou micro-siemens.



Figure 15 : Conductimètre

1.4.2.4. Détermination de la teneur en protéine (la matière azoté totale)

L'azote total est dosé par la méthode de KJELDAHL.

A. Minéralisation

Opérer sur un échantillon de 0.5 à 2g (selon l'importance de l'azote dans l'échantillon). L'introduire dans un matras de 250 ml, ajouter 2 g de catalyseur (composé de 250 g de K_2SO_4 , 250 g de $CuSO_4$ et 5g de Se) et 20 ml d'acide sulfurique concentré (densité =1.84). Porter le matras sur le support d'attaque et chauffer jusqu'à l'obtention d'une coloration verte stable. Laisser refroidir, puis ajouter peu à peu avec précaution 200 ml d'eau distillée en agitant et en refroidissant sous un courant d'eau.



Figure 16 : Minéralisateur

B. Distillation

Transvaser 10 à 50 ml du contenu du matras dans l'appareil distillateur (Buchi), rincer la burette graduée. Dans un bêcher destiné à recueillir le distillat, introduire 20 ml de l'indicateur composé de :

- 20 g d'acide borique.
- 200 ml d'éthanol absolu.
- 10 ml d'indicateur contenant : $\frac{1}{4}$ (2.5 ml) de rouge de méthyle à 0.2% (0.2 g dans 100 ml) dans l'alcool à 95° et $\frac{3}{4}$ (7.5 ml) de vert de bromocrésol à 0.1% (0.1 g dans 100 ml) dans l'alcool à 95°.

Verser lentement dans le matras de l'appareil distillateur, 50ml de lessive de soude ($d = 1.33$) (330 g de soude dans 1 litre d'eau distillée), mettre en marche l'appareil, laisser l'attaque se faire jusqu'à l'obtention d'un volume de distillat de 100 ml au moins, titrer en retour par de l'acide sulfurique N/20 (50 ml H_2SO_4 1N + 950 ml d'eau distillée) ou N/50 (20 ml H_2SO_4 1N + 980 ml d'eau distillée) jusqu'à l'obtention à nouveau de la couleur initiale de l'indicateur.



Figure 17: Appareil distillateur

$$N_g = x \times 0.0007 \times \frac{100}{y} \times \frac{200}{x}$$

X : descente de la burette (ml)

Y : poids de l'échantillon de départ. Concernant

A : volume de la prise d'essai.

$$\text{MAT (\% MS)} = N_g \times 6.25$$

1.4.2.5. Détermination du pH

Introduire 1g du pollen dans 100 ml d'eau distillée. Il suffit de prolonger la pointe de l'électrode dans la solution et la valeur du pH s'affiche au potentiomètre au centimètre d'unité. Le pH-mètre doit être étalonné avant son utilisation à l'aide de solutions tampons du commerce. Cet étalonnage est effectué avec une solution tampon de pH 7 et une solution tampon de pH 4



Figure 18 : Le pH - mètre

1.4.2.6. Détermination de l'acidité titrable :

L'acidité titrable est déterminée selon la méthode **NF V 05-101 (1974)**, décrite par **Afnor(1982)** destinée à la détermination de l'acidité titrable des produits d'origines végétales, c'est le cas du pollen.

Principe :

Le principe de cette méthode se base sur le titrable de l'acidité d'une solution aqueuse 0.avec une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphtaléine comme indicateur.

Un échantillon de $2.5 \pm 0.01\text{g}$ de pollen bien broyé est placé dans une fiole conique avec 20 ml d'eau distillée chaude récemment bouillie et refroidie, et mélange jusqu'à obtention d'un liquide homogène. La fiole conique est adaptée à un réfrigérant à reflex afin de chauffer le contenu au bain-marie pendant 30 min. Après refroidissement, le contenu de la fiole conique est transvasé quantitativement dans une fiole jaugée de 25ml et complété jusqu'au trait de jauge avec l'eau distillée récemment bouillie et refroidie. Ensuite, il est bien mélangé puis filtré. 10ml du filtrat, versés dans un bêcher, sont titrés avec une solution d'hydroxyde de sodium 0.1 N et en présence 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine, jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante pendant 30 secondes.

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

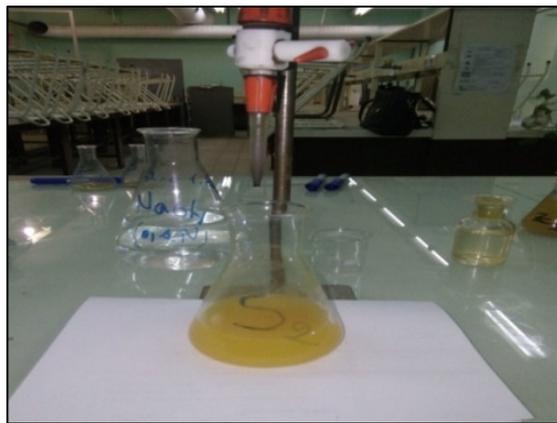


Figure 19 : La mesure de l'acidité titrable.

1.4.3. Analyse statistique

Tous les résultats obtenus représentent la moyenne de deux répétitions sauf le pH, la conductibilité électrique et l'acidité titrable des échantillons de pollen frais.

Les résultats des différentes expériences et analyses sont traités par le logiciel Microsoft Excel 2007, en vue du calcul de la moyenne et l'écart type.

Concernant les paramètres suivants : la teneur en eau, la matière minérale, le taux des protéines brutes, la comparaison entre les moyennes des groupes a été réalisée par le test statistique ANOVA à deux facteurs.

2.1. Résultats d'analyse physique du pollen

2.1.1. La couleur

Les résultats trouvés montrent que le pollen frais se compose au moins de cinq couleurs différentes (orange, vert, mauve, jaune, et blanc), avec une dominance des pelotes orange et jaune, cette différence est due à la nature des plantes mellifères butinées par les abeilles.

2.1.2. La forme

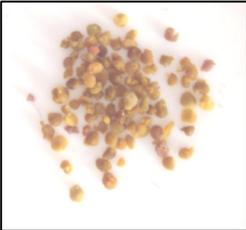
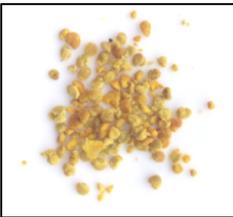
La description visuelle montre que les échantillons des pollens étudiés possédant des différentes formes (aplaties, arrondies, sphérique), ce paramètre dépend plus de travail mécanique fait par l'abeille que des types de plantes visitées et la taille des pollens collecté.

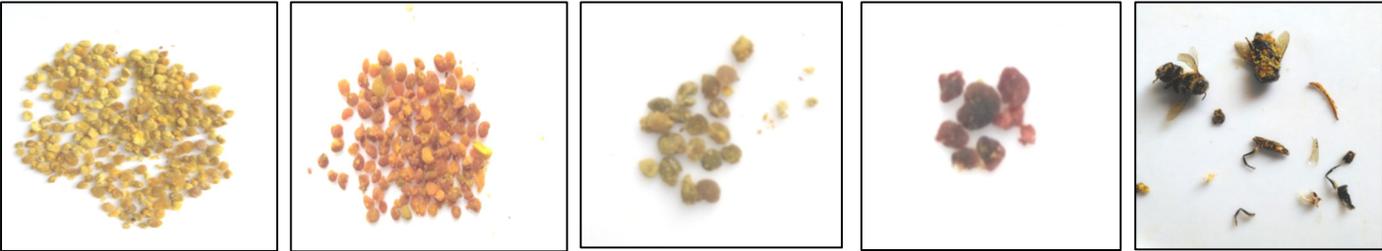
2.1.3. Les impuretés

À partir d'examen visuel appliqué sur les pollens étudiés, on a trouvé que tous les échantillons présentent des impuretés : (des ailles, des abeilles mortes, des pattes, de poussière etc...).

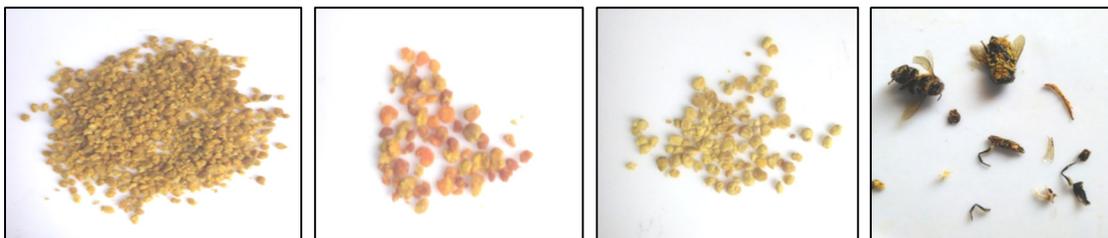
Le tableau ci-dessous représente les différents caractères physiques du pollen frais en pelotes.

Tableau 12 : Les résultats d’analyse morphologique des pollens étudiés.

| origine | échantillons |
|-----------------|---|
| Boufarik | <p>Echantillon 1</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">       </div> <p>Date de récolte : 09/04/2017</p> <p>Les impuretés : des ailes, des pattes, des abeilles mortes...</p> <p>Couleur : mauve, orange, blanc, marron, jaune</p> <p>Forme : ovale déformé, sphères aplaties, arrondies.</p> |
| | <p>Echantillon 2</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">       </div> <p>Date de récolte : 16/04/2017</p> <p>Les impuretés : des ailes, des pattes, des abeilles mortes...</p> <p>Couleur : orange, blanc, vert, mauve, jaune</p> <p>Forme : ovale déformé, sphères aplaties, arrondies.</p> |

| | |
|-----------------------|---|
| | <p>Echantillon 3</p>  <p>Date de récolte : 23/04/2017 Les impuretés : des ailes, des pattes, des abeilles mortes... Couleur : mauve, jaune, orange. Forme : ovale déformé, sphères aplaties, arrondies.</p> |
| <p>Origine</p> | <p>échantillons</p> |
| <p>Maramen</p> | <p>Echantillon 1</p>  <p>Date de récolte : 29/03/2017 Les impuretés : des ailes, des pattes, des abeilles mortes... Couleur : jaune, orange, vert, grenade. Forme : ovale déformé, sphères aplaties, arrondies.</p> |

Echantillon 2



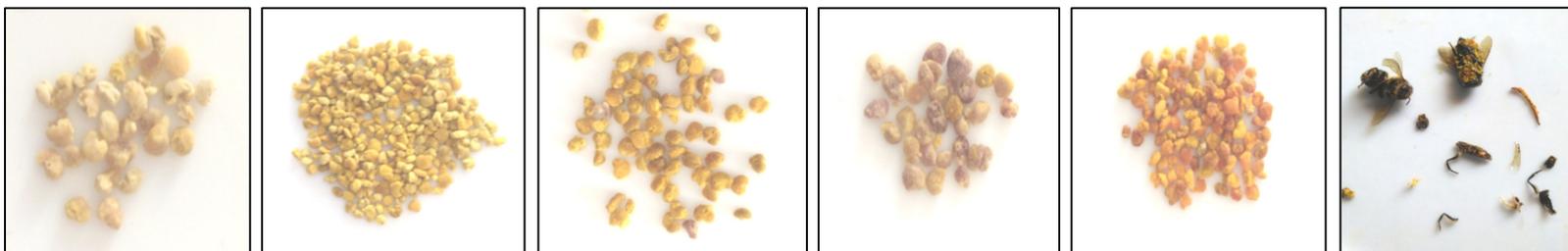
Date de récolte : 08/04/2017

Les impuretés : des ailes, des pattes, des abeilles mortes...

Couleur : marron, orange, jaune

Forme : ovale déformé, sphères aplaties, arrondies.

Echantillon 3



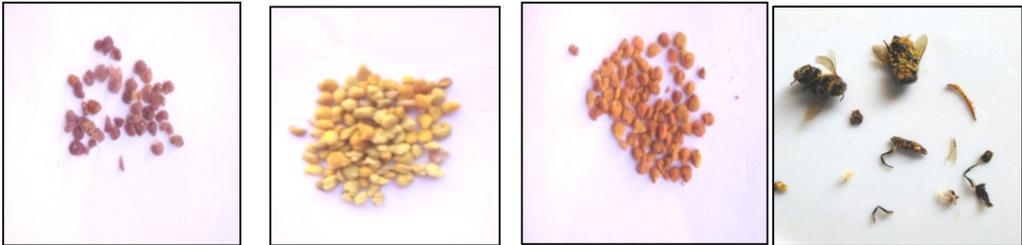
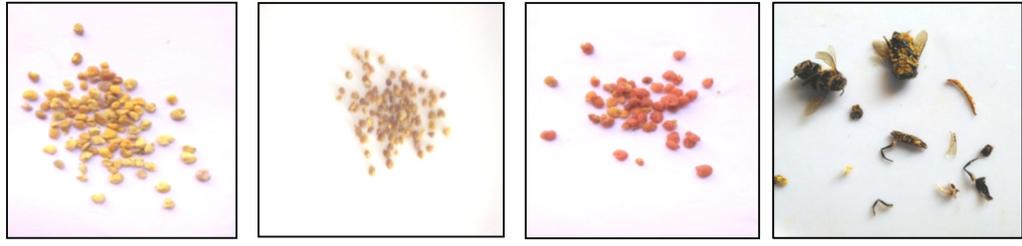
Date de récolte : 21/04/2017

Les impuretés : des ailes, des pattes, des abeilles mortes...

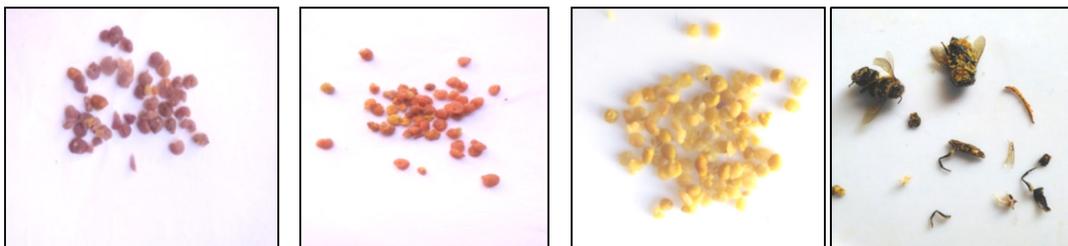
Couleur : blanc, jaune, marron, mauve, orange

Forme : ovale déformé, sphères aplaties, arrondies.

| Origine | Echantillons |
|-----------------------|---|
| <p>Mouzaia</p> | <p>Echantillons 1</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">     </div> <p>Date de récolte : 04/04/2017</p> <p>Les impuretés : des ailes, des pattes, des abeilles mortes...</p> <p>Couleur : jaune, orange, grenade.</p> <p>Forme : ovale déformé, sphères aplaties, arrondies.</p> |
| | <p>Echantillon 2</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">     </div> <p>Date de récolte : 08/04/2017</p> <p>Les impuretés : des ailes, des pattes, des abeilles mortes...</p> <p>Couleur : jaune foncé, orange, jaune clair.</p> <p>Forme : ovale déformé, sphères aplaties, arrondies.</p> |

| | |
|-----------------------|---|
| | <p>Echantillon 3</p>  <p>Date de récolte : 21/04/2017 Les impuretés : des ailes, des pattes, des abeilles mortes... Couleur : mauve, jaune, orange. Forme : ovale déformé, sphères aplaties, arrondies.</p> |
| <p>Origine</p> | <p>Echantillons</p> |
| <p>Chebli</p> | <p>Echantillon 1</p>  <p>Date de récolte : 09/04/2017 Les impuretés : des ailes, des pattes, des abeilles mortes... Couleur : jaune foncé, jaune clair, orange. Forme : ovale déformé, sphères aplaties, arrondies.</p> |

Echantillon 2



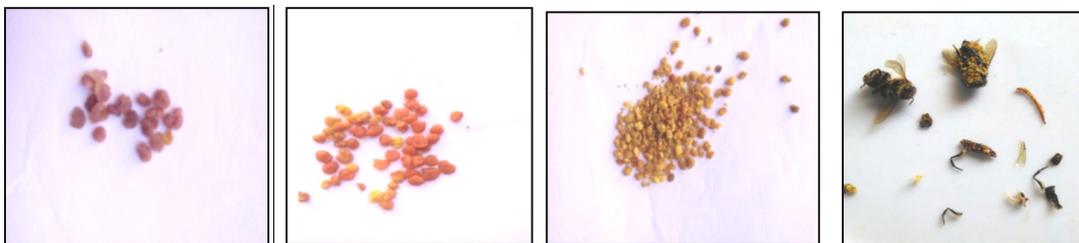
Date de récolte : 16/04/2017

Les impuretés : des ailes, des pattes, des abeilles mortes...

Couleur : mauve, orange, jaune

Forme : ovale déformé, sphères aplaties, arrondies.

Echantillon 3



Date de récolte : 23/04/2017

Les impuretés : des ailes, des pattes, des abeilles mortes...

Couleur : mauve, orange, jaune.

Forme : ovale déformé, sphères aplaties, arrondies.

2.2. Résultats des analyses physico-chimiques

2.2.1. Effet de la région sur les paramètres étudiés

2.2.1.1. Le taux d'humidité

Les résultats de la teneur en eau des pollens frais récoltés dans les quatre régions sont présentés dans le tableau ci - dessous.

Tableau 13: Teneurs en eau des pollens frais

| Echantillons | Le taux d'humidité (%) | Signification |
|------------------|------------------------|---------------|
| PFM | 25,07 ± 1.82 | NS |
| PFM _O | 26.61 ±2,21 | |
| PFB | 27.48 ±3,41 | |
| PFC | 25.85 ±1,13 | |

Maramen ; **PFM_O** : Pollen Frais Mouzaia ; **PFB** : Pollen Frais Boufarik ; **PFC** : Pollen Frais Chebli,

L'analyse statistique des résultats de l'humidité des pollens frais étudiés relève qu'il n'existe pas une différence significative entre les quatre échantillons (PFM, PFM_O, PFB et PFC).

Les teneurs en eau des pollens frais obtenues pour les régions de Maramen, Mouzaia, Boufarik et Chebli sont respectivement (25,07 %), (26,61 %), (27,48 %) et (25,85 %).

Le pollen de Boufarik représente la valeur la plus élevée de la teneur en eau de 27,48 %, par contre la valeur la plus faible est enregistrée pour le pollen de Maramen de 25,07 %.

D'après **Muradian et al., (2005)**, la teneur en eau est un paramètre important pour la conservation des aliments. Pour protéger au maximum la qualité du pollen, ce dernier doit être immédiatement traité par un des procédés de la conservation telle que la déshydratation. Le pollen est alors séché jusqu'à une humidité d'environ 6g/100g. Une humidité supérieure de 6 à 8 g/100g peut permettre au pollen de fermenter au cours du stockage.

Bogdanov (2004), affirme que les pollens contenant des taux d'humidité élevés sont prédisposés à devenir un milieu idéal pour les microorganismes.

Trachi (2010), a trouvé la teneur en eau de pollen frais de la plaine (21,81%), cette teneur est légèrement inférieure à nos résultats.

2.2.1.2. Les cendres

Les teneurs en cendres des pollens frais obtenues sont indiquées dans le tableau 14.

Tableau 14 : Les teneurs en cendres obtenues.

| Echantillons | Teneurs en cendres (%) | Signification |
|------------------|------------------------|---------------|
| PFM | 2,60 ± 0,62 | NS |
| PFM _O | 2,23 ± 0,52 | |
| PFB | 2,24 ± 0,48 | |
| PFC | 2,08 ± 0,26 | |

PFM : Pollen Frais Maramen ; **PFM_O** : Pollen Frais Mouzaia ; **PFB** : Pollen Frais Boufarik ; **PFC** : Pollen Frais Chebli, **NS** : Pas d'effet significatif au seuil 0,05, **S** : effet significatif au seuil 0,05.

Les teneurs en cendres des pollens frais varient selon la région de 2.08 % pour le pollen de Chebli à 2.60 % pour le pollen de Maramen.

Herbert et al.,(1978), indiquent que le pourcentage en cendres du pollen frais varie selon la région, cette variation est le résultat de la différence entre des diverses plantes butinées par l'abeille.

Les valeurs de la matière minérale obtenues sont comparables à celles trouvées par plusieurs auteurs : **Herbert et al., (1978)** ; **Bell et al., (1983)** qui ont trouvés que la teneur en cendres varie de 2,1 à 3,2 % respectivement.

Jabrani et Oulmen (2016), ont trouvé des teneurs en cendres variant de 11,16 % à 11,8%, ces résultats sont supérieurs aux nôtres.

2.2.1.3. La détermination du pH

Les valeurs du pH obtenues des pollens frais étudiés sont présentées dans le tableau 14.

Tableau 15 : Les valeurs du pH des échantillons des pollens frais obtenues.

| Echantillons | pH |
|--------------|------|
| PFM | 4,78 |
| PFMo | 4,17 |
| PFB | 4,54 |
| PFC | 4,74 |

PFM : Pollen Frais Maramen ; **PFMo:** Pollen Frais Mouzaia ; **PFB :** Pollen Frais Boufarik ; **PFC :** Pollen Frais Chebli,

La valeur du pH la plus élevée du pollen frais enregistrée pour les quatre régions étudiées est de 4,78 pour le pollen de Maramen donc tous les échantillons analysés ont un pH acide.

Selon la région, les pollens analysés ont un pH compris entre 4,78 et 4,17. Les valeurs obtenues par **Herbert et al. (1978)** sont de 4 à 6.

Babahani et Bouguedoura (2009), ont trouvé un pH de 6.78 pour le pollen frais des épillets issu de la région de Ouargla, cette valeur est nettement supérieure à nos résultats, due probablement à l'origine botanique des fleurs butinées par l'abeille.

2.2.1.4. Teneur en protéines brutes

Les teneurs en protéines brutes des pollens frais obtenues sont indiquées dans le tableau 16.

Tableau 16 : Les teneurs en protéines brutes obtenues.

| Echantillons | Teneurs en protéines brutes (%) | Signification |
|------------------|---------------------------------|---------------|
| PFM | 24,43 ± 3,68 | NS |
| PFM _o | 22,26 ± 3,26 | |
| PFB | 24,25 ± 3,26 | |
| PFC | 22,38 ± 1,68 | |

PFM : Pollen Frais Maramen ; **PFM_o :** Pollen Frais Mouzaia ; **PFB :** Pollen Frais Boufarik ; **PFC :** Pollen Frais Chebli, **NS :** Pas d'effet significatif au seuil 0,05, **S :** effet significatif au seuil 0,05.

La teneur en protéine la plus élevée est enregistrée pour le pollen de Maramen (24,43 g/100) par contre la teneur la plus faible est enregistrée pour le pollen de Boufarik (24,25 g/100).

Le pollen est une source de protéine, indispensable à la vie des abeilles. Les besoins d'une colonie sont estimés entre 20 et 40 kg de pollen par an, tandis que la consommation individuelle est estimée à 3.4 - 4.3 mg du pollen par jour (**Louveaux, 1954**).

Roulston et Cane (cité par Garance, 2014), affirment que la qualité d'un pollen est déterminée par son taux de protéines.

Toutefois, la plus part des études qui testent les effets de la qualité du pollen sur l'abeille utilisent le taux de protéine comme variable indicative (**Herbert et al. 1978**).

D'après **Bell et al., (1983)**, la différence des teneurs en protéines des pollens d'une région à une autre est expliquée par la variation considérable de l'origine florale des pollens.

Pour les quatre régions de récolte, les échantillons des pollens frais analysés contiennent un taux de protéines brutes s'étend de 24,43 à 24,25 g/100, ces valeurs sont comparables à ceux trouvés par **Herbert et al. (1978)** avec des taux de protéine brutes variant de 21 à 29 g/100g pour les pollens frais.

Somerville et Nicole cité par Garance (2014), vont plus loin en définissant trois catégories de pollen en fonction de leur qualité : ceux de faible qualité comportant moins de 20 % de protéines, le pollen de bonne qualité comportant entre 20 % et 25 % de protéines, et les excellentes composés de plus de 25 % de protéines, donc à partir de nos résultats qu'il sont en accord avec cette intervalle (de 20 % à 25 %) notre pollen est considéré comme un pollen de bonne qualité.

2.2.1.5. Conductibilité électrique

La conductibilité électrique est exprimée en micro-siéemens par centimètre de pollens frais, elle est présentée dans le tableau suivant :

Tableau 17 : Les valeurs de la conductibilité électrique obtenues.

| Echantillons | Conductibilité Electrique en ($\mu\text{S}/\text{cm}$) |
|------------------|---|
| PFM | 0,23 |
| PFM _o | 0,28 |
| PFB | 0,27 |
| PFC | 0,28 |

PFM : Pollen Frais Maramen ; **PFM_o** : Pollen Frais Mouzaia ; **PFB** : Pollen Frais Boufarik ; **PFC** : Pollen Frais Chebli,

Les résultats obtenus montrent que la conductibilité électrique pour les pollens des quatre régions d'études enregistre des valeurs supérieures à 0,23 $\mu\text{S}/\text{cm}$, la région de Mouzaia et Chebli ont la même de la conductibilité électrique de 0,28 $\mu\text{S}/\text{cm}$ qui représente la valeur la plus élevée.

Les valeurs de la conductibilité électrique obtenues sont légèrement inférieurs à celles trouvée par **Babahani et Bouguedoura (2009)**, qui sont de 0,6 pour le pollen conservé ou réfrigérateur.

D'après **Philippe et al. (1976)** une conductibilité élevée signifie un pollen de mauvaise qualité ; à l'inverse une conductibilité de l'ordre de 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ caractérise un pollen de bonne qualité. Donc on peut affirmer que nos pollen frais est de bonne qualité lorsqu'il a une conductibilité électrique inférieure de 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

2.2.1.6. Acidité titrable

Le tableau ci-dessous présente les valeurs de l'acidité des pollens frais étudiés.

Tableau 18 : Les valeurs de l'acidité titrable

| Echantillons | Acidité titrable en (meq/100 g) |
|------------------|------------------------------------|
| PFM | 23,66 |
| PFM _o | 34,33 |
| PFB | 27 |
| PFC | 35 |

PFM : Pollen Frais Maramen ; **PFM_o** : Pollen Frais Mouzaia ; **PFB** : Pollen Frais Boufarik ; **PFC** : Pollen Frais Chebli.,

Selon les régions de récolte, l'acidité titrable de nos échantillons étudiés est compris entre 23,66 et 35 meq /100g.

Les régions de Mouzaia et Chebli ont une valeur en acidité titrable similaire, ainsi que la valeur la plus faible est noté par la région de Maramen avec 23,66 meq /100g.

D'après **Hughes et Cox (1993)**, le niveau élevé d'acidité pouvait avoir des effets néfastes sur la germination du pollen.

Jabrani et Oulmen (2016), ont trouvé sur deux échantillons du pollen frais issu de la région de Tizi Ouazou des taux d'acidité titrable (39 meq / 100 g) pour le pollen multi floral et (27,5 meq /100 g) pour le pollen mono floral.

Nos résultats obtenus pollen frais de Chebli et Mouzaia sont nettement inférieurs à ceux de **Jabrani et Oulmen (2016)**, avec le pollen multi floral par contre celui de Boufarik est similaire pour le pollen mono floral.

Le pollen de Maramen contient une acidité de 23,66 meq / 100 g, cette valeur est similaire à celle obtenue par **Trachi (2010)**, qui a trouvé pour le pollen frais de la plaine algérien une acidité titrable de (23,57 meq / 100 g).

Les analyses statistiques des résultats de la teneur en eau, les cendres et le taux des protéines brutes montrent qu'il n'existe pas une différence significative entre tous les échantillons analysés, donc on peut dire que la région de récolte n'a pas un effet sur ces paramètres.

2.2.2. Effet de la période de récolte sur les paramètres étudiés

2.2.2.1. La teneur en eau

Les résultats de la teneur en eau des pollens frais par rapport aux trois périodes sont illustrés dans le tableau 19 et la figure 8.

Tableau 19: teneurs en eau des pollens frais étudiés.

| Période | Teneurs en eau (%) | Signification |
|------------------|--------------------|---------------|
| PFP ₁ | 26.25 ± 3,77 | NS |
| PFP ₂ | 25.68 ± 1,44 | |
| PFP ₃ | 26.81 ± 1,13 | |

PFP₁ : Pollen Frais Période1 ; **PFP₂** : Pollen Frais Période2 ; **PFP₃** : Pollen Frais Période3, **NS** : Pas d'effet significatif au seuil 0,05, **S** : effet significatif au seuil 0,05.

Les résultats présentés dans le tableau 19 et la figure 20 montrent que la deuxième période de récolte enregistre la valeur la plus faible avec 25.68 %, par contre la valeur la plus élevée est représentée par la troisième période de récolte avec 26,81 % de la teneur en cendres.

Les échantillons des pollens frais récoltés durant la première et troisième période (le début et la fin d'avril) ont des teneurs en eau de 26.25% et 26.81% respectivement, ces valeurs sont nettement supérieures à ceux obtenue par **Jabrani et Oulmene (2016)**, sur deux échantillons du pollen multi et mono floral issu de la région de Tizi Ouzo qui donnent des teneurs en eau (14,16) et (10.51 %).

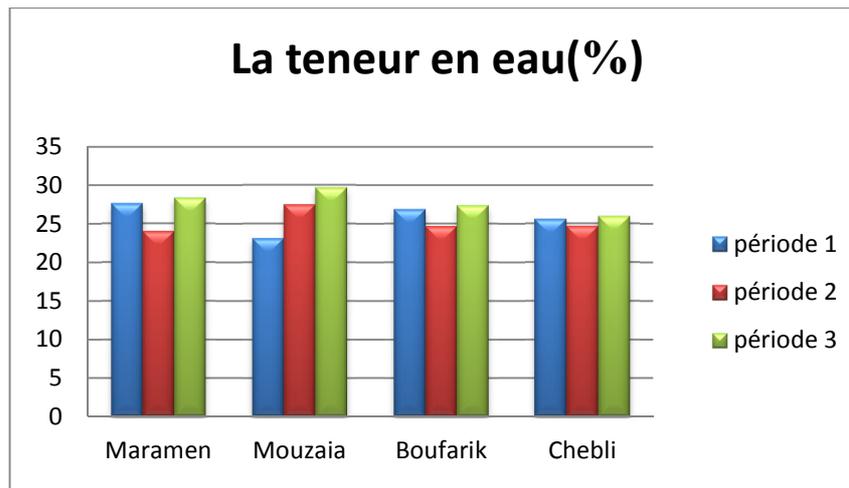


Figure 20 : La teneur en eau des pollens analysés.

2.2.2.2. Les cendres

Les teneurs en cendres des pollens frais obtenues sont indiquées dans le tableau 20 et la figure 21.

Tableau 20 : Les teneurs en cendres obtenues.

| Période | Teneurs en cendres (%) | Signification |
|------------------|------------------------|---------------|
| PFP ₁ | 2,57 ± 0,71 | NS |
| PFP ₂ | 2,08 ± 0,30 | |
| PFP ₃ | 2,21 ± 0,31 | |

PFP₁ : Pollen Frais Période1 ; **PFP₂** : Pollen Frais Période2 ; **PFP₃** : Pollen Frais Période3, NS : Pas d'effet significatif au seuil 0,05, S : effet significatif au seuil 0,05.

Le pourcentage en cendres des échantillons du pollen frais varie selon la période de récolte de 2,08 % pour la deuxième période (mi-avril) à 2,57 % pour la première période où il y a une abondance des ressources pollinifères.

Trachi (2010), a trouvé des teneurs en cendres variant de 1.86 % à 2,69 %, ces valeurs sont proches de nos résultats pour les pollens des trois périodes étudiées.

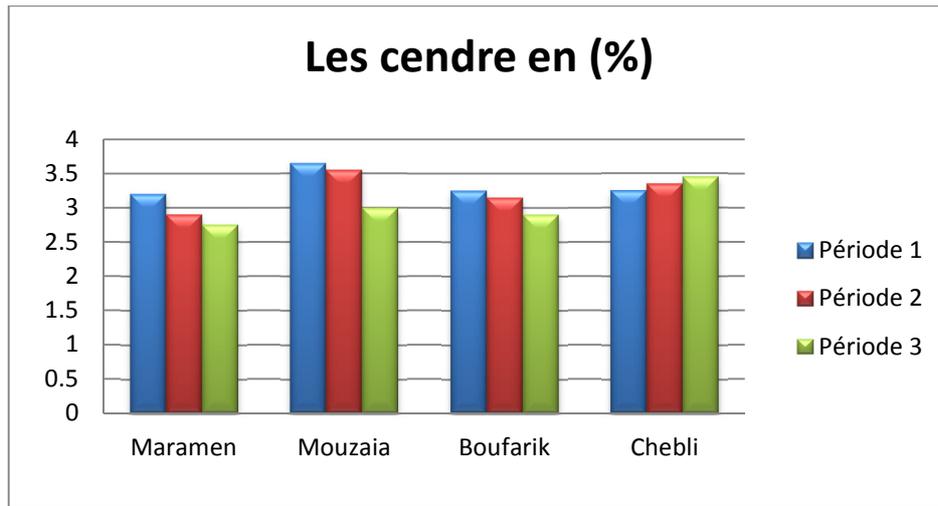


Figure 21 : La teneur en cendre des pollens analysés.

2.2.2.3. La détermination du pH

Les valeurs du pH obtenues des pollens frais étudiés sont présentées dans le tableau 21 et la figure 22.

Tableau 21 : Les valeurs du pH des échantillons des pollens frais obtenues.

| Période | pH |
|------------------|------|
| PFP ₁ | 4,74 |
| PFP ₂ | 2,42 |
| PFP ₃ | 4,51 |

PFP₁ : Pollen Frais Période1 ; **PFP₂** : Pollen Frais Période2 ; **PFP₃** : Pollen Frais Période3

Selon la période de récolte, la valeur la plus élevée du pH du pollen frais est en faveur de la première période (4.74) et la troisième période (4.51), par contre la valeur la plus faible du pH est enregistrée pour la deuxième période (2,42).

La valeur de pH enregistré pour le pollen de troisième période de récolte est proche à celle obtenue par **Hadri et Metairia, 2010** sur un échantillon de pollen frais de la région de Tipaza qui donne une valeur de pH de 4,3

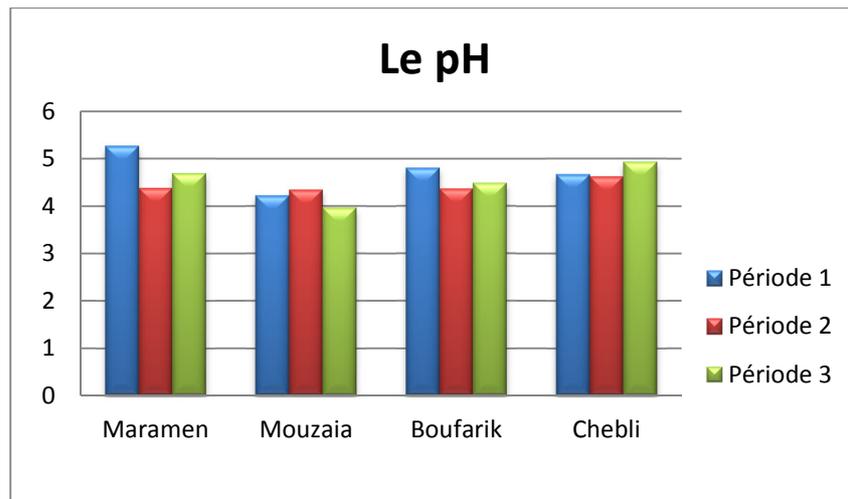


Figure 22: Le pH des pollens analysés.

2.2.2.4. Teneur en protéines brutes

Les teneurs en protéines brutes des pollens frais obtenues sont indiquées dans le tableau 22 et la figure 23.

Tableau 22 : Les teneurs en protéines brutes obtenues.

| période | Teneurs en protéines brutes en (%) | Signification |
|------------------|------------------------------------|---------------|
| PFP ₁ | 23,26 ± 2,96 | NS |
| PFP ₂ | 23,65 ± 3,15 | |
| PFP ₃ | 23,08 ± 3,54 | |

PFP₁ : Pollen Frais Période1 ; **PFP₂** : Pollen Frais Période2 ; **PFP₃** : Pollen Frais Période3, **NS** : Pas d'effet significatif au seuil 0,05, **S** : effet significatif au seuil 0,05, - : absence de signification.

La valeur la plus faible des protéines est enregistrée pour le pollen récolté durant la troisième période (23,08 g/100), par contre la valeur la plus élevée est enregistrée pour le pollen de deuxième période de récolte (23,65 g/100).

Les deux critères les plus importantes pour augmenter la longévité des abeilles sont la qualité de pollen et le taux de protéines qu'il contient (**Schmidt et al., 1978**).

Les échantillons des pollens frais des trois périodes contiennent des teneurs en protéines similaire à celles rapporté par **Joly (1984)**, qui sont de 7 à 35 g/100g.

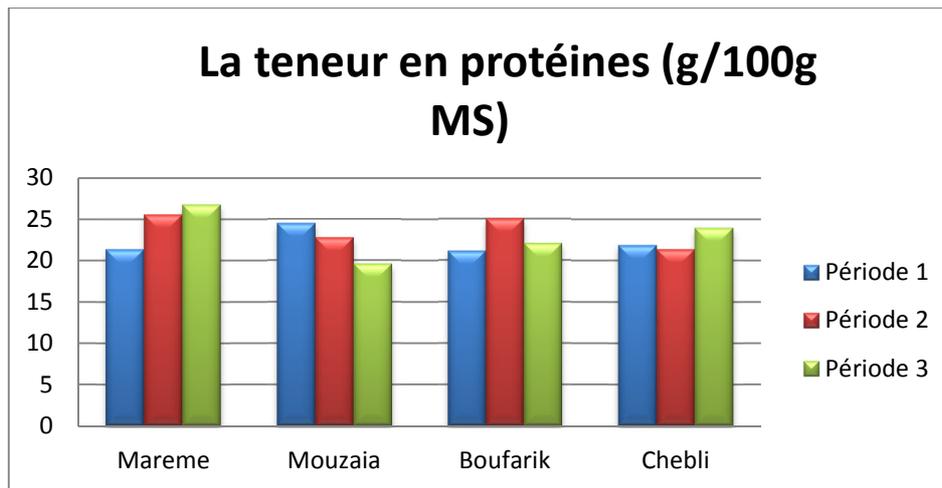


Figure 23 : La teneur en protéines des pollens analysés

2.2.2.5. Conductibilité électrique

La conductibilité électrique est exprimée en micro-siéemens par centimètre de pollens frais, elle est présentée dans le tableau suivant :

Tableau 23 : Les valeurs de la conductibilité électrique obtenues.

| Période | Conductibilité Electrique en ($\mu\text{S}/\text{cm}$) |
|------------------|---|
| PFP ₁ | 0,26 |
| PFP ₂ | 0,26 |
| PFP ₃ | 0,27 |

PFP₁ : Pollen Frais Période1 ; **PFP₂** : Pollen Frais Période2 ; **PFP₃** : Pollen Frais Période3

Les échantillons du pollen frais de la première et la deuxième période (début et mi-avril) ont la même valeur de la conductibilité électrique qui est de 0,26 $\mu\text{S}/\text{cm}$, la troisième période de récolte représente la valeur la plus élevée de 0.27 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Pour les trois périodes de récolte la valeur la plus élevée est enregistrée pour le pollen récolté durant la troisième période (0,27 $\mu\text{S}/\text{cm}$), cette valeur est nettement inférieure à celles obtenue par **Philippe et al., (1976)** qui trouvent une valeur de 2,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour ses échantillons pollens frais.

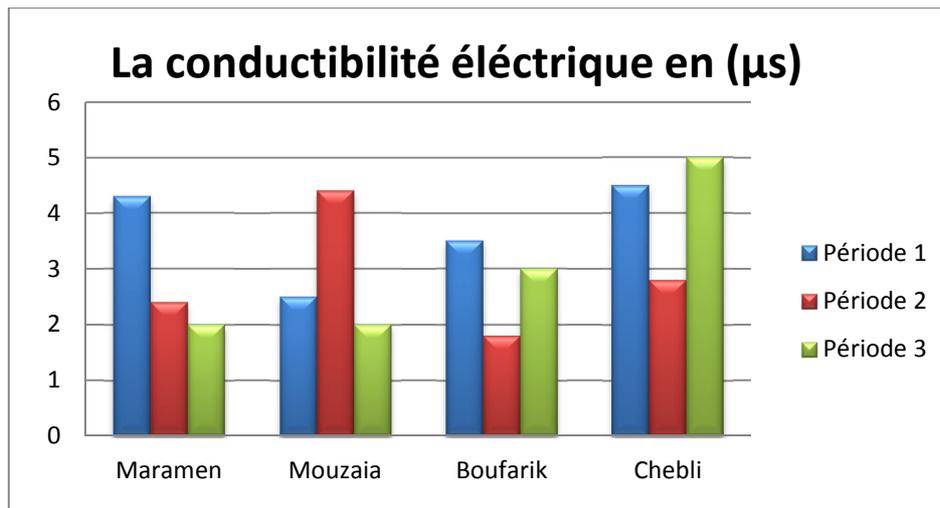


Figure 24 : La conductibilité électrique des pollens analysés

2.2.2.6. Acidité titrable

Le tableau ci-dessous présente les valeurs de l'acidité des pollens frais étudiés.

Tableau 24 : Les valeurs de l'acidité titrable obtenues.

| Période | Acidité titrable en (meq/100 g) |
|-----------------|---------------------------------|
| PF ₁ | 31,5 |
| PF ₂ | 29,25 |
| PF ₃ | 29,25 |

PF₁ : Pollen Frais Période1 ; PF₂ : Pollen Frais Période2 ; PF₃ : Pollen Frais Période3

Pour tous les échantillons étudiés la deuxième et la troisième période sont caractérisées par une valeur de l'acidité titrable similaire, par contre la première période enregistre une valeur supérieure à celle des deux autres périodes.

À partir de nos résultats les valeurs de l'acidité titrable obtenues sont comparable à celles trouvés par **Jabrani et Oulmen (2016)** qui sont de 39 et 27 meq/100 g respectivement pour le pollen mono et multi floral de la région de Tizi Ouzou

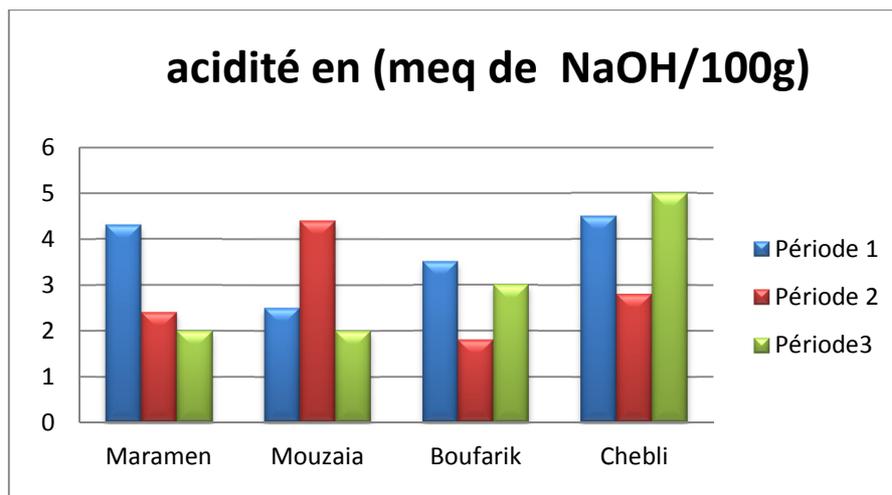


Figure 25: L'acidité titrable des pollens analysés.

Les analyses statistiques des résultats de la teneur en eau, les cendres et le taux des protéines brutes montrent qu'il n'existe pas une différence significative entre tous les échantillons analysés, donc nous concluons que la période de récolte n'a pas un effet sur ces paramètres.

2.2.3. Effet des interactions région / période

Le tableau suivant indique l'effet des interactions région / période

Tableau 25 : Interactions région / période

| Paramètres | La teneur en eau (%) | Les protéines brutes (g/100g de MS) | Matière minérale (%) |
|---------------|----------------------|-------------------------------------|----------------------|
| Signification | NS | NS | NS |

NS : Pas d'effet significatif au seuil 0,05, S : effet significatif au seuil 0,05.

L'analyse statistique montre que les trois paramètres étudiés du pollen frais (les cendres, la teneur en eau, et les protéines brutes) n'ont pas l'effet de l'interaction région et période pour tous les échantillons analysés.

Conclusion

Ce travail de recherche réalisé, nous a permis d'étudier certains paramètres physico-chimiques et organoleptiques de douze échantillons du pollen frais provenant de la région de Blida.

En effet l'humidité des échantillons analysés varient de 25,07 à 27,48 % indique que ces pollens ne sont pas traités par le séchage.

L'acidité titrable des pollens étudiés présentent des teneurs allant de 23,66 à 35 méq / kg, ces valeurs témoignent de l'absence de fermentations de ces échantillons.

Le dosage des protéines brutes varient de 22,26 à 24,43 g/100g de MS, ces teneurs indique que c'est un pollen riche et possède une bonne valeur nutritive pour l'abeille.

Les résultats des analyses physiques des échantillons de pollen montrent que ce produit de la ruche est très particulier dans sa morphologie et sa présentation.

La conductibilité électrique, le pH, et les cendres du pollen frais varient d'une région à une autre, cette variation est un indice de la diversité florale dans les régions de récolte.

Notre étude nous a conduits à conclure que tous les échantillons de pollen frais récoltés répondent aux besoins protéiques des abeilles.

Un pollen avec moins de 20 % de protéines ne peut pas satisfaire les besoins d'une colonie pour lui permettre un élevage du couvain optimal, comparé à un pollen comportant plus de 25 % de protéines.

Références bibliographiques

Adam G., 2011. Botanique apicole. Production de nectar et de pollen. Cours école d'apiculture ruches du sud – luxembourg, 9p.

Adjimis S., 2011. Les secrets de l'apiculture et des produits de la ruche. Édition Dar elebourassia, 98p.

Argoub I., 2013. L'agronomie de A à Z. 1^{ère}ed. Édition pages bleus internationales, 325p.

Apimondia., 2001. Traite d'apithérapie. La médecine par les abeilles. Produit par Api – Ar international SA. Brussels.

Babahani S., Bouguedoura N., 2009. Effet de quelques méthodes simples de conservation du pollen sur les caractères de la production dattiers. Science et technologie. USTHB. Alger, p : 9-12.

Bara F., Slimani H., 2015. Étude des caractéristiques physico-chimiques et palynologiques des miels algériens. Sciences techniques des productions animales. LINA. El Harrach.

Beekman M., Ratnieks F., 2000. Long – rang foraging by the honey – bee. *Api mellifera* L. *funct. ecol*, p : 490 – 496.

Bell N., Nicolson S., Human H., 1983. Composition and protein quality honeybee - collected pollen of *eucalyptus merginata* and *eucalyptus calophylla*. *America institute of nutrition*, P: 2479 – 2484.

Bertrand E., 1983. La conduite du rucher. 7^{ème}ed. édition Payor Loussanne, 254p.

Bocquet M., 2001. Flore mellifères Bull. Tech. Apic. édition OPIDA. Echaffour.

Bogdanov C., 2004. Quality and standards of pollen and beeswax. *APICTA*, V.38, p : 334 – 341.

Caillas A., 1959. Le pollen : sa récolte et ses usages. Édition trubert. Paris, 93p.

Caillas A., 1987. Le rucher de rapport et les produits de la ruche. Paris, 543p.

Compus M., Firgerio C., Lopes J., Bogdanov S., 2008. Pollen composition and standardization of analytical methods. Journal of apicultural research and Bee world, p: 154 – 161.

Dajoz I., 1993. L'évolution du grain de pollen. Édition Larousse, 12p.

Diah Z., 1998. Contribution au recensement des plantes butinées par l'abeille. Thèse ingénieur. Blida.

Dany B., 1983. La récolte moderne du pollen. 1^{re} ed. Édition européennes apicoles, 140p.

Gauthier C., 2003. <https://apiservices.biz/fr/article/classes-par-popularite/303/>.

Donadiou Y., 1981. Les produits de la ruche : thérapeutique naturelle. 3^{ème}ed. Paris, 32p.

Donadiou Y., 1984. Le pollen : thérapeutique naturelle. 6^{ème}ed. édition Moloïne. Paris, 97p.

Donadiou Y., 1984. Le miel : thérapeutique naturelle. 6^{ème}ed. Paris, 97p.

Fanacht E., 2007. Centre suisse des recherches apicoles. Posieux ALP, 2p.

Gonnet M., 1982. Le miel composition et propriété de conservation. 2^{ème}ed. édition OPIDA. Paris, 31p.

Hakim H., 1995. Le pollen aliment – médicament. Édition auteur, 123p.

Herbert E., Shimanuk H., 1978. Chemical composition and nutritive value of bee – collected and bee – stored pollen. Apidologie. V.9, p : 33 - 40.

Herbert E., 1992. honey bee nutrition. hamilton. linois, 197p.

Holzmann C., Britten V., Allier F., 2001. Enquête pertes hivernales de colonies. Rapport ITSAP. Paris, 22p.

Human H., Nicolson S., 2006. Nutritional content of fresh. bee collected and stored pollen of aloe greatheadii Var. photochemistry, 67p.

Inlande D., 2010. Le miel et ses propriétés thérapeutiques. Paris, 6p.

Jabrani R., Oulmene Y., 2016. Caractérisation de deux types de pollen de trappe « mono et multi florales » de la région de Tizi Ouzou et essai de formulation d'un yaourt diététique à base de pollen. Thèse de Master. Université M'hamed Bougara. Boumardas, 57p.

- Jeanne F., 1993.** Le pollen : aspect physique. Bull. Tech. Apic, p : 23 – 28.
- Jeanne F., 1994.** Le pollen récolte et conservation. Bull. Tech. Apic. OPIDA, p : 23 – 28.
- Joly R., 1984.** L'abeille et les produits de la ruche. Paris, 61p.
- Kleischmidt G., Kondos A., 1976.** Influence of crude protéin levels on colony production, 5p.
- Libis E., 1977.** L'apiculture pour tous. Editions flammation & cie, 166p.
- Lampeil F., 1987.** Apiculture d'aujourd'hui. Édition européennes apicoles, 190p.
- Lavie P., Fresnave J., 1963.** Étude expérimentale de la trappe à pollen en position supérieur. Montfavel, 15p.
- Lavie P., 1971.** L'identification des substances antibactériennes présentes dans le miel. Édition CR. Acad SC. France.
- Lourain Robert S., Foster E., Lemay S., Routly F., Wilkinson D., 2004.** Le potentiel de fixer des limites au flux des transgénèses en modifiant les protiens à la surface des grains du pollen. Bulletin IBP n° 1.
- Louveaux J., 1954.** Étude sur la récolte de pollen par les abeilles. Apiculture 98, p : 43 – 50.
- Louveaux J., Mourizio A., Vorwoht G., 1970.** Méthodes de la méliissopalynologie. Commission internationale de botanique apicole de l'U.I.S.B.
- Louveaux J., 1980.** Les abeilles et leur élevage. Édition OPIDA. Paris, 200p.
- Louveaux J., 1985.** Les abeilles et leur élevage. Édition Hachette. Paris, 235p.
- Louveaux J., 1989.** Anatomie de l'abeille. Bull. Tech. Api. Éditons OPIDA. Paris, P : 67- 69.
- Marchenay PH., 1984.** L'homme et l'abeille. Édition Berger levrault. Paris, 219p.
- Mathis M., 1968.** Le peuple des abeilles. 2^{ème} éd. Saint- Germain. Paris, 127p.
- Milin E., 1986.** De la flore au miel. Société botanique de liège.
- Morais M., Moreira L., Feas X., 2011.** honey bee. collected pollen from five portugeuse natural parks. food and chemical toxicologie 49 : 1096 – 1101.

Ozanda P., 2006. Les végétaux : organisation et visité biologique. 2^{ème} éd. édition dunod, 506p.

Percie de sert P., 2003. Ces pollens qui nous soignent. Guy trédaniel. 2^{ème} ed. France, 211p.

Philippe J., 1991. La pollinisation par les abeilles. Édition edissud. Aix- en- provenance, 172p.

Philippe J., 1994. Le guide de l'apiculture. Édition edissud. 329p.

Ponos A., 1958. Le pollen. Coll. que sais-je. Édition presses universitaire de France, 128p.

Prost P., 1947. L'apiculture méridionale. 2^{ème}ed. Édition hyeres. (Var) ,316p.

Rabiet E., 1984. Plantes mellifères. Plantes apicoles. Édition rabie. jonzac. France, 128p.

Ravazzi G., 2007. Abeilles et apiculture. Édition grafiche milani. Milon, 155p.

Richards A., (2001). Does low biodiversity resulting from modern agricultural practice affect corp pollinisation and yield ? Ann. Botany : 165 - 172.

Rouidja S., 2010. Étude melissopalynologie de quelques miels du sud algériens. Disponible sur le site web : <https://bu.univ-ouargla.dz.pdf> Consulté le 21-03-2017.

Roulston T., Cane J., 2002. Pollen nutritional content and digestibility for animals. Plant. syst. Evol.222, p: 187 – 209.

Roulston T., Cane J., 2002. The effect of pollen protéin concentration on body size in the sweat bee lasioglossum zephyrum (hymenoptera: Apiformes). Evol. 16. P : 49 – 65.

Schmidt L., Thoenes S., Levin M., 1987. Survail of honey bees. Apis mellifira. Fed various pollen sources. J. E con. Entomol.80, p : 176 – 183.

Schweitzer P., 2005. Encoure des miels hors normes. Revus l'abeille de France n° 917. Laboratoire d'analyse et d'ecologie apicole, 3p.

Silberfeld T., Reeb C., 2013. Guide pratique : plantes mellifères. Édition dalachaux et niestlé. Paris, 255p.

Singh N., Bath P., Barboni T., 1999. Quantitative composition of lipide in some pollens thier phagostinulatory effects in honey bees. J. Apcult.Res, V.38, p: 87 - 92.

Somerville D., Nicole H., 2006. Crude protein and amino - acide composition of honey bee – collected pollen pellets from south – east. Australia and a note on laboratory disparity, p : 141 – 149.

Strant S., 2015. Anatomie de l'abeille. Revue l'abeille de France n° 901. Paris, pp : 18 - 32.

Tarachi M., 2010. Étude physicochimique des différents types de pollens récoltés par l'abeille locale (*Apis mellifera intermissa*) dans les différentes régions d'Algérie (montagne, plaine et steppe). Thèse de Magister. Université M'hamed Bougara. Boumardas, 103p.

Von Engelsdorp D., Evans C., Saegerman C., Mullin E., Foster Y., 2009. Colony Collapse Disorder : descriptive study. *PLoS ONE* 4 (8).

Winston M., 1987. The biology of the honey bee. University press. Cambridge.

Yahia Mohammed S., Yahia Mohammed W., 2015. Analyse physico-chimiques de quelques miels de la wilaya d'Aïn Defla. Thèse master. Sciences techniques des productions animales. Khemis Maliana.

Tables des matières

Remerciement

Dédicace

Résumé

ملخص

Abstract

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction

Partie bibliographique

| | |
|---|---|
| Chapitre 1 : Les plantes mellifères | 2 |
| 1.1. Définition de la plante mellifère | 2 |
| 1.2. La relation entre l'abeille et la flore mellifère | 2 |
| 1.3. Classification des plantes mellifères | 3 |
| 1.4. Les produits d'origine végétale | 5 |
| 1.4.1. Le nectar | 5 |
| 1.4.1.1. Les nectaires | 5 |
| 1.4.1.2. La sécrétion nectarifère..... | 6 |
| 1.4.1.3. Les conditions de la sécrétion nectarifère | 6 |
| 1.4.1.4. Les facteurs agissant sur la sécrétion nectarifère | 7 |
| A. Facteurs internes agissant la sécrétion nectarifère | 7 |
| B. Facteurs externes agissant la sécrétion nectarifère | 8 |

| | |
|---|-----------|
| 1.4.2. Le miellat | 8 |
| 1.4.2.1. Les insectes producteurs de miellat | 9 |
| 1.4.2.2. Mécanisme de la production de miellat | 9 |
| 1.4.3. La propolis | 10 |
| 1.4.4. Le pollen | 10 |
| 1.4.4.1. La pollinisation | 11 |
| 1.4.4.2. Importance du pollen à l'alimentation des abeilles | 12 |
| 1.4.4.3. La récolte du pollen par l'abeille | 13 |
| A. Adaptation de l'abeille à la récolte du pollen | 13 |
| 1.4.4.4. La récolte du pollen par l'homme | 14 |
| A. Les différentes trappes à pollen | 15 |
| A.1. Les trappes d'entrées | 15 |
| A.2. Les trappes des dessus ou trappes supérieures | 15 |
| A.1. Les trappes des fond ou trappes inférieures | 16 |
| 1.4.4.5. Le stockage et la conservation du pollen | 17 |
| A. La congélation | 17 |
| B. Le séchage par déshydratation | 18 |
| 1.4.4.6. Nettoyage et conditionnement | 18 |
| Chapitre 2 : Les caractéristiques du pollen | 19 |
| 2.1. La palynologie | 19 |
| 2.2. Structure des grains du pollen | 19 |
| 2.2.1. L'intine | 20 |
| 2.2.2. L'exine | 20 |
| 2.2.3. Les apertures | 21 |
| 2.2.4. L'ornementation de l'exine | 21 |
| 2.2.5. La morphologie du pollen des plantes anémophiles et entomophiles | 22 |

| | |
|---|----|
| 2.2.5.1. Le pollen des plantes anémophiles | 22 |
| 2.2.5.2. Le pollen des plantes entomophiles | 22 |
| 2.3. La composition analytique du pollen | 23 |
| 2.3.1. L'eau | 23 |
| 2.3.2. Les glucides | 24 |
| 2.3.3. Les protéines | 24 |
| 2.3.4. Les lipides | 25 |
| 2.3.5. Les éléments minéraux | 25 |
| 2.3.6. La rutine..... | 26 |
| 2.3.7. Substances diverses | 26 |
| 2.3.7.1. Les vitamines | 26 |
| 2.3.7.2. Les enzymes | 27 |
| 2.3.7.3. Les substances accélératrices de croissance | 27 |
| 2.3.4.7. Autres substances | 27 |
| 2.3.8. Effet des processus de conservation sur la composition du pollen | 28 |
| 2.3.9. Valeur alimentaire et thérapeutique des grains du pollen | 28 |
| 2.4. Les propriétés physiques du pollen | 29 |
| 2.4.1. La coloration | 29 |
| 2.4.2. La forme | 29 |
| 2.4.3. Les dimensions | 33 |
| 2.5. Origine du pollen dans les miels | 34 |

Partie expérimental

Chapitre 1 : Matériels et méthodes

| | |
|--|----|
| 3.1. Présentation de la région d'étude | 35 |
|--|----|

| | |
|--|-----------|
| 3.1.1. Situation géographique de la wilaya de Blida | 35 |
| 3.1.2. Caractéristiques climatiques | 35 |
| 3.1.2.1. La température | 35 |
| 3.1.2.2. La pluviométrie | 36 |
| 3.1.2.3. Le vent | 36 |
| 3.2. La végétation | 36 |
| 3.3. Matériels | 38 |
| 3.3.1. Matériels biologiques | 38 |
| 3.3.2. Matériels de laboratoire | 38 |
| 3.4. Méthodes | 39 |
| A. Le transport du pollen | 41 |
| B. La conservation du pollen | 41 |
| 3.4.1. L'analyses physiques..... | 42 |
| 1.4.1.1. L'échantillonnage | 42 |
| A. Genres de pelottes par couleur | 42 |
| B. Description de la morphologie | 42 |
| 3.4.2. Analyses chimiques | 42 |
| 3.4.2.1. Détermination de la teneur en eau | 42 |
| 3.4.2.3. La mesure de la conductibilité électrique | 44 |
| 3.4.2.4. Détermination de la teneur en protéine | 44 |
| A. Minéralisation | 44 |
| B. Distillation | 45 |
| 3.4.2.5. Détermination du pH | 46 |
| 3.4.2.6. Détermination de l'acidité titrable | 46 |
| 3.4.3. Analyse statistique | 47 |
| Chapitre 2 : Résultats et discussions | 48 |
| 2.1. Les résultats d'analyse morphologique du pollen | 48 |

| | |
|---|----|
| 2.1.1. La couleur | 48 |
| 2.1.2. La forme | 48 |
| 2.1.3. Le taux d'impureté | 48 |
| 2.2. Les résultats des analyses physico – chimiques | 55 |
| 2.2.1. Effet de la région sur les paramètres étudiés | 55 |
| 2.1.1.1. La teneur en eau | 55 |
| 2.1.1.2. La teneur en cendres | 56 |
| 2.1.1.3. La détermination de pH | 57 |
| 2.1.1.4. Dosage des protéines brutes | 58 |
| 2.1.1.5. La conductibilité électrique | 59 |
| 2.1.1.6. L'acidité titrable | 60 |
| 2.2.2. Effet de la période sur les paramètres étudiés | 61 |
| 2.1.2.1. La teneur en eau | 61 |
| 2.1.2.2. La teneur en cendres | 62 |
| 2.1.2.3. La détermination de pH | 63 |
| 2.1.2.4. Dosage des protéines brutes | 64 |
| 2.1.2.5. La conductibilité électrique | 65 |
| 2.1.2.6. L'acidité titrable | 66 |
| 2.2.3. Effet des interactions région / période | 67 |

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Les tableaux des analyses statistiques avec le test : (ANOVA à deux facteurs).

| | | Taux de protéines | | | | |
|-----------------------------|----------------|-------------------|----------------|----------------|-------------------|--|
| Régions Période | Maramen | Mouzaia | Boufarik | Chebli | Moyen de ligne | |
| P₁ | 21 20,90 | 25,87 23,1 | 29,72 21,7 | 23,42 20,3 | - | |
| Moyen de cellule | 20,98 | 24,48 | 25,71 | 21,86 | 23,26 | |
| P₂ | 30,1 21 | 24,47 21 | 23,45 26,57 | 19,93 22,75 | - | |
| Moyen de cellule | 25,55 | 22,73 | 25,01 | 21,34 | 23,65 | |
| P₃ | 27,97 25,55 | 15,73 23,40 | 19,6 24,5 | 24,5 23,40 | - | |
| Moyen de cellule | 26,76 | 19,56 | 22,05 | 23,95 | 23,03 | |
| Moyen de colonne | 24,43 | 22,26 | 24,25 | 22,38 | | |

| | | Les cendres | | | | |
|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|--|
| Régions Période | Maramen | Mouzaia | Boufarik | Chebli | Moyen de ligne | |
| P₁ | 3,91 2,39 | 3,02 2,76 | 2,99 1,38 | 1,99 2,18 | - | |
| Moyen de cellule | 3,15 | 2,89 | 2,18 | 2,08 | 2,57 | |
| P₂ | 1,85 2,58 | 2,81 1,63 | 2,04 2,39 | 2,21 1,77 | - | |
| Moyen de cellule | 2,21 | 1,90 | 2,21 | 1,99 | 2,08 | |
| P₃ | 2,42 2,46 | 1,61 2,22 | 2,49 2,16 | 1,81 2,54 | - | |
| Moyen de cellule | 2,44 | 1,91 | 2,32 | 2,17 | 2,21 | |
| Moyen de colonne | 2,60 | 2,23 | 2,24 | 2,08 | | |

| | | La matière sèche | | | | |
|----------------------------------|----------------|-------------------------|-----------------|----------------|-----------------------|--|
| Régions Période | Maramen | Mouzaia | Boufarik | Chebli | Moyen de ligne | |
| P₁ | 76,7 71,1 | 74,31 70,47 | 65,1 75,56 | 75,35 75,36 | | |
| Moyen de cellule | 76,9 | 72,39 | 70,33 | 75,35 | 73,74 | |
| P₂ | 75,35 75,36 | 75,56 76,46 | 73,22 73,06 | 72,35 72,97 | | |
| Moyen de cellule | 75,35 | 76,01 | 73,14 | 72,66 | 74,29 | |
| P₃ | 72,2 72,87 | 71,35 72,01 | 74,15 73,96 | 74,32 74,51 | | |
| Moyen de cellule | 72,53 | 71,68 | 74,05 | 74,41 | 73,17 | |
| Moyen de colonne | 74,93 | 74,36 | 72,50 | 74,14 | | |

Les valeurs des trois paramètres étudiés selon la période

| Paramètre période | répétition | Protéines | Matière sèche | Cendres |
|------------------------------------|----------------------|------------------|----------------------|----------------|
| P₁ | R₁ | 25,00 | 72,86 | 2,97 |
| | R₂ | 21,51 | 74,62 | 2,17 |
| P₂ | R₁ | 24,48 | 74,12 | 2,07 |
| | R₂ | 22,83 | 74,46 | 2,09 |
| P₃ | R₁ | 21,95 | 73,00 | 2,08 |
| | R₂ | 24,21 | 73,33 | 2,34 |

Les valeurs des trois paramètres étudiés selon la région

| Paramètre période | répétition | Protéines | Matière sèche | Cendres |
|------------------------------|----------------------|------------------|----------------------|----------------|
| Maramen | R₁ | 26,35 | 74,75 | 2,72 |
| | R₂ | 24,70 | 75,11 | 2,61 |
| Mouzaia | R₁ | 22,02 | 73,74 | 2,27 |
| | R₂ | 22,22 | 72,98 | 2,24 |
| Boufarik | R₁ | 24,25 | 70,82 | 2,50 |
| | R₂ | 24,25 | 74,19 | 2,27 |
| Chbli | R₁ | 22,61 | 74,00 | 2,00 |
| | R₂ | 22,41 | 74,28 | 2,07 |

Les moyens et les écarts type des tous paramètres étudiant selon la période de récolte

| Les protéines brutes | | |
|-----------------------------|--------------|-------------------|
| période | moyen | Ecart type |
| PF_{P1} | 23,26 | 2,96 |
| PF_{P2} | 23,65 | 3,15 |
| PF_{P3} | 23,08 | 3,54 |

| La matière sèche | | |
|-------------------------|--------------|-------------------|
| période | moyen | Ecart type |
| PF_{P1} | 73,74 | 3,77 |
| PF_{P2} | 74,29 | 1,44 |
| PF_{P3} | 73,17 | 1,13 |

| Les cendres | | |
|------------------------|--------------|-------------------|
| période | moyen | Ecart type |
| PF_{P1} | 0,57 | 0,71 |
| PF_{P2} | 2,08 | 0,30 |
| PF_{P3} | 2,21 | 0,31 |

| Le pH | |
|------------------------|----------------|
| période | valeurs |
| PF_{P1} | 4,74 |
| PF_{P2} | 2,42 |
| PF_{P3} | 4,15 |

| La conductibilité électrique | |
|-------------------------------------|----------------|
| période | valeurs |
| PF_{P1} | 0,26 |
| PF_{P2} | 0,26 |
| PF_{P3} | 0,27 |

| L'acidité titrable | |
|---------------------------|----------------|
| période | valeurs |
| PF_{P1} | 31,5 |
| PF_{P2} | 29,25 |
| PF_{P3} | 29,25 |

Les moyens et les écarts type des paramètres étudiés selon la région de récolte

| Les protéines brutes | | |
|-----------------------------|-------|------------|
| région | moyen | Ecart type |
| PF _M | 24,43 | 3,68 |
| PF _{M₀} | 22,26 | 3,26 |
| PF _{MB} | 24,25 | 3,26 |
| PF _{MC} | 22,38 | 1,68 |

| La matière sèche | | |
|-----------------------------|-------|------------|
| région | moyen | Ecart type |
| PF _M | 74,93 | 1,82 |
| PF _{M₀} | 73,36 | 2,21 |
| PF _{MB} | 72,50 | 3,41 |
| PF _{MC} | 74,14 | 1,13 |

| Les cendres | | |
|-----------------------------|-------|------------|
| région | moyen | Ecart type |
| PF _M | 0,60 | 0,62 |
| PF _{M₀} | 2,23 | 0,52 |
| PF _{MB} | 2,24 | 0,48 |
| PF _{MC} | 2,08 | 0,26 |

| Le pH | |
|-----------------------------|---------|
| région | valeurs |
| PF _M | 4,78 |
| PF _{M₀} | 4,17 |
| PF _{MB} | 4,54 |
| PF _{MC} | 4,74 |

| La conductibilité électrique | |
|------------------------------|---------|
| région | valeurs |
| PF _M | 0,23 |
| PF _{M₀} | 0,28 |
| PF _{MB} | 0,27 |
| PF _{MC} | 0,28 |

| L'acidité titrable | |
|-----------------------------|---------|
| région | valeurs |
| PF _M | 23,66 |
| PF _{M₀} | 34,33 |
| PF _{MB} | 27 |
| PF _{MC} | 35 |

Les couleurs de pollens existent dans la nature

| Couleur des pollens | Période de floraison | Nom commun de la fleur |
|---------------------|----------------------|-------------------------|
| Blanc | février -> mars | Véronique de Perse |
| Ocre-jaune | février -> mars | Noisetier |
| Jaune-brun | février -> mars | Aulne (vergne) |
| Rouge-brun | février -> mars | Perce-neige |
| Vert bouteille | mars | Buis |
| Gris clair | mars -> avril | Narcisse |
| vert orangé | avril | Cerisier |
| Gris clair | mars -> avril | Saule |
| Jaune-or | mars -> avril | Prairie |
| Jaune-or | mars -> avril | Fruits à noyaux |
| Orange | mars -> avril | Crocus |
| Orange | mars -> avril | Pas d'âne |
| Orange | Mars -> novembre | Pissenlit |
| Beige rosé | mars -> avril | Romarin |
| Rouge-foncé | mars -> avril | Peuplier |
| Gris clair | avril -> mai | Tulipe |
| Vert-clair | avril -> mai | Groseillier rouge |
| Vert-clair | avril -> mai | Groseillier à maquereau |
| Jaune-vert | avril -> mai | Erable |
| Orange | avril -> mai | Poirier |
| Brun vert | avril -> mai | aubépine |
| Verdatre | mai | Robinier ou faux acacia |
| Gris clair | mai | Pommier |
| Jaune-vert | mai | Chêne |
| Orange | mai | Genêt |
| Jaune-brun | mai | Fraisier |
| Rouge-brun | mai | Bouleau |
| Gris-jaune | mai->juin | Giroflée |
| Vert-pâle | mai->juin | Framboisier |
| Rouge-foncé | mai->juin | Marronnier |
| Jaune-brun | mai->septembre | Coucou blanc |
| Gris-jaune | juin->septembre | Lavande |
| Blanc | juin->septembre | Sapin |
| Gris clair | juin->septembre | Boule de neige |
| Rose | juin->juillet | Knautié des champs |
| Gris-jaune | juin->juillet | Bleuet |
| Noir | juin->juillet | Coquelicot |
| Jaune-vert | juin->juillet | Tilleul |
| Gris-jaune | juin->juillet | Châtaignier |
| Rouge-foncé | juin->octobre | Réséda |
| brun vert | juin->octobre | trèfle blanc |
| Bleu-rouge | juin->août | Pavot |
| Jaune | juillet->Août | Vigne vierge |
| Jaune-or | juillet | Asperge |
| Vert-pâle | juin->août | Ronce |
| Gris-jaune | août->septembre | Bruyère |
| Jaune-or | août->septembre | Verge d'Or |
| Orange brun | septembre->octobre | Lierre |

