

**République Algérienne Démocratique et Politique**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou**  
**Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomique**  
**Département des Sciences Agronomiques**



**Mémoire**

En vue de l'obtention du diplôme de Master

**Domaine :** Science de la Nature et de la Vie (SNV)

**Filière :** Science Alimentaire

**Master :** Agroalimentaire et contrôle de qualité

**Pollen d'abeille : Composition biochimique, Propriétés  
biologiques, Altération, Qualité**

**Réalisé par :** Nekrouche Katia

Yazid Djedjiga

**Le jury :**

<b>Président :</b>	Pr. Amir Y.	Professeur	UMMTO
<b>Promoteur :</b>	Mr. Bengana M.	Maitre de conférences	UMMTO
<b>Examinatrice :</b>	Mme Bentayeb S.	Maitre assistante	UMMTO

**Promotion : 2020/2021**

## *Sommaire*

<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Généralités sur le pollen</b>	
<b>I. Abeille.....</b>	<b>3</b>
<b>I.1. Généralités et définition.....</b>	<b>3</b>
<b>I.2. Description physique .....</b>	<b>4</b>
<b>I.3. Colonie d'abeille .....</b>	<b>5</b>
<b>I.4. Plantes mellifères .....</b>	<b>8</b>
<b>I.5. Pollen d'abeille .....</b>	<b>10</b>
<b>I.6. Importance du pollen d'abeille .....</b>	<b>11</b>
<b>I.7. Caractéristiques physiques de pollen de fleur.....</b>	<b>11</b>
<b>I.8. Récolte du pollen par l'abeille .....</b>	<b>12</b>
<b>I.9. Le pollen, Aliment diététique .....</b>	<b>13</b>
<b>I.10. Les différentes formes de pollen .....</b>	<b>14</b>
<b>Chapitre II : propriétés et composition biochimique du pollen d'abeille</b>	
<b>II.1. Composition biochimique du pollen d'abeille .....</b>	<b>15</b>
<b>II.2. Propriétés nutritionnelles.....</b>	<b>18</b>
<b>II.3. Propriétés organoleptiques .....</b>	<b>19</b>
<b>II.4. Propriétés thérapeutiques .....</b>	<b>20</b>
<b>Chapitre III : La conservation de pollen d'abeille</b>	
<b>III.1. La conservation de pollen d'abeille.....</b>	<b>26</b>
<b>III.2. Guide de bonnes pratiques apicoles.....</b>	<b>33</b>
<b>Chapitre IV : La qualité de pollen d'abeille</b>	
<b>IV.1. Quelques variantes de définitions .....</b>	<b>43</b>

IV.2. Caractéristiques ou indicateurs de qualité.....	43
IV.3. Qualité de pollen d'abeille .....	44
IV.4. Altération de la qualité .....	50
<b>Chapitre V : traçabilité et contrôle de qualité</b>	
V.1. Contrôle de qualité.....	61
V.2. Traçabilité.....	66
<b>Chapitre VI : Réglementation et commercialisation de pollen d'abeille</b>	
VI.1. La commercialisation du pollen d'abeille .....	70
VI.3. Marché mondiale du pollen d'abeille.....	70
VI.4. Cas de l'Algérie .....	75
<b>Conclusion.....</b>	<b>76</b>
<b>Références bibliographiques</b>	
<b>Annexes</b>	

## *Liste des figures*

<i>Figure 01</i> : Abeille domestique .....	4
<i>Figure 02</i> : Morphologie de l'abeille.....	4
<i>Figure 03</i> : Les différentes castes chez l'abeille.....	6
<i>Figure 04</i> : Dessin d'une ruche .....	7
<i>Figure 05</i> : Schéma légendée du coupe d'une fleur .....	9
<i>Figure 06</i> : Processus de pollinisation.....	10
<i>Figure 07</i> : La structure de grain de pollen.....	12
<i>Figure 08</i> : Confection des pelotes par l'abeille .....	13
<i>Figure 09</i> : Récolte de pollen par l'abeille .....	26
<i>Figure 10</i> : Récolte de pollen par l'apiculture .....	27
<i>Figure 11</i> : Triage de pollen a l'aide d'une trieuse.....	28
<i>Figure 12</i> : Triage manuel.....	28
<i>Figure 13</i> : Séchage .....	30
<i>Figure 14</i> : Mise en pote.....	31
<i>Figure 15</i> : Système de production de pollen d'abeille.....	32
<i>Figure 16</i> : La qualité d'un produit est multifactorielle.....	44
<i>Figure 17</i> : Composantes de la qualité sanitaire .....	47

## *La liste des tableaux*

<b>Tableau I</b> : Composition de pollen d'abeille.....	18
<b>Tableau II</b> : Caractéristiques organoleptiques de pollen d'abeille .....	20
<b>Tableau III</b> : Contrôle de la qualité du pollen d'abeille .....	61
<b>Tableau IV</b> : Valeurs limites maximales admissibles –LMP- du microbiote exprimées en UFC .....	65
<b>Tableau V</b> : Limites critiques des mesures de surveillance et contrôle de qualité au bénéfice du pollen d'abeille .....	67
<b>Tableau VI</b> : Prix mensuels à l'importation du pollen d'abeille.....	71
<b>Tableau IX</b> : Flux d'importation .....	73
<b>Tableau X</b> : Aperçu du marché mondial de pollen d'abeille .....	74

## *Liste des abréviations*

**HMF** : hydroxyméthylfulfural

**Vit** : vitamine

**Kcal** : kilocalorie

**Min** : minute

**m/v** : masse/volume

**FAO** : Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

**AOAC** : association des communiés analytiques

**AFNOR** : Association française de normalisation

**AFSCA** : Agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire

**ITSAP** : Institut technique et scientifique de l'abeille et de la pollinisation

**p/v** : poids sur volume

**UFC/g** : unité format colonie

## Résumé

Le pollen d'abeille est l'aliment protéique de la colonie d'abeille. Pendant les périodes fastes, l'apiculteur, au moyen d'une trappe à pollen, peut retirer une quantité de pollen à la colonie sans nuire à cette dernière. Sur le plan biochimique, le pollen d'abeille est riche en protéines de composition en acides aminés variée et équilibrée, de plus, ce produit contient des composés bioactifs, tels que les composés phénoliques et les vitamines, en particulier les vitamines du groupe B. Le pollen d'abeille est actuellement considéré comme un complément alimentaire ayant des propriétés bénéfiques sur le plan nutritionnel et thérapeutique. Dans cette recherche bibliographique nous avons abordé l'aspect qualité en tenant compte : des conditions de production, critères de qualité, sécurité sanitaire et le commerce de ce produit. Ainsi, les conditions de production garantissant une bonne qualité de pollen ont été décrites. Des normes de qualité ont été élaborées par certains pays comme le Brésil, Argentine, Suisse, mais il n'existe pas à présent de normes internationales. Les critères de contrôle de la qualité du pollen sont de trois catégories : sensoriels, microbiologiques et physico-chimiques. La teneur en eau est un critère déterminant de la qualité de ce complément alimentaire. La sécurité sanitaire du pollen est un autre aspect qui mérite plus d'attention : ainsi, le risque de présence de mycotoxines et de résidus de pesticides est fort probable. Par conséquent, la mise en place d'un guide des bonnes pratiques apicoles est indispensable, par ailleurs, la mise en place de système de management de la qualité sanitaire, tel que le HACCP peut être envisagé dans le future proche, dans le cas ou les pouvoirs publiques songent d'inclure le volet qualité dans les politiques de développement agricole. Actuellement, il existe un commerce prometteur de ce complément alimentaire entre de nombreux pays. En Algérie, malgré ses potentialités apicoles importantes, est loin d'intégré ce circuit de commercialisation du pollen à l'échelle mondiale, toutefois, il existe un commerce de ce produit en circuit court, c'est-à-dire sans intermédiaire ente l'apiculteur et le consommateur.

## Summary

Bee pollen is the protein food of the bee colony. During good times, the beekeeper, by means of a pollen trap, can retimer a quantity of pollen in the colony without harming the latter, biochemically, bee pollen is rich in protein with a varied and balanced amino acid composition, moreover, this product contains bioactive compounds, such as phinolic compounds and vitamins, in particular the B vitamins bee pollen is currently considered as a food supplement with beneficial properties on the nutritional and therapeutic level. In this bibliographical research we have approached the quality aspect taking into account the production conditions, quality criteria, health safety and the trade of this product. Thus, the production conditions guaranteeing good pollen quality have been reduced. Quality standards have been developed by some countries lik Brazil, Argentina, Switzerland, but there are currently no international standards. The criteria for controlling pollen quality fall into three categories : sensory, microbiological and physicochemical. The water content is a determining criterion for the quality of this food supplement. Another aspect that deserves more attention is the safety of pollen : thus, the risk of the presence of mycotoxins and pesticide residus is very likely. Consequently, the establishment of a guide to good beekeeping practices is essential, moreover, the establishment of a health quality management system, such as HACCP can be considred in the near future, in the case of or the public authorities consider including the quality componet in agricultural development policies. Currently, there is a promising trade of this food complement between many countries in Algeria, despite its significant beekeeping potential, this pollen marketing

circuit is far from integrated on a global scale, however, there is a short circuit trade in this products, that is to say without an intermediary between the beekeeper and the consumer.

### الملخص

لقاء النحل هو الغذاء البروتيني لمسعمة النحل خلال الاوقات الجيدة يمكن لمربي النحل عن طريق مصيدة حبوب الطلع ازالة كمية من حبوب اللقاح من المستعمرة دون الاضرار بالاخير كميأيا حيويا حبوب لقاح النحل غنية بالبروتينات المتنوعة والمتوازنة من الاحماض الامينية علاوة على ذلك يحتوي هذا المنتج على مركبات نشطة ببولوجيا المركبات الهولوية والفيتامينات وعلى وجه الخصوص فيتامينات المجموعة ب يعتبر لقاح النحل حاليا مكمل غذائي مع التغذية والعلاجية خصائص مفيدة في هذا البحث البنليوغرافي تناولنا جانب الجودة مع مراعاة ظروف الانتاج و معايير الجودة و السلامة الصحية و تجارة هذا المنتج و بالتالي تم تقليل ظروف الانتاج التي تضمن جودة جيدة من حبوب اللقاح تم تطوير تصميمات الجودة من قبل بعض البلدان مثل البرازيل الارجنتينة لكن لا توجد حاليا معايير دولية تخدم معايير التحكم في جودة الملونات ثلاث فئات الايميل و الحواس الميكروبيولوجية والفيزيائية محتوى الماء هو المعيار المحدد لجودة هذا المكمل الغذائي السلامة الصحية للبيبلين هي جانب اخر يدوم اكثر من كن حذرا خطر وجود السموم الفطرية ومبيدات الافات امر محتمل للغاية و بالتالي فان وضع دليل لممارسات تربية النحل الجيدة امر ضروري علاوة على ذلك قد يتم تصوير انشاء نظام ادارة الجودة الصحية في المستقبل القريب الحدث الذي تدرس السلطات العامة تضمينه مكون الجودة في اسياسات التنمية الزراعية حاليا هناك تجارة واعدة في هذا المكمل الغذائي بين العديد من البلدان في الجزائر على الرغم من امكانياتها الكبيرة في تربية النحل فان دائرة تسويق حبوب اللقاح هذه على نطاق عالمي بعيدة كل البعد عن التكامل و مع ذلك هناك تجارة ماس كهربائي في هذا المنتج أي بدون عمل وسيط تتم مباشرة بين مربي النحل و المستهلك

### Mots clés :

Qualité, pollen d'abeille, altération, bonnes pratiques de production, contrôle de qualité, traçabilité.

# Introduction :

---

## Introduction

Plusieurs produits de la ruche, fabriqués par l'abeille *Apis mellifera*, sont disponibles de nos jours, y est compris le miel, gelée royale, propolis et pollen d'abeille. Ces produits naturels ont suscité l'intérêt des consommateurs et les industries en raison de leurs propriétés nutritionnelles, leur potentiel thérapeutique et les revenus qu'ils génèrent (**Cornara et al, 2017**).

Le pollen d'abeille est le gamétophyte mâle des fleurs utilisé comme moyen de reproduction des plantes. Différents insectes, y compris les abeilles tirent partie du pollen comme source de protéines, de graisses, vitamines et minéraux. Le pollen d'abeille est le résultat de l'interaction, de pollen des fleurs avec du nectar et/ou du miel et des substances salivaires, réalisée par les abeilles ouvrières (**Compos et al, 2008**).

Les apiculteurs ont conçus des pièges, appelés trappes à pollen, installés sur les ruches pour recueillir l'excès en pollen récolté par les abeilles. Le pollen ainsi récolté, et préalablement à sa consommation ou à sa commercialisation, doit subir un nettoyage, pour éliminer les impuretés, et traitements de stabilisation biologiques, principalement le séchage ou le congélation (**Bogdanov, 2011**).

Compte tenu de la demande actuelle d'aliments sains et naturels, il n'est pas surprenant que le pollen d'abeille a suscité un intérêt commercial ces dernières années, ce qui en fait l'un des produits les plus consommés comme complément alimentaire.

La qualité de ce produit commence à être influencée d'abord par les abeilles lors de la confection des pelotes sur les fleurs, et ensuite par les apiculteurs lors de la récolte et par les technologies de stabilisation et de conditionnement, et enfin pendant le circuit de commercialisation. Ainsi, suivant les conditions mise en œuvre, de la production jusqu'au consommateur, le pollen récolté peut être le siège d'un processus d'altération biologique et chimique avec comme conséquence altération de sa qualité alimentaire, qui peut être traduit par la non-conformité aux normes, sans exclure un risque sanitaire qui peut nuire à la santé du consommateur.

Les peuples, en particulier dans les pays en développement, continuent d'utiliser le pollen sans l'existence de directives et de réglementation internationale sur la qualité microbienne de pollen, ainsi que l'inefficacité des méthodes de désinfection de pollen conçues pour la consommation humaine, des études supplémentaires sont nécessaires pour

## Introduction :

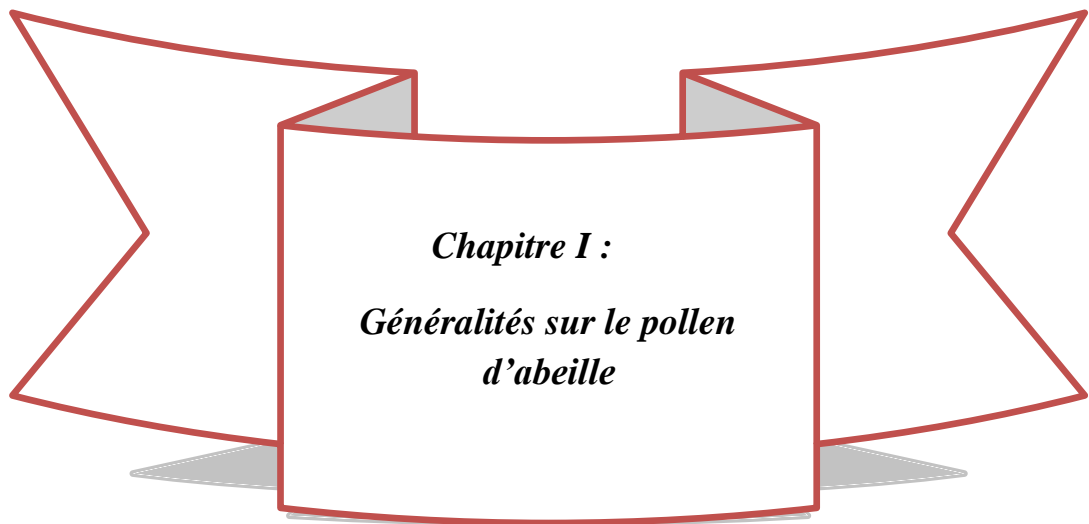
---

comprendre le contenu microbien de pollen et établir des paramètres internationaux de qualité microbienne et des protocoles de traitement standard (**Belhadj Hani *et al*, 2012**).

Afin de mieux contrôler la qualité de ce produit : des bonnes pratiques apicoles doivent être mises en place, suivi par des techniques de stabilisation soft pour ne pas nuire au caractère thérapeutique du produit, un conditionnement adéquat en absence d'oxygène, et un circuit de commercialisation identifié, peuvent garantir largement garantir la maîtrise de la qualité, qui est fondamental à la réussite de ce créneau économiques prometteur.

En raison de ces divers facteurs qui influencent la qualité de pollen, un contrôle de qualité est primordial non seulement pour une bonne conservation mais aussi pour assurer la qualité de pollen et de garantir la sécurité sanitaire du consommateur.

Dans ce contexte, la présente étude a pour but d'aborder l'aspect qualité du pollen d'abeille récolté en tenant compte : des conditions de production, des techniques de stabilisation et de conditionnement ainsi que le contrôle de la qualité de ce produit.



***Chapitre I :***  
***Généralités sur le pollen***  
***d'abeille***

## I. Abeille

### I.1. Généralités et définition

L'abeille est apparue, il y a environ 100 millions d'années sur terre, en même temps que les plantes à fleurs. Le mot « abeille » désigne un groupe d'insectes de la famille des hyménoptères, plus de 20.000 espèces d'abeilles sont répertoriées dans le monde, c'est la plus réussie dans le règne animal en raison de sa capacité d'adaptation à de grandes variations des conditions climatiques et écologique **Adam, (2010)**. La plus connue parmi ces espèces c'est l'abeille « Apis mellifera » appelée aussi abeille européenne, abeille domestique, mouche à miel ou abeille mellifère,... C'est le seul insecte élevé par l'homme dans des cavités artificielles.

Apis mellifera originaire d'Europe et d'Afrique (Figure 01), est un insecte appartenant à la famille des apidés au même titre que les guêpes, fourmis, frelons... Elle se nourrit de nectar, pollen, propolis et miellat et transforme une partie de sa récolte en produits dérivés : Miel, cire, gelée royale. Ceux-ci sont stockés dans la ruche.

Ces insectes sont des butineuses, elles s'envolent de fleur en fleur à la recherche de leurs nourriture, mais aussi elles font partie des insectes pollinisateurs si essentiels à la survie des hommes et de la nature. Il apparait que « **Albert Einstein** » (1879-1955) aurait dit un jour : « Si l'abeille disparaît de la surface, de terre, l'homme n'aura plus que quatre années à vivre, plus de plantes, plus d'animaux et plus d'êtres humains... ».

Plus de 20 000 espèces d'abeilles dans le monde contribuent à la survie et à l'évolution de plus de 80% des espèces végétales (**Burd, 1994 ; Buchmann et Nabhan, 1996. Allen-Wardell et al, 1998 ; Michener, 2000**).



Figure n° 1 : Abeille domestique (anonyme, 2018)

## I.2. Description physique

Les abeilles sont pour la plupart du temps de couleur brune foncée/noires, leurs corps est composé de trois parties : la tête où se trouve les deux yeux à facettes, les trois ocelles (sortes de yeux), les antennes et les pièces buccales (la bouche). Le thorax où s'attachent les deux paires de pattes et l'abdomen où se situent les organes comme les glandes à cire ou le jabot dans lequel est stocké le nectar des fleurs (**Figure 2**).

Il existe deux caste de femelles, les ouvrières stériles sont plus petites (adultes 10-15 mm de long), les reines fertiles sont les plus grandes (18-20 mm). Alors que, les males, mesurent 15-17 mm de long. Les abeilles sont partiellement endothermique, elles peuvent réchauffer leurs corps et la température de leur ruche en travaillant leurs muscles de vol (**Sceley *et al*, 1982 ; Milne, 2000 ; Claarke *et al*, 2002; Pinto *et al*, 2004**).

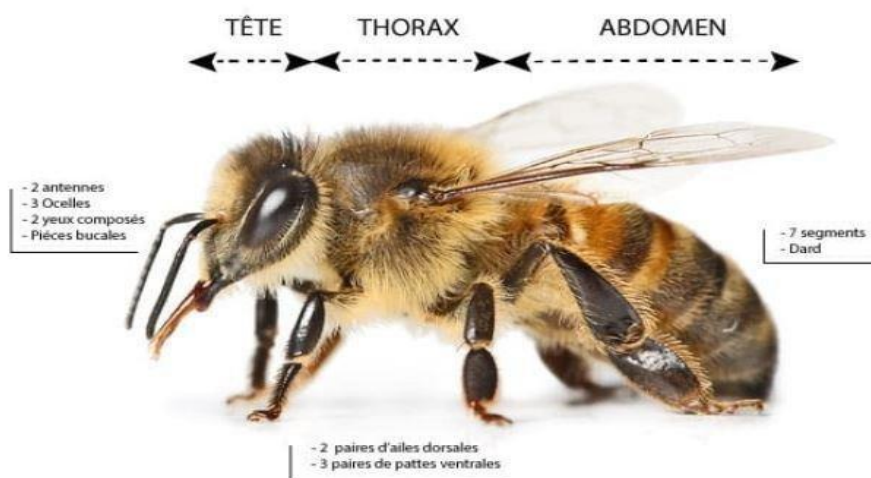


Figure n°2 : Morphologie de l'abeille (anonyme, 2020)

### I.3. Colonie d'abeille

L'essaim (ou colonie), est un groupe d'abeille qui peuple la ruche. Sa population varie au cours de l'année passant de 20 000 individus en période hivernale à plus de 50 000 individus en pleine saison de production, au printemps, étant caractérisés par la division et la spécialisation de travail.

Les abeilles domestiques sont des insectes sociaux, c'est-à-dire qu'un individu seul ne peut pas survivre sans la colonie entière. En effet, trois castes structurent la société des abeilles : La reine, les ouvrières, et les faux bourdons (**Figure 03**) (**Clément, 2009**).

#### I.3.1. Caste de la colonie

##### I.3.1.1. La reine

L'unique femelle fertile du groupe, elle passe sa vie à pondre et assure ainsi le renouvellement et le développement de la colonie. Elle est la plus grosse, et la plus longue des autres castes. Elle vit jusqu'à 3 ou 4 ans.

##### I.3.1.2. Les ouvrières

La grande majorité de la colonie est composée d'ouvrières non fertiles, elles sont les plus petites abeilles de la ruche, leur système buccal permet la récolte du nectar et leurs pattes arrière sont menées d'outils adaptés à la récolte de pollen. Une ouvrière depuis sa naissance a plusieurs fonctions tout au long de sa courte vie (2 mois au printemps/été et 4 mois en hiver). Elle est tout d'abord « nourrice », c'est-à-dire qu'elle participe à l'élevage des jeunes larves, au nettoyage de la ruche et de ses rayons. Elle occupe ensuite d'autres fonctions telles que le gardiennage, la construction des cadres, le stockage des réserves (miel et pollen). Ce n'est qu'à la dernière période de sa vie que l'abeille « senior » quittera la colonie pour devenir butineuse et s'envole à la recherche des besoins indispensables à la colonie.

##### I.3.1.3. Les males (faux bourdons)

Leur seul rôle connu est la fécondation de la reine, ils meurent après l'accouplement. Donc leur durée de vie est assez courte.

**Fig**

**ure n°3** : Les différentes castes chez l'abeille (Anonyme, 2018)

### I.3.2. Habitat de la colonie

#### I.3.2.1. Définition de la ruche

En apiculture, la ruche (**Figure 04**) est l'unité de vie construite par l'apiculteur pour accueillir une colonie d'une espèce d'abeilles domestiques, elle est une structure presque fermée abritant une colonie d'abeille. L'intérieur de la ruche est formé de rayons constitués par des cellules hexagonales de cire d'abeille. Ces dernières utilisent ces cellules pour le stockage de la nourriture (miel et pollen), et pour le renouvellement de la population (œufs, larves).

#### I.3.2.2. Composition de la ruche

- Support stable pour positionner la ruche de manière à ce qu'elle soit séparée du sol ;
- Plancher ou fond de la ruche qui est situé dans la partie inférieure et où se trouve la chambre à couvain ;
- Chambre à couvain qui fait référence au premier tiroir où se trouvent les rayons avec la production ;
- Bec qui est une ouverture dans la partie basse de la ruche qui sert d'accès aux abeilles ;
- Entretoise constituée d'une grille. Sa fonction est d'empêcher la reine des abeilles de se déplacer ;
- Les hausses de miel qui font référence à l'endroit où sont placés les rayons destinés au stockage du miel ;
- Nid d'abeilles, qui est l'endroit où les abeilles déposent le miel ;
- Mezzanine, qui est la partie située entre la dernière montée et le plafond, et fonctionne comme un isolant ;
- Toit qui est placé dans la partie supérieure et sert à fermer la ruche.

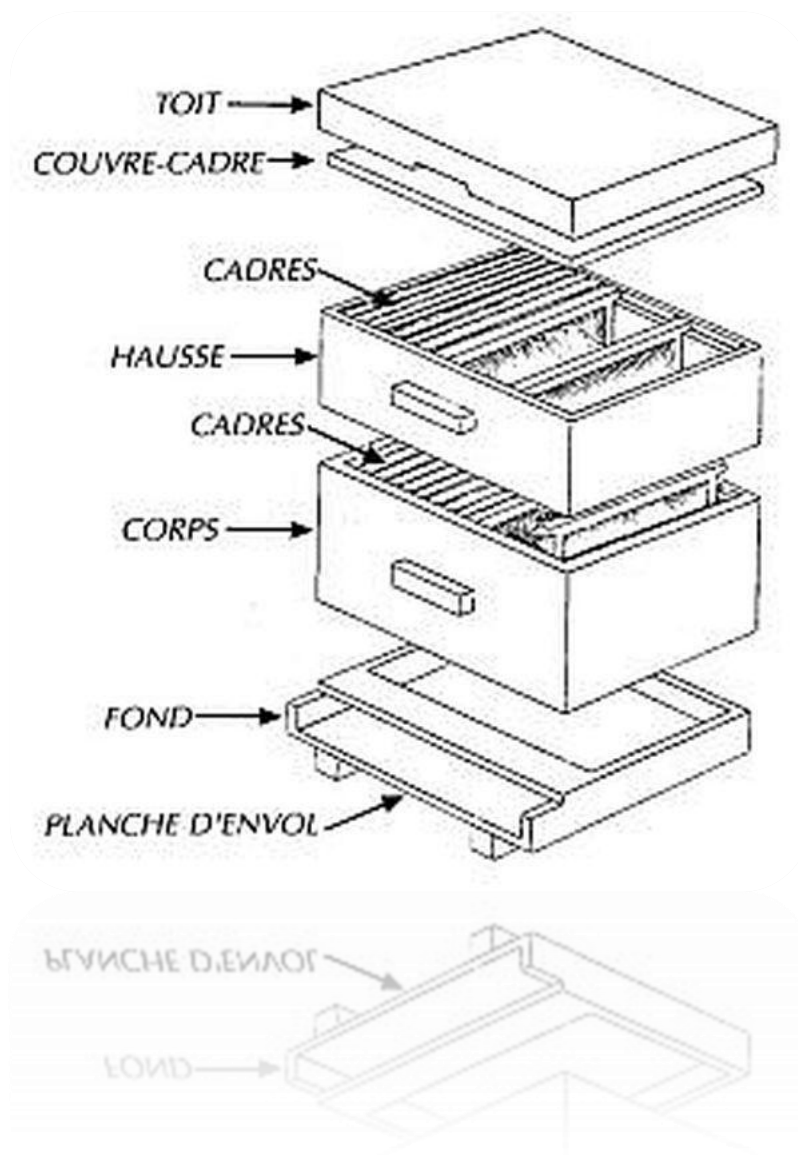


Figure n °4 : Dessin d'une ruche (Anonyme, 2015)

## **I.4. Plantes mellifères**

### **I.4.1. Définition**

Le mot mellifère provient du latin « mellis » qui signifie miel. Les plantes mellifères ont développé des systèmes de reproductions très performantes au cours de leur évolution.

Elles produisent des substances récoltées par les insectes butineurs pour être transformées en miel (**Louveaux, 1958**).

La désignation de plantes mellifères est attribuée à toutes les plantes qui produisent du nectar et fournissent du pollen et la propolis.

### **I.4.2. Plantes mixtes**

Celles sur lesquelles les abeilles butinent le nectar et le pollen à la fois, c'est le cas de la majorité des arbres fruitiers (abricotier, pommier, poirier).

### **I.4.3.Plantes nectarifères**

Celles qui produisent du nectar grâce à des organes spéciaux, les nectaires.

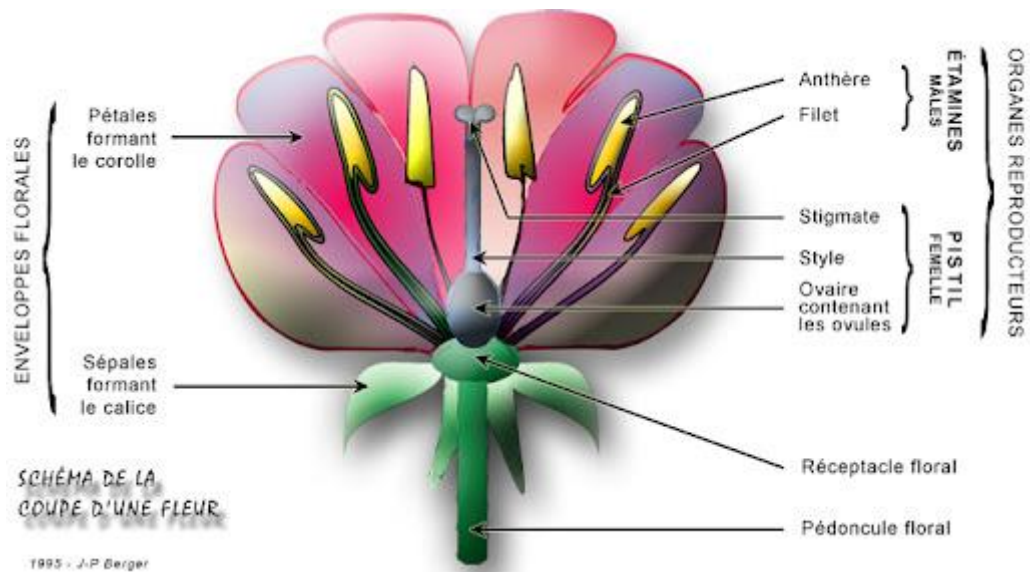
### **I.4.3.Plantes pollinifères**

Les plantes sur lesquelles les abeilles butinent uniquement du pollen comme l'olivier.

## **I.4.4. Relation plante- abeille**

### **I.4.4.1. Symétrie de la fleur**

D'une manière générale, une fleur possède, de l'extérieur vers l'intérieur : des sépales, des pétales, des étamines et des carpelles. Les sépales, généralement vert, protègent le bouton floral. Les pétales, généralement très colorés et parfois source de nectar, attirent les insectes lors de la pollinisation. A l'intérieur de la fleur, les étamines produisent des grains de pollen dans leurs sacs polliniques, et les carpelles facilitent la réception du pollen et son transport vers les ovules qui se trouvent à l'intérieur (**Figure 05**).



**Figure n° 5** : Schéma légendé de la coupe d'une fleur (Anonyme, 2015)

#### I.4.4. La fleur a besoin de l'abeille (Pollinisation)

La pollinisation (**Figure 06**) est le transport de grains de pollen sur le stigmate. Le vent n'est le vecteur de pollen principal que chez 10% des plantes à fleurs, et ce sont les insectes qui pollinisent toutes les autres espèces (**Buchmann et Nabhan 1996, Allen-Wardell et al, 1998**). L'abeille, au moment où elle recueille du nectar et du pollen de la plante, une partie du pollen des étamines (organes male de la fleur) colle aux poils de son corps. Lorsqu'elle se pose sur une autre fleur, le pollen collé sur ses poils se dépose sur le stigmate ou sur le bout du pistil (organe femelle de la fleur) lorsque cela ce produit, la fécondation est possible, et un fruit portant des graines, peut se développer.

## PROCESSUS DE POLLINISATION

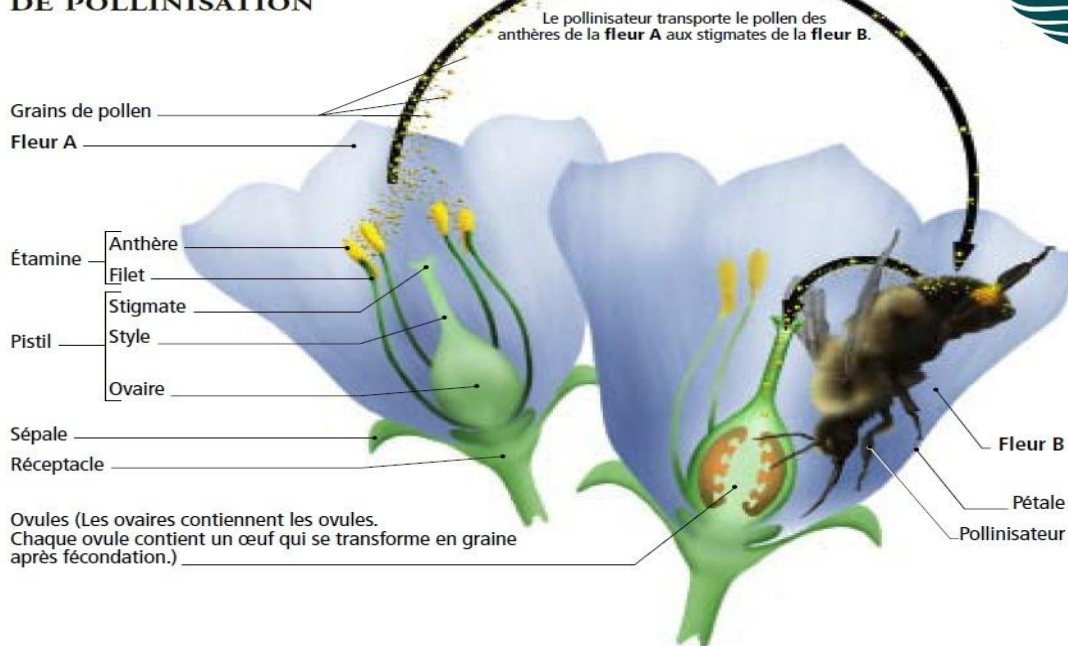


Figure n° 6 : Pollinisation (Anonyme, 2020)

### I.4.5. L'abeille a besoin de la fleur

De son côté, l'abeille tire presque exclusivement des fleurs, le nectar ; une solution aqueuse plus au moins concentrée en sucres, riche des différents éléments tels que les vitamines, pigments et aromes, et dont la composition varie en fonction de l'origine floral.

Les abeilles se régaleront de pollen, source unique de protéines dont la composition varie en fonction des fleurs visitées, celui-ci est composé protéines, acides aminés, lipides, avec des acides gras essentiels pour les abeilles.

## I.5. Pollen d'abeille

### I.5.1. Le pollen

Les pollens sont les cellules reproductrices des plantes qui sont transportées de l'étamine au stigmate d'une autre plante par les abeilles, autres insectes, le vent et l'eau, entre autre (Le Blanc, B. *et al*, 2009).

Le pollen peut présenter diverses couleurs qui vont du blanc crème au brun foncé, présentant des colorations jaune, orange, rouge et verte ; selon l'origine taxonomique et la composition chimique de ses métabolites (**Almeida-Muradian, 2005**).

### **I.5.2. Le pollen d'abeille**

Le pollen d'abeille est le résultat de l'agglutination du pollen de fleur fabriqué par les abeilles butineuses au moyen du nectar et de leurs propres sécrétions salivaires, que l'homme utilise après sa collecte et son traitement (**Baldi Coronel, 1999**).

### **I.6.Importance du pollen**

Compte tenu des besoins nutritionnels de tous les êtres vivants et du coût élevé d'une alimentation d'excellente qualité, qui contient tous les éléments essentiels à la vie et également très facile à assimiler par l'organisme, le pollen est une alternative en tant qu'aliment d'excellente qualité, car il a une composition chimique extraordinaire qui en fait l'aliment le plus complet et peut être utilisé ou incorporé dans l'alimentation comme complément alimentaire chez l'homme et l'animal (**Diaz, 2003**).

Aujourd'hui, le pollen récolté par les abeilles n'est plus un sous-produit de la ruche, pour passer à un niveau beaucoup plus important dans le revenu de l'apiculteur, et même pour certains c'est le produit principal, car il y a une forte demande de ou des distributeurs d'aliments végétariens (**Mantilla, 1997**).

### **I.7.Caractéristiques physique du pollen de fleur**

Le grain de pollen ou gamétophyte male est une structure bi ou tri cellulaire avec une enveloppe formée de deux couches, l'une interne appelée intine, et l'autre externe appelée, exine (**Dominguez et Heredia, 2002**).

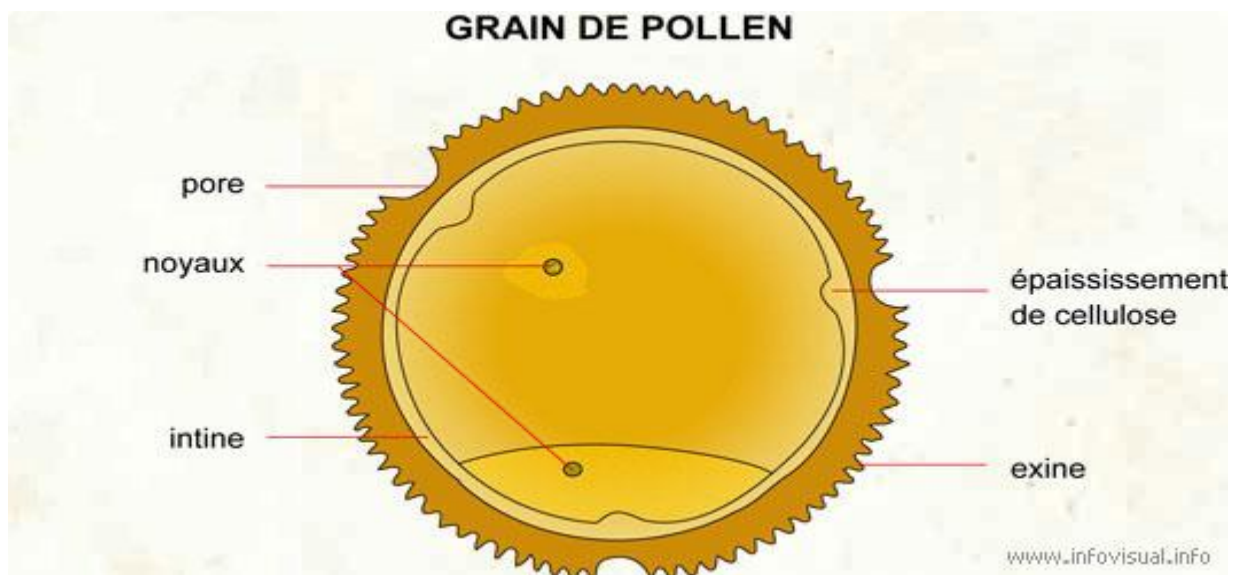
#### **I.7.1. Constitution du grain de pollen**

Le pollen est composé d'un cytoplasme riche en matière de réserve contenant deux noyaux, reproducteurs et végétatifs et entouré d'un sporoderme **Miskovsky et Petzold, (1992)**. Cette dernière est une paroi pollinique qui est constituée de deux couches concentriques qui entourent et protègent les grains de pollen.

L'intérieur de l'initine est généralement délicat et chimiquement peu résistant, on y trouve souvent deux ou trois couches, dont la couche externe contient souvent de la pectine

abondante qui facilite la séparation entre l'exine et l'initine ; dans la couche interne, les éléments fondamentaux sont des fibrilles de cellulose. Lorsque le grain de pollen germe, seule l'initine se développe pour donner naissance au tube pollinique (**Figure7**).

A l'extérieur, l'exine, qui est très flexible, élastique, solide et ferme, elle est constituée de sporollénine, un composé qui confère une résistance chimique au pollen et préserve les composés qu'il contient **Atkin et al,(2011)**. Cette paroi enveloppe tous les constituants du grain de pollen, elle n'est pas homogène et elle est parcourue de petits trous, les pores ou ouvertures. Il s'agit soit de minuscules ouvertures, soit d'un amincissement de l'exine. Elles permettent donc lors de la reproduction de libérer les tubes polliniques. Cette paroi est chimiquement très résistante et dégradable uniquement par oxydation.



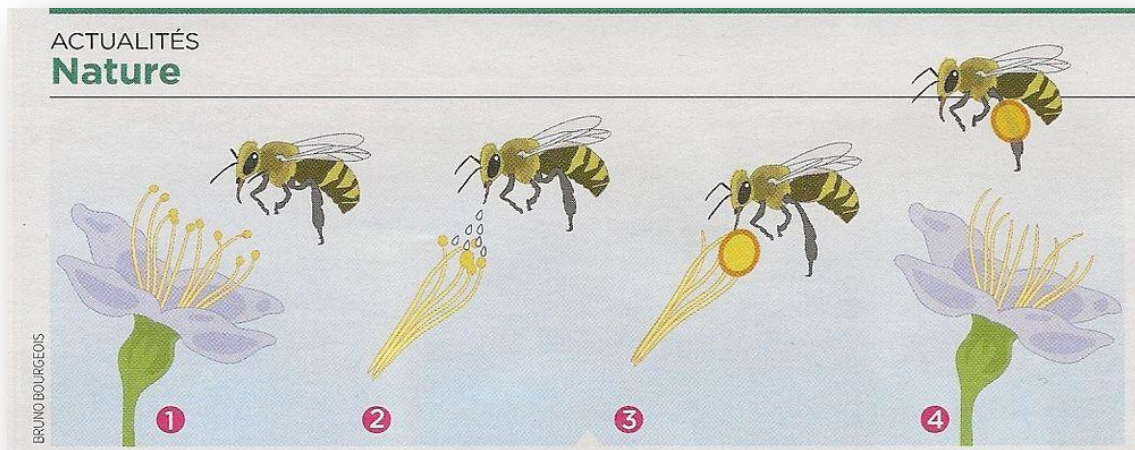
**Figure n° 7 :** La structure de grain de pollen (Anonyme, 2016)

### I.8. Récolte du pollen par l'abeille

Comme indiqué par la **FAO, (2016)** chaque abeille visite une seule espèce de fleur lors de chacun de ses déplacements et environ 7000 en seule journée, au cours de laquelle recueille suffisamment de pollen pour sa propre nourriture et pour les besoins de la colonie. Cette visite s'accompagne en général soit d'une récolte de pollen qui peut être soit une récolte active qui repose sur des comportements et des équipements morphologiques (mandibules, brosses, corbeilles...) dédiés à la tâche. Soit une récolte passive ; qui peut

être renforcée par des phénomènes électrostatiques lorsque les poils et les grains de pollen présentent des charges électriques opposées.

Des mouvements complexes des pattes permettent, le plus souvent pendant le vol, la collecte d'une bonne partie qui adhèrent à ses poils pour confectionner des pelotes pour le transport. L'abeille agglutine les grains de pollen avec du nectar régurgité pour le compacter dans les corbeilles des pattes postérieures, une cascade de modifications chimiques et microbiologiques auront lieu immédiatement après son prélèvement, un processus attribué principalement à une fermentation lactique des sucres ajoutés au moment du conditionnement du pollen dans les corbeilles, la pelote, est enrichie avec des enzymes salivaires etensemencée avec des microbes provenant du nectar et du jabot (Figure 8).



**Figure n° 8 :** Confection des pelotes par l'abeille (Anonyme, 2019)

Le nectar régurgité que l'abeille ajoute au pollen contient des micro-organismes de la flore bactérienne du jabot d'hyménoptère, en anaérobie, les bactéries lactiques prolifèrent et convertissent les sucres fermentescibles en acide lactique. Cette acidification du milieu inhibe le développement des microbes responsables de putréfaction.

### **I.9. Le pollen : aliment diététique**

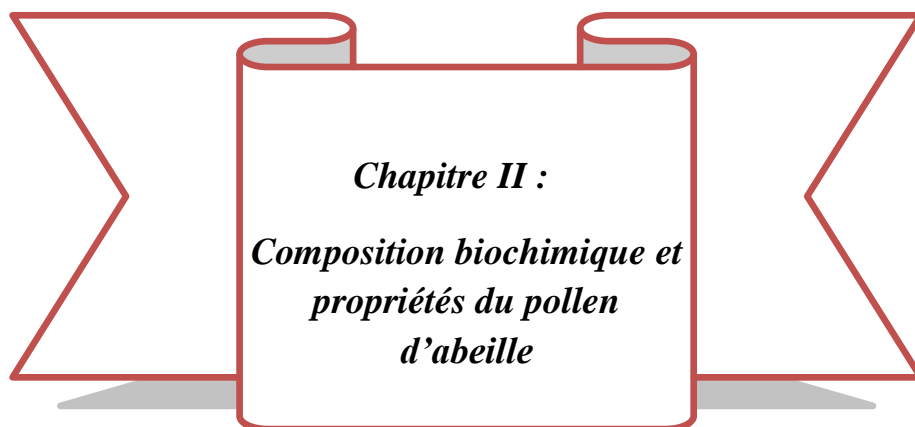
En raison de sa composition, le pollen est classé en diététique parmi les meilleurs aliments. On y trouve toutes les substances nutritives indispensables à notre alimentation (nutriments essentiels) et comme la viande, le pollen est source précieuse de protéines. Contrairement à une opinion répandue, la teneur du pollen en protéines est très proche de

celle de la viande, mais elle varie évidemment beaucoup en fonction des sortes de viandes et des types de pollens.

Contrastant avec la viande, le pollen est produit sec et végétal qui contient avant tout des hydrates de carbones, en plus des protéines et des lipides. La teneur du pollen en acides aminés essentiels est environ 5 fois élevée que celle de la viande, et c'est aussi une excellente source en oligoéléments indispensables. Le pollen, en tant que composé alimentaire complet, est complément intéressant de grande qualité. Pour les végétariens et les végétaliens, qui refusent de consommer la viande, le pollen peut être une bonne alternative naturelle. En tant que complément alimentaire, on lui attribue des effets sur la santé tels qu'une amélioration de l'endurance physique et mentale, un renforcement du système immunitaire, un ralentissement du vieillissement, une stimulation de la pousse des cheveux et des ongles, un effet antidépresseur et une amélioration des fonctions du cerveau, du cœur, du foie et de la prostate (**Bradbear, 2010**).

#### **I.10. Les différentes formes de pollen**

- **Sec** : en buccal ou en pot ; déshydraté, il bénéficie d'une bonne conservation à température ambiante.
- **En gélules** : parfait pour ceux qui n'apprécient pas sa saveur.
- **Frais** : ou plutôt congelé à l'état frais (juste après la récolte).



*Chapitre II :*  
*Composition biochimique et*  
*propriétés du pollen*  
*d'abeille*

## Chapitre II Composition biochimique et propriétés du pollen

---

### II.1. Composition biochimique du pollen d'abeille

Elle dépend fortement de la source de la plante et de l'origine géographique, ainsi que d'autres facteurs tels que les conditions climatiques, le type de sol, l'âge de la plante, le statut nutritif de la plante...etc. Il convient de signaler que la composition chimique de pollen d'abeille en termes d'acides aminés et teneur totale de protéines varie significativement selon l'origine florale, qui suggère que certains sont de meilleure qualité nutritionnelle que d'autres, et qu'il est très pratique pour vérifier l'origine végétale de pollen. Par conséquent, une nutrition équilibrée est mieux soutenue en cultivant une diversité de plantes, un mélange naturel de différents pollens (poly-floraux). La composition du pollen est représentée dans le tableau I.

#### II.1.1. Eau

La teneur en eau du pollen récolté par l'abeille varie en général, entre 20 à 30% (**Bogdanov, 2004 ; Compos *et al*, 2008**). Cette humidité élevée est un milieu favorable pour le développement des microorganismes, et une condition favorable pour le déroulement de certains processus biochimique telle que la germination. Il est, donc indispensable de conserver le produit (par séchage par exemple) afin de préserver sa qualité.

#### II.1.2. Les glucides

Les hydrates de carbonnes sont les principaux constituants du pollen. Leur teneur peut atteindre jusqu'à 60% (masse/masse sèche) (**Human *et al*, 2006**), et presque un tiers de sa valeur calorique avec 246 kcal/100g. Comme le miel, les principaux sucres sont par ordre décroissant le fructose, le glucose, le saccharose dont l'origine s'agit principalement du nectar ou du miel ajoutés par l'abeille collectrice (**Krell, 1996**).

#### II.1.3. Protéines et les acides aminés

Le pollen est l'élément protéique par excellence de la ruche. Sa teneur élevée en substances azotées et acides aminés essentiels en font un aliment idéal à haute valeur nutritionnelle (**Benedetti et Pieralli, 1990**).

La teneur en protéines contenues dans un pollen est très variable. Elle varie en fonction de l'espèce végétale (**Szczesna, 2006**), de la variabilité d'une même espèce végétale et la localisation géographique **Pernal *et al*, (2000)**. Le pollen d'abeille est l'un

## Chapitre II Composition biochimique et propriétés du pollen

---

des produits naturels les plus riches en acides aminés, ce qui participe certainement de façon directe ou indirecte à ses actions thérapeutiques. Cette qualité réside dans le fait qu'il est composé des 8 acides aminés essentiels (l'histidine, l'isoleucine, la lysine, la méthionine, la phénylalanine, la thréonine, le tryptophane, et la valine.) et semi-essentiels.

L'atout principal du pollen est son apport en protéines et donc en acides aminés. Au niveau nutritionnel, il est classé comme une source de protéines végétales du second degré, c'est-à-dire qu'il contient les acides aminés essentiels et semi-essentiels mais en proportions non équilibrées.

### II.1.4. Les lipides

La fraction lipidique varie fortement de 1 à 20% du poids des grains de pollen selon l'origine botanique (**Campos *et al*, 2008 ; Roulston *et al*, 2000**). Ils sont principalement issus de l'exine du grain de pollen. La pelote de pollen regroupe une grande variété de lipides comme : des cires, des glycérides, des phospholipides, des stérols, et même des terpènes (qui sont des lipoïdes à l'origine des arômes de certains pollens).

### II.1.5. Minéraux

Le taux de cendres contenu dans le pollen est, généralement, compris entre 2 et 4% du poids du pollen (**Almeida-Muradian *et al*, 2005**).

Les minéraux principaux sont le potassium (600ug/g), le phosphore (10 à 200ug/g), le calcium (10 à 150ug/g), le magnésium (10 à 120ug/g), le silicium (20 à 100ug/g), le manganèse (14ug), le soufre (10ug), le chlore (10ug), le fer (0,1 à 3ug/g) et le cuivre, le zinc, le cobalt avec des teneurs inférieures à 1ug/g. Le sélénium et l'iode qui sont des antioxydants rares sont présents aussi.

### II.1.6. Les enzymes

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

- |               |                     |              |
|---------------|---------------------|--------------|
| - Amylase     | - Pepsine           | - Trypsine   |
| - Saccharase  | - 14 Oxydoréductase | - Diaphorèse |
| - Diastase    | - 333 Hydrolases    | - cytochrome |
| - Phosphatase | - 21 Transférases   |              |

## Chapitre II Composition biochimique et propriétés du pollen

---

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

### II.1.7. Les vitamines

Le pollen est riche en vitamines hydrosolubles et pauvre en vitamines liposolubles (**Roulston *et al*, 2000**). Les principales vitamines sont celles du groupe B (B1, B2, B3, B5, B6, B9), qui sont toutes représentées en grande quantités, la vitamine B12 en faible quantités par rapport aux autres.

- Provitamine A ou béta carotène (qui se transforme en vitamine A dans l'organisme)
- Vitamine D et E ou tocophérol, infime quantité mais cela ne signifie pas qu'elle joue un rôle négligeable dans la composition du pollen.
- Vitamine C ou acide ascorbique.

### II.1.8. Composés phénoliques

Les polyphénols sont des composants du pollen d'abeille des fleurs qui déterminent son activité antioxydante. Leurs teneurs est de 3 à 5% et peut varier considérablement selon l'origine de la matière première. Le profil des composés phénoliques dans le pollen d'abeille-en raison de sa spécificité et la stabilité quantitative-peut servir d'indicateur de la qualité des pelotes de pollen d'abeille (**Compos *et al*, 2008**).

### II.1.9. Autres substances

Les éléments divers constituant seulement 3% du pollen. On retrouve dans les pollens en quantité substantielle un anti oxydant très rare : substances bactériostatiques et de croissance, des pigments, des arômes, des huiles volatiles et hormones de croissance.

Le tableau ci-dessous représente les principaux composants du pollen d'abeille;

## Chapitre II Composition biochimique et propriétés du pollen

**Tableau I :** Composition du pollen d'abeille (Compos *et al*, 2008).

Composants principaux	g dans 10g
-Les glucides (Fructose, Glucose, Saccharose) ;	<b>13-55 g</b>
- Fibres brutes ;	<b>0,3-20g</b>
- Protéines ;	<b>10-40g</b>
- Lipides ;	<b>1-13g</b>
Vitamines	Mg dans 100
- Acide ascorbique ;	<b>7-56mg</b>
- Beta carotène ;	<b>1-20mg</b>
- Tocophérol (vitamine E) ;	<b>4-32mg</b>
- Niacine (B3) ;	<b>4-11mg</b>
- Pyridoxine (B1) ;	<b>0,2-0,7mg</b>
- Thiamine (B1) ;	<b>0,6-1,3mg</b>
- Riboflavine (B2) ;	<b>0,6-2mg</b>
- Acide pantothénique ;	<b>0,5-2mg</b>
- Acide folique ;	<b>0,3-1mg</b>
- Biotine ;	<b>0,05-0,07mg</b>
Minéraux	Mg dans 100g
- Potassium (K) ;	<b>400-2000mg</b>
- Phosphore (P);	<b>80-600mg</b>
- Calcium (Ca) ;	<b>20-300mg</b>
- Magnésium (Mg) ;	<b>20-300mg</b>
- Zinc (Zn) ;	<b>3-25mg</b>
- Manganèse (Mn) ;	<b>2-11mg</b>
- Fer (Fe) ;	<b>1,1-17mg</b>
- Cuivre (Cu)	<b>0,2-1,6mg</b>

### II.2. Propriété nutritionnelle de pollen

#### II.2.1. Aliment protéique

Le pollen d'abeille est considéré comme un complément alimentaire de premier ordre, riche en acide aminés. On considère que 100g de pollen correspond à 500g de bœufs ou 7 œufs, c'est pourquoi 30g de pollen d'abeille suffirait pour couvrir les besoins nutritionnels de l'être humains **Clement, (2012)**. Il renferme tous les acides aminés essentiels puisqu'il provient de plusieurs espèces végétales (**Philippe, 1999**).

## Chapitre II Composition biochimique et propriétés du pollen

---

### II.2.2. Aliment d'équilibre physiologique

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

Le pollen d'abeille équilibre le ph du sang et le fonctionnement du système nerveux. C'est un facteur revitalisant, favorise l'assimilation, charge les accumulateurs viscéraux épuisé et impuissant.

Compense les carences minérales et électromagnétiques, favorise le métabolisme, augmente la résistance vasculaire, prévient la fatigue, augmente la force vitale et immunités naturelles et rajeunit les tissus.

### II.3. Propriétés organoleptiques

Les propriétés organoleptiques du pollen d'abeille varient selon l'origine florale. Le pollen se présente sous la forme d'une poudre dont la couleur varie en fonction de l'espèce dont il est issu. Sa tonalité de couleur présente une large palette de couleurs qui va du blanc au noir, mais la plus fréquente est le jaune ou le brun clair avec différentes nuances.

Comme la couleur du pollen, son goût et son odeur varient selon la provenance. La saveur va du doux à l'amer. L'odeur est caractéristique selon la fleur visitée par l'abeille.

**Tableau II:** Caractéristiques organoleptiques du pollen d'abeille (**Mendizabal, 2004**).

## Chapitre II Composition biochimique et propriétés du pollen

Aspect	Grain fin
Couleur	Peuvent être noirs à blancs, bien qu'ils apparaissent toujours jaunes et brun clair.
Saveur	Elle peut varier selon la couleur du grain, elle peut aller de l'amer ou doux.
Densité	Elle est en moyenne de 0,7 mais si elle est déshydratée elle approche de 0,65
Humidité	Le pourcentage d'eau qu'il contient est de 90% de leur composition. Le pollen contient 17% d'humidité une fois traité. Il est manipulé, déshydraté afin qu'il ne se fermente pas.

### II.4. Propriétés thérapeutiques

Le pollen d'abeille, appelé aussi charge pollinique, possède une composition chimique variée. Plus de 250 substances biologiquement actives d'origine botanique ont été isolés de ce produit qui devient une matière première pour la pharmaceutique, usage cosmétique et nutritionnel.

Récemment, le pollen d'abeille a suscité un intérêt particulier en raison de leurs propriétés thérapeutiques qui se reflète dans la production dans le monde, atteignant aujourd'hui 1500 tonnes/année **Estevinho et al, (2012)**. Parmi ces propriétés il convient de mentionner antibactériennes, antifongique, anti- inflammatoire, antiallergique **Feas et al, (2012)** et aussi antiviral, anticancéreux, immunostimulant, antiradiation, hépatoprotecteur. Les effets bénéfiques ont été cités dans des problèmes de prostate, artériosclérose, gastro-entérite, maladies respiratoires, dans le système cardiovasculaire et digestif. Il fournit également une immunité corporelle, et un retard de vieillissement. Les principaux composés biologiques des charges polliniques sont les polyphénols qui déterminent principalement son activité antioxydant, et en raison de leur spécificité et la stabilité quantitatives, ils peuvent servir d'indicateur important de la qualité de pollen, et ils peuvent être différenciés en flavonoïdes et acides phénoliques.

## Chapitre II Composition biochimique et propriétés du pollen

---

### II.4.1. Propriétés antioxydantes

Le pollen d'abeille se caractérise par un potentiel antioxydant élevé, qui détermine son action biologique. C'est un fait connu que de nombreuses maladies sont causées par les effets négatifs d'un excès de quantités d'espèces réactives de l'oxygène (ROS). Il existe trois types essentiels de relations dans lesquelles les changements du niveau de ROS sont une cause, un médiateur ou conséquence des processus morbides. Parmi les maladies liées au stress oxydatif, on peut énumérer : inflammations, polyarthrite rhumatoïde, athérosclérose, hypertension, diabète, maladies du système nerveux central, inflammations et ulcération du tractus gastro-intestinal, tumeurs, SIDA, maladies auto-immunologiques, mucoviscidose, maladies rénales et vieillissement accéléré (**Bartosz, 2003**).

En raison de sa teneur élevée en polyphénols, le pollen d'abeille démontre des puissants effets antioxydants, qui ont été confirmés par de nombreux tests.

Parmi les antioxydants présents dans le pollen d'abeille, les composés de faible poids moléculaire sont les plus importants. L'acide ascorbique (vitamine C), et les composés poly-phénoliques font partie des antioxydants hydrophiles. Tandis que, les tocophérols (vitamine E) et les caroténoïdes appartiennent aux antioxydants hydrophobes.

En phase aqueuse la vitamine C piège les radicaux libres. Elle contribue à maintenir un bon niveau de NO dans le stress oxydatif, de sorte que le composé puisse démontrer des effets relaxants sur le muscle lisse artériel.

Les effets antioxydants de la vitamine E consistent à agir avec les ROS, les radicaux libres organiques et ses capacités à mettre fin à la peroxydation lipidique. C'est l'antioxydant hydrophobe le plus important. A leur tour, les caroténoïdes ont la capacité d'éteindre l'oxygène singulet, de réduire les radicaux libres organiques et d'inhiber la peroxydation lipidique, en particulier dans les lipoprotéines de basse densité (LDL). Leur capacité à piéger les ROS et à inactiver les radicaux libres, ils peuvent complexer les métaux qui catalysent les réactions d'oxydation.

Grâce aux substances antioxydantes du pollen d'abeille, les dommages causés aux cellules peuvent être réduites. Dans plusieurs études, une relation étroite entre la bio activité antioxydante et les composés phénoliques a été rapportée (**Compos et al, 1994 ; Compos et al, 2003 ; Leja et al, 2007 ; La Blanca et al, 2009**). Il a également été constaté que l'activité antioxydante du pollen d'abeille est spécifique à l'espèce (**Almaraz-**

## Chapitre II Composition biochimique et propriétés du pollen

---

Abaraca *et al*, 2004 ; Leja *et al*, 2007 ; La Blanca *et al*, 2009 ; Marghitas *et al*, 2009) et indépendante de l'origine géographique (Almaraz-Abaraca *et al*, 2004).

### II.4.2. Propriétés anti-inflammatoire

L'inflammation est une réponse physiologique aux dommages des tissus ou cellules causées par des agents physiques ou biologiques, impliquant différentes réactions destinées à éliminer la cause et réparer l'endommagé. De nombreuses études concernant les propriétés du pollen d'abeille indiquent ses propriétés anti-inflammatoires, résultant principalement de la teneur en acide phénolique, en flavonoïdes, ainsi qu'en phytostérols.

Des tests menés sur des rats ont démontré les puissantes propriétés anti-inflammatoires du pollen d'abeille, extrait à l'éthanol en réponse à l'état inflammatoire causé par l'exposition au carraghénane.

Les propriétés anti-inflammatoires du pollen d'abeille ont été confirmées dans des tests cliniques d'hyperplasie bénigne de la prostate (HBP). Soixante-dix-neuf patients, âgés de 62 à 89 ans, avec cette maladie, ont été traités avec l'extrait de pollen, entraînant un effet bénéfique sur le volume de la prostate et la miction (Yasumotor *et al*, 1995).

### II.4.2. Effet antibactérien

Les extraits éthanoliques de pollen d'abeille, démontrent des propriétés antibiotiques assez puissantes contre les agents pathogènes gram positif et négatif, ainsi qu'aux champignons pathogènes. Cela résulte de la présence des flavonoïdes et les acides phénoliques dans le pollen d'abeille.

Le mécanisme consiste à former des complexes avec les parois cellulaires bactériennes par des adhésines et les polypeptides exposés en surface, et/ou des enzymes de la membrane cellulaire ; ce qui conduit à la perturbation de l'intégrité de la paroi cellulaire, bloquant les canaux d'ions et inhibant le flux d'électron dans la chaîne de transport d'électron qui détermine la synthèse l'adénosine triphosphate (ATP), par piégeage d'électron.

L'activité antibiotique des flavonoïdes isolés du pollen d'abeille contre *Pseudomonas aeruginosa* a été démontrée. Les composants hydrophobes du pollen d'abeille ont été testés quant à leur action antibactérienne. Et leurs effets contre *Staphylococcus viridans* ont été démontrés (Compos *et al*, 1994).

## Chapitre II Composition biochimique et propriétés du pollen

---

### II.4.3. Propriétés anti- cancérigènes

Grâce aux composés phénoliques, et les antioxydants non phénoliques, les extraits de pollen d'abeille démontrent des propriétés cytotoxiques contre de nombreuses tumeurs. Les études sur les extraits de pollen d'abeille de *Brassica Campestris L*, sur la vitalité des cellules cancer de la prostate humain ont démontré que la fraction stérol d'un extrait chloroformique augmente significativement l'activité de l'enzyme caspase 3, et provoque une diminution de l'expression de protéines anti-apoptotiques Bcl-2. Il en résulte une cytotoxicité envers les cellules du cancer de la prostate humain androgéno-indépendant PC3, conduisant à leur apoptose. Les résultats obtenus indiquent que la fraction stéroïde de *Brassica campestris L*. L'extrait du chloroforme de pollen d'abeille peut être un candidat prometteur pour le traitement avancé du cancer de la prostate. De plus, l'activité anti-oestrogénique des extraits de pollen d'abeille a été confirmée par des tests menés in vivo et in vitro. Les résultats indiquent la possibilité d'utiliser le pollen pour diminuer le risque de la maladie dans le cas des cancers hormono-dépendants du sein, de l'utérus et de la prostate, ainsi que pour l'améliorer le fonctionnement de la prostate chez les personnes âgés.

Dans des tests in vitro, il a été démontré que le pollen d'abeille est caractérisé par des effets angiostatiques dus à son influence sur le processus régulant la prolifération et la migration des cellules endothéliales en bloquant l'expression du VEGF.

### II.4.4. Activité immunostimulante

Il a été démontré que les fractions polysaccharidiques obtenues à partir du pollen d'abeille stimulent l'activité immunologique par une augmentation de l'index phagocytaire des macrophages, principalement l'augmentation du nombre de phagocytes, ils ont des effets bénéfiques sur les splénocytes et les lymphocytes NK.

Dans des tests in vitro et in vivo menés sur des souris, un effet inhibiteur des extraits du pollen d'abeille a été déterminé sur l'activation des mastocytes induite par les immunoglobines E (IgE). Les extraits de pollen d'abeille, à la fois in vitro et in vivo, diminuent significativement la dégranulation des mastocytes en raison d'une diminution de la production du niveau de phosphorylation de la tyrosine.

- **D'autres avantages potentiels du pollen pour la santé**

## Chapitre II Composition biochimique et propriétés du pollen

---

Le pollen d'abeille peut avoir d'autres bienfaits pour la santé. Cependant, d'avantages recherches basées sur l'homme sont nécessaires pour confirmer les effets bénéfiques décrites selon la littérature mais non prouvés scientifiquement, mais ils sont simplement des expériences personnelles sans aucune enquête médicale sur les allégations. Parfois, la disparition des symptômes a été constatée par le médecin, mais les raisons de ces guérisons n'ont pas été confirmées par d'autres investigations. Parmi ces bénéfiques :

### 1. Effet anti-ostéoporotique

L'ostéoporose est définie comme une réduction de la masse osseuse et une perturbation de l'architecture osseuse résultant en une résistance osseuse réduite et risque accru de fracture. Dans une étude récente, **Hamamoto *et al*, (2006)** montrent que l'extrait de pollen d'abeille solubilisé dans l'eau, de *cistus ladaniferus*, a un effet inhibiteur sur la résorption osseuse dans les tissus fémoraux de rats et la formation des cellules osseuses *in vitro*. Ainsi, l'extrait de pollen d'abeille a des effets stimulants sur la formation osseuse *in vitro*. Le facteur actif de cet effet, est une protéine de pollen d'abeille.

Le même groupe de scientifiques a confirmé dans des tests *in vitro* et *in vivo* que l'administration orale des extraits aqueux de pollen d'abeille augmente significativement la teneur en calcium et en phosphatase alcaline augmentant les effets anabolisants dans la zone de croissance et la partie pleinement développée du fémur du rat.

### 2. Propriétés anti-allergènes

Le pollen en suspension dans l'air est connu pour provoquer des réactions allergiques. L'activité de l'extrait phénolique de pollen d'abeille (BPPE) et le flavonoïde myricétine (MYR) a été testé dans un modèle murin d'allergie induite par l'ovalbumine chez les souris. Les traitements BPPE (200mg/kg) et MYR (5mg/kg) ont montré une inhibition de différentes réactions allergiques.

Les résultats soutiennent l'hypothèse que la MYR est l'un des flavonoïdes de la BPPE responsable de l'effet antiallergique et un outil potentiel pour traiter l'allergie (**Medeiros *et al*, 2008**).

### 3. Effets antianémique

Le pollen d'abeille peut réduire considérablement les effets négatifs de la carence en fer, démontrant ainsi l'effet antianémique. Les recherches sur l'influence du pollen

## Chapitre II Composition biochimique et propriétés du pollen

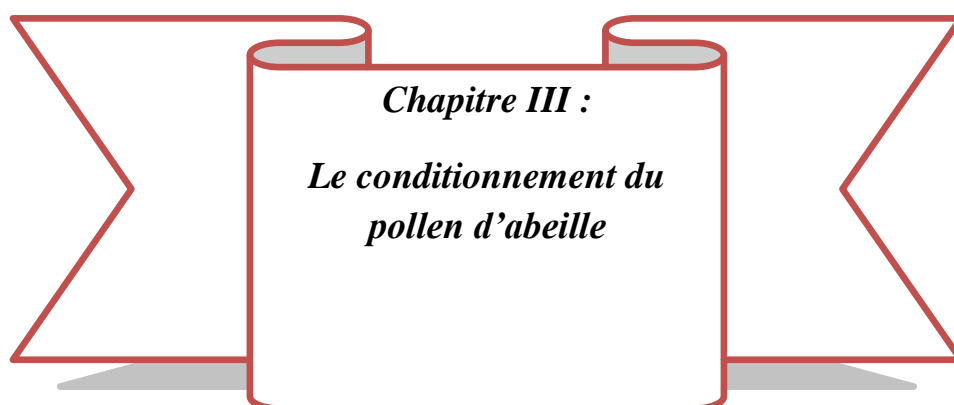
---

d'abeille et de la propolis sur le métabolisme du fer, du calcium, du phosphore et du magnésium chez le rat présentant une carence nutritionnelle en fer, traité comme modèle expérimental d'anémie, ont démontré que la supplémentation en pollen d'abeille entraîne une diminution du nombre de plaquettes sanguines, et une augmentation du taux d'hémoglobine. De plus, une prise de poids a été observée, et aussi des effets bénéfiques sur le métabolisme du magnésium, du calcium et du phosphore. Par ailleurs, ces recherches ont révélé que les produits apicoles testés atténuent dans une large mesure les conséquences négatives de la carence en fer, exerçant une influence réparatrice et améliorer l'absorption et l'utilisation du fer nutritionnel (**Ana Haro, 2000**).

### 4. Effet sur le diabète

Les personnes atteintes du diabète de type 1 et 2, consommant du pollen d'abeille seront favorisées de vitamines qu'il contient, car il répare les tissus de la plaie auxquels ils sont sujet, fortifie l'immunité avec des antioxydants et le complexe de vitamines de groupe B aidera à restaurer l'énergie (**Lluis, 2018**).

Le régime alimentaire des diabétiques devrait être très restreint, mais cette restriction entraîne un manque de nutriments pour ces personnes, le pollen d'abeille est donc l'idéal pour leurs alimentation en raison des nutriments qu'il fournit, en plus du fait que, s'ils tolèrent le fructose, ils toléreront les glucosides que le pollen contient et sera un meilleur aliment car il contient de nombreux autre composants, permettant de réguler le glucose en raison de sa faible teneur en sucres (**Cortijuelo, 2018 ; Lluis, 2018**).



*Chapitre III :*

*Le conditionnement du  
pollen d'abeille*

### III.1. Récolte du pollen

#### III.1.1. Récolte par l'abeille

Vers l'âge de trois semaines, l'ouvrière peut devenir butineuse et s'envole en fin hors du la ruche à la recherche du nectar, pollen et d'eau disponibles à la colonie. Lorsque l'abeille recueille du nectar, le pollen des étamines se colle sur les poils d'abeilles.

Une fois le corps d'abeille est couvert du pollen :

- L'abeille brosse le pollen et le fait passer de l'avant à l'arrière de son corps grâce à sa deuxième paire de patte jusqu'à leur pattes postérieures.
- Une fois la corbeille est pleine ; les abeilles régurgitent goutte après goutte le nectar et les sécrétions salivaires pour humidifier leur pattes postérieures, où se trouvent les corbeilles à pollen, le pollen récolté s'agglomère alors en pelotes.
- Cette technique conduit à l'ensemencement du pollen par les ferments lactiques et levures.
- Lorsque les butineuses rentrent à la ruche, elles doivent passer à travers les mailles ou les trappes, où elles abandonnent une partie de leurs pelotes malgré elles.



**Figure n°9 :** Récolte du pollen par l'abeille (Anonyme, 2015).

#### III.1.2. Récolte par l'homme

Le pollen est récolté par les apiculteurs lorsque la végétation regorge des plantes riches en pollen. Pour collecter le pollen, l'apiculteur doit donc équiper les ruches de trappes à pollen, en bois, en plastique ou même en acier inoxydable (**Figure 10**).

Ces trappes sont des grilles avec des trous de 5mm de diamètre, déposées à l'entrée de la ruche qui oblige les abeilles à passer à travers cette grille afin de ramener le pollen dans la ruche : lors de ce passage, elles perdent une partie de ses pelotes qui tombent dans un bac de réception installé sous la trappe pour récupérer les pelotes (il doit être bien aéré mais protégé de l'humidité et surmonté d'un tamis permet le passage des pelotes mais empêche les abeilles de récupérer le pollen). La récolte du pollen se fera préférentiellement en fin de journée afin d'éviter l'utilisation de l'enfumeur qui peut dénaturer les pelotes (**Pajuelo et al, 2008**).

L'apiculteur doit effectuer sa récolte tous les jours (au maximum tous les deux jours) car le pollen frais ne se conserve guère au delà de cette période sans être altéré, puisque son taux d'humidité est très élevé.



**Figure n°10** : La récolte de pollen d'abeille par l'apiculture (Anonyme, 2016).

### III.2. Nettoyage du pollen récolté

Le triage des pelotes de pollen est indispensable pour éliminer toutes les impuretés présentes dans le mélange. Il se réalise en trois étapes :

#### III.2.1. La première étape

Consiste en un tri grossier à l'aide d'un tamis qui permet d'éliminer les abeilles, larves, mycoses, larves de fausse teigne, morceau de la plante, poussière ...etc.

**III.2.2. La deuxième étape :** trieuse à pollen (système de soufflerie) qui consiste à éliminer les impuretés restantes du premier triage des pelotes en fonction de leurs poids (**Figure 11**).

Les pelotes de pollen, grâce à leurs poids tombent dans un bac situé sous l'entonnoir, les éléments légers tels que la poussière de pollen, pattes d'abeille, insectes sont déviés et tombent dans le second bac (**Aranda Escribano, 1999**).



**Figure n°11 :** Triage du pollen au moyen d'une trieuse (Anonyme, 2018).

**III.2.3. La troisième étape :** c'est un tri manuel à la pince pour éliminer ce qui est passé à travers des mailles de tamis (**Figure 12**).



**Figure n°12 :** Triage manuel (Anonyme, 2017).

### III.3. Conservation et conditionnement

Le pollen d'abeille récolté est considéré comme un aliment spécial et précieux, et également utilisé comme un complément alimentaire. Des techniques de conservation

garantissant la stabilité de sa qualité sont nécessaires. Les deux principales techniques de conservation du pollen sont : la congélation et le séchage.

### III.3.1. Congélation

La congélation permet de conserver le pollen sous sa forme pure, le pollen cru est cent fois plus concentré en ferments lactobacilles que le pollen sec et beaucoup plus riche en vitamines.

Le pollen récolté devrait subir le plus rapidement possible une congélation. L'eau libre après sa cristallisation devient indisponible pour toutes les réactions chimiques, biologiques et enzymatiques. La congélation doit se faire à une température inférieure ou égale à  $-18^{\circ}\text{C}$ . L'entreposage du pollen doit se faire à une température inférieure à  $-3^{\circ}\text{C}$ .

Officiellement, un suivi de la température des installations est nécessaire pour éviter toute décongélation qui peut aboutir à une contamination microbienne, donc à l'altération de la qualité.

### III.3.2. Séchage

L'humidité du pollen est l'un des facteurs permettant le déroulement des réactions biologiques, et la croissance de micro-organismes. Cette activité biologique est responsable de l'altération de la qualité alimentaire, ainsi que la sécurité sanitaire de pollen d'abeille. Le séchage est l'une des principales méthodes de conservation de pollen. Cette méthode réduit le taux d'humidité du pollen à des niveaux bas, environ 4%, ralentissant ainsi la croissance des champignons et retarde autant que possible le développement des acariens et des insectes (**Salamanca Grosso et al, 2001**).

L'humidité est le facteur qui influence le plus la conservation du pollen. L'activité biologique se produit lorsqu'il y'a l'humidité. La dessiccation consiste à éliminer l'eau qui contient le pollen jusqu'à ce qu'il soit réduit à 4%. Cet teneur en eau ne permet pas la croissance des champignons et retarde autant que possible le développement des acariens et des insectes (**Salamanca Grosso et al, 2001**).

Lorsque le pollen frais est récupéré de la ruche, sa teneur en eau se situe entre 15 à 25% après son prélèvement, il sera immédiatement congeler pour éviter toute fermentation ou autre altération. Par la suite, la teneur en eau doit être réduite à environ 10 % à l'aide d'un séchoir conduit à une température comprise entre 40 et 45°C. L'idéal est de rester au

dessous de 40°C pour ne pas dégrader un grand nombre de ses constituants. Il est indispensable de pouvoir contrôler l'humidité du pollen par un testeur de céréales également calibré pour le pollen.

Le séchage industriel est le procédé le plus approprié pour un bon séchage du pollen. Il consiste à placer les plateaux à fond perforé dans un four pour le passage de l'air chaud dans tout le produit de manière homogène, et en couche qui ne dépasse pas 2 centimètres. La température de l'air soufflé doit être comprise entre 40°C et 45°C, en débit continu jusqu'à atteindre une humidité comprise entre 4% et 8%, à cette température, un séchage sans détérioration de la qualité est garanti. Cependant, l'élévation de la température au-delà de 45°C entraîne la perte d'une partie de ses propriétés nutraceutiques, de fait la dénaturation des protéines, des acides aminés, des vitamines, des Co facteurs enzymatique, des hormones...etc (**Baldi coronel et al, 2004**). Le temps de séchage doit être le plus court possible pour éviter les pertes de composants volatils (**Baldi Coronel et al, 2004**).

L'air chaud circule dans les fourneaux, où se trouvent les plateaux de séchage du pollen, chaque plateau à une séparation de 10 cm (**Figure 13**). Ils doivent être placés de manière à ce que l'air chaud passe au-dessus et au-dessous de chacun d'eux. La durée du processus ne dépasse pas 3 heures. Le retrait du pollen du séchoir, doit être passé à l'air froid pendant environ 15 minutes, afin d'éviter que les grains n'absorbent l'humidité de l'environnement.



**Figure n°13** : Séchage de pollen d'abeille (Anonyme, 2017).

### III.4. stockages et emballage

Après séchage le pollen sera mis en pots parfaitement propres et hermétiques.

Le stockage doit se faire dans des contenants hermétiques pour éviter la contamination par la teigne, les charançons, les souris...etc. comme emballage primaire, on peut utiliser des sacs en plastiques alimentaires épais, d'au moins 0,1 mm, qui sera hermétiquement fermer.

Le pollen doit être conditionné dans des contenants hermétiques (**Figure 14**), tel que les sacs en polyéthylène (PET). Le sac en PET, contenant le pollen, peut être rempli, au moyen d'un tuyau en inox qui descend jusqu'au fond, de gaz tels que dioxyde de carbone, qui remplaceront l'air et empêcheront l'attaque des charançons, insectes,...etc. Le CO<sub>2</sub> peut être remplacé par N<sub>2</sub>, ce qui permettra une meilleure conservation biologique de ses propriétés nutritionnelles (**Bogdanov, 2004**). Une fois fermé, le sac en PET doit être placé dans des contenants en papier mâché, avec une matrice interne en papier aluminium. Ceux-ci doivent être conservés dans des endroits frais et secs, à une température comprise entre 2°C et 6°C, de cette manière le pollen peut être conservé pendant une longue période (**Salamanca Grosso et al, 2001**).



**Figure n°14** : Mise en pot (Anonyme, 2017).

Pour **Francky (2005)**, autour de la chaîne de production du pollen, il existe une série de processus qui interagissent jusqu'au produit final. **La figure 15** montre ces interactions.

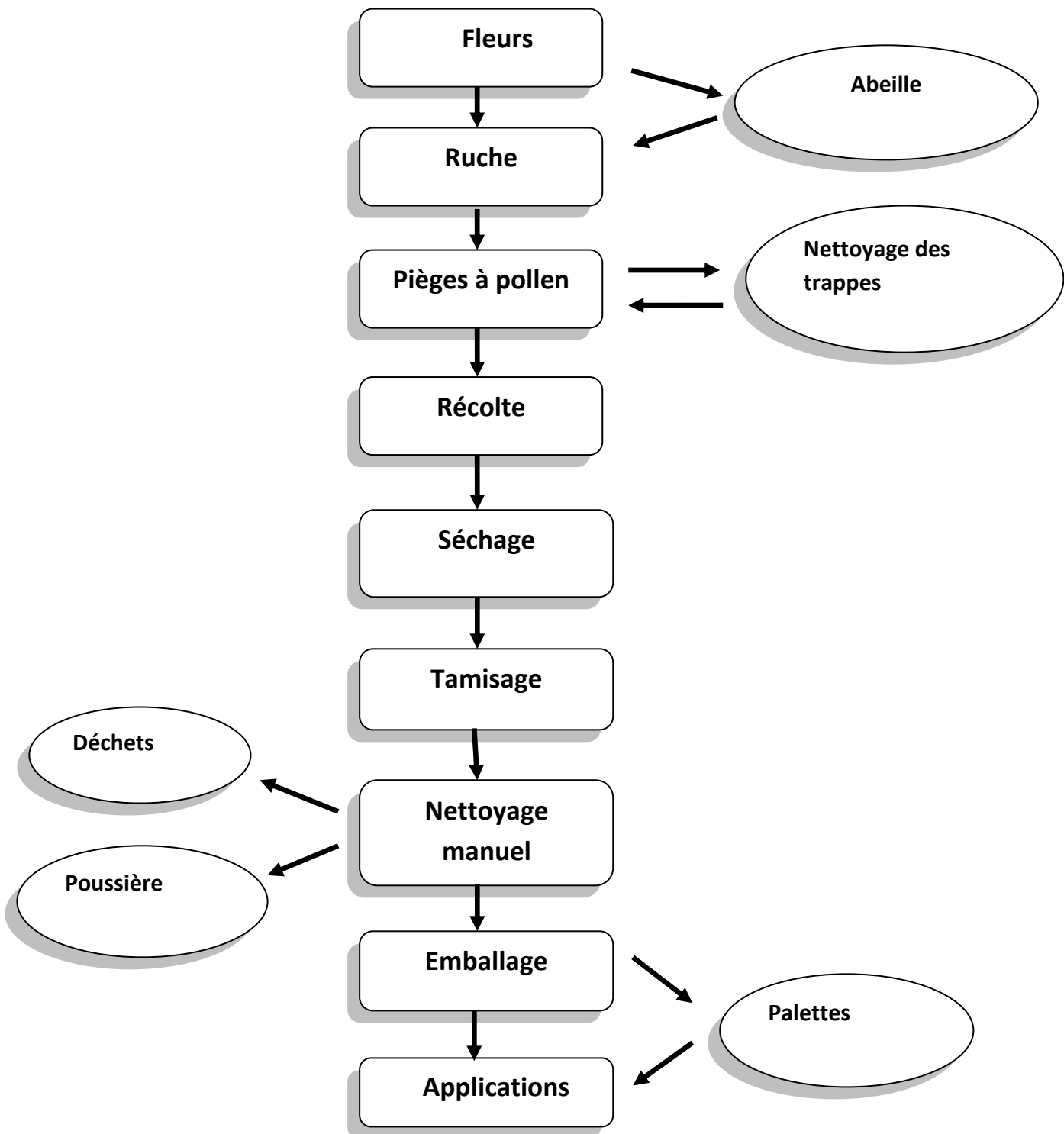


Figure n°15 : Système de production de pollen d'abeille ( Franky, 2005).

## III.2. Guide de bonnes pratiques apicoles

### III.2.1. Les bonnes pratiques de production

Selon l'agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire (AFSCA): les bonnes pratiques de production du pollen impliquent toute la chaîne de production : récolte, nettoyage, conservation, conditionnement, stockage et commercialisation.

#### III.2.1.1. Chez l'apiculteur

##### III.2.1.1.1. Choix de matériel

- **Trappes à pollen**

- Tous les éléments entrant en contact avec le pollen (peigne, grille, bac de réception du pollen) seront de qualité alimentaire.
- La trappe doit permettre d'éviter la chute de débris de la ruche dans le bac.
- Le modèle de trappe doit être solide, étanche, durable et permettre un nettoyage facile.
- En cas de trappe extérieure, le bac de réception sera bien protégé de l'humidité.
- En cas de trappe intérieure, idéalement le bac de réception sera bien aéré.
- La dimension du peigne à pollen doit être adaptée à la force de la colonie. Il ne doit pas blesser les abeilles.
- En cas de trappe extérieure, le bac de réception sera bien protégé de l'humidité. (Compos, *et al.* 1996).

- **Local de stockage du matériel**

- Absence de produits chimiques et source de fumée dans le local de stockage.
- Propreté générale.
- Rongeurs, oiseaux interdits.
- Ce point est essentiel pour le stockage des trappes à pollen. Les excréments peuvent être extrêmement infectieux.

#### III.2.1.2. Travaux aux ruches

##### III.2.1.2.1. Emplacement des ruches

Les emplacements recommandés présentent une flore riche et diversifiée (Les sources de pollen sont surtout importantes au printemps et fin d'automne) ; secs, protégés des vents, suffisamment clairs, éloignés des vergers et/ou cultures régulièrement traités.

Il est conseillé d'adapter le nombre de ruches à l'environnement : l'idéal est de ne pas regrouper plus de 15 ruches. Et avoir une distance de plus de 20 mètres de la voie publique ou d'une habitation.

S'il n'y a pas de ressources naturelles en eau dans les environs, prévoir un abreuvoir avec de l'eau potable.

#### **III. 2.1.2.1.1. Transhumance**

Choix d'un emplacement dans des zones ne présentant pas de risques. Ainsi un dialogue avec les propriétaires ou les locataires pour connaître les traitements effectués.

Toute colonie appartenant à un rucher en transhumances et qui ne répond pas aux conditions d'identification sera considérée comme suspecte de contamination (**Aranda Escribano, 1999**).

#### **III.2.1.2.1.2. Pesticides-OGM-Métaux lourds**

En production de pollen, il faut absolument éviter de placer les ruches dans des zones régulièrement traitées (pollution par les hydrocarbures, métaux lourds ...) ou les lieux à risque tel que les environnements industriels pollués à proximité d'entreprise afin d'éviter toute contamination.

En cas de culture OGM à proximité (rayon de 5 km) le pollen récolté risque fortement d'être classé comme étant OGM. En zone de grande culture mellifère ou de vergers, il est vivement conseillé de dialoguer avec les propriétaires ou les locataires pour connaître les traitements effectués et prévus ou la présence des cultures OGM.

#### **III.2.1.2.2. Récolte de pollen**

Selon (**compos *et al*, 1996**), les bonnes pratiques de récolte sont :

- La récolte de pollen ne peut se faire que sur des colonies saines et bien développer et en absence de couvain plâtré.

- Les bacs à pollen seront récoltés aussi souvent que possible, au moins tous les deux jours en fonction de l'humidité ambiante, vérifier l'absence de moisissures dans les bacs.
- Ne pas déposer les trappes à pollen sur le sol pour éviter toute contamination.
- Tout pollen suspect (conglomérats, moisissures...) est systématiquement éliminé.
- Les débris important (abeille...) seront éliminés avant le transport.
- Il faut éviter à tout prix que des crottes de rongeurs ne tombent dans les trappes à pollen. Elles peuvent en effet être extrêmement infectieuses.
- Il faut orienter les ruches de façon à éviter les projections de granulés lors d'épandage dans le champ et s'assurer d'une distance suffisante (10m).
- Le récipient de transport du pollen doit être de qualité alimentaire.

### **III.2.1.3. A la miellerie**

#### **III.2.1.3.1. Conditionnement de pollen :**

##### **III.2.1.3.1.1. Séchage**

Le pollen doit être séché lentement par un flux d'air sec et filtré à une température idéalement de 40° directement après la récolte. L'humidité du pollen ne peut dépasser 6% : contrôler avec un appareil mesurant l'humidité des grains, ou par pesées différentielles, avant et après chauffage (110° pendant 1 heure) (**Baldi coronel *et al*, (2004)**).

##### **III.2.1.3.1.2. Nettoyage**

Il est conseillé d'utiliser une machine qui élimine les impuretés présentes dans le pollen selon leur densité et par électromagnétisme :(débris d'abeilles, métal). Après le nettoyage, un contrôle final visuel est indispensable pour éliminer les débris de même densité et volume que les grains de pollen (couvain plâtré...).

##### **III.2.1.3.1.3. Congélation**

Après nettoyage, le pollen peut être congelé en sachets ou en petit pots directement dans les heures qui suivent leur récolte. S'assurer que la chaîne de froid doit être continue, et ne peut être interrompue (**Apimondia, (2001)**).

**III.2.1.3.1.4. Mise en pots**

Pots parfaitement propres et hermétiques, en matériaux anti-UV (**Salamanca Grosso *et al*, (2001)**).

**III.2.1.3.1.5. Étiquetage du pollen**

Ces mentions doivent figurées dans l'étiquetage :

- Nom du produit
- Dénomination de vente : pollen séché ou congelé.
- Date de durabilité :
  - Pollen séché maximum : 1 an maximum après la date de récolte.
  - Pollen surgelé : maximum 18 mois après la récolte.
- Poids net, en g ou en kg.
- Nom et l'adresse de l'apiculteur (du conditionneur ou du vendeur).
- Numéro du lot.
- Il est conseillé d'indiquer sur l'étiquette que le produit est potentiellement allergène pour les personnes sensibles aux allergies alimentaires.
- Seuls les allégations nutritionnelles ou de santé autorisées par l'AFSCA peuvent être utilisées.
- Loyal.
- Ecrit avec des mentions compréhensibles.

**III.2.1.3.1.6. Stockage du pollen**

Le pollen séché doit être stocké dans un local sec, frais (idéalement <15°) et à l'abri de la lumière. Mais le pollen congelé doit être maintenu à une température inférieure à -18°.

**III.2.2. Les bonnes pratiques d'hygiène**

Selon l'institut technique et scientifique de l'abeille et de la pollinisation (**ITSAP**) :

**III.2.2.1. Concevoir et aménager les locaux de travail**

La conception des locaux contribue à prévenir la contamination des denrées par des dangers issus de l'activité voisines (métaux lourds) ou liée aux bâtiments (poussière, petit fragments de peinture) et à leur environnement.

De plus, les locaux doivent être faciles à nettoyer et à entretenir et doit également tenir compte des paramètres de conservation des produits (l'humidité et la température).

#### **III.2.2.1.1. Choisir des locaux loin de sources de pollution et en bon état**

- Il est conseillé de :
- Implanter les locaux dans un lieu à l'abri de source de contamination potentielle ou d'activité polluante ;
- Installer les locaux exempte d'odeurs marqué (gaz, chaufferie) ;
- Il faut que les locaux soient séparés de pièces sources de nuisance.
- Il faut empêcher l'entrer d'animaux.
- Sol, murs, plafonds doivent être résistants, facilement lavables et permettant une évacuation rapide des eaux de lavage.
- Installer des revêtements résistants aux charges lourdes et aux chocs en cas de manipulation des charges lourds.
- Choisir des revêtements qui ne seront pas propice au développement des moisissures, ni à la condensation.
- Choisir des surfaces de travail et de conditionnement facilement lavables et éviter les matériaux oxydables.
- Protéger les luminaires des souillures d'abeille et d'éventuels chocs.
- Choisir des luminaires facilement lavables.

#### **III.2.2.2. Contrôler l'humidité et température des locaux**

Pour maîtriser la qualité des produits de la ruche, il est conseillé de penser aux installations permettant de gérer l'humidité et la température.

- Prévoir des locaux aérés ;
- Etudier l'aération pour éviter la condensation sur les équipements et les contenants, tout en évitant l'entrée des abeilles et des nuisibles.
- Prévoir un dispositif de contrôle de l'humidité et de température (thermomètre, hygromètre) et si besoin, un dispositif de régulation de cela par un déshumidificateur ou un radiateur peuvent être utiles.

### III.2.2.3. Choisir et vérifier le bon état des équipements de miellerie

La qualité des matériaux, la propreté et le bon état des équipements en contact direct avec le pollen (grilles de séchage) est important pour éviter leurs contamination par des produits chimiques et des petits éléments (bois, rouille, poussière) lors de conditionnement.

#### III.2.2.3.1. Vérifier l'aptitude des matériaux aux contacts alimentaires

Il faut choisir des matériaux :

- Permettant un nettoyage et une désinfection efficace ;
- Résistant aux produits de nettoyage et non poreuse ;

Le matériel conseillé pour le contact direct :

- L'acier inoxydable de qualité alimentaire,
- Plastique de qualité alimentaire.
- Le verre (pour le conditionnement en pots).

Le matériau déconseillé est L'acier galvanisé.

#### III.2.2.3.2. Veiller à la propreté et au bon état de contenants

- Stocker les contenants vides à l'abri de toute contamination (exemple protéger les palettes de pots en verre à l'aide d'un film en plastique).
- Les matériaux contenant du plomb ou d'autres substances chimiques susceptible de contaminer le contenu sont interdits.
- Vérifier que les contenants (pots, barquette pour pollen sont propre : sans cailloux, poussière, éclat de peinture si nécessaire les nettoyer (ex soufflage du verre, nettoyage à l'eau chaude).
- Fermer les pots hermétiquement une fois remplis.
- Avant d'utiliser les contenants qui ont déjà servi, vérifier leur bon état.

#### III.2.2.4. Organiser les étapes de production

Aussi bien pour des questions de praticité que d'hygiène, la disposition des équipements dans les locaux doit tenir compte autant que possible du circuit effectuée par les denrées alimentaires.

Il est conseillé de respecter le principe de « marche en avant » dans l'espace pour tous les produits de la ruche. Si ce n'est pas possible, séparer les étapes dans le temps.

- Trier et conditionner le pollen dans une pièce dédiée à cette activité au moins dans le temps ;
- Contrôler le tri par un contrôle visuel avant de passer à l'étape suivante ;
- Une fois le pollen trié, le maintenir dans un contenant hermétique pour éviter toute recontamination.
- Pour le pollen sec, utiliser un local qui, au moment du séchage du pollen, ne soit pas utilisé pour d'autres activités.

### III.2.2.5. Nettoyage des locaux et le matériel de miellerie

Le nettoyage et la désinfection de matériel et des équipements permettent d'éviter les contaminations physiques et microbiologiques.

Le nettoyage se réalise hors de la période de travail de produit pour éviter toute les contaminations par les produits de nettoyage et désinfection eux-mêmes.

L'apiculture doit utiliser des produits autorisés pour le nettoyage des matériaux destinés à rentrer en contact avec les denrées alimentaires. Il est nécessaire de vérifier sur l'étiquette que le produit peut être utilisé pour cet usage. Et elle doit respecter les consignes d'utilisation de chaque produit tel que dosage, temps de contact, rinçage, précaution d'emploi.

Après nettoyage, l'égouttage du matériel et le séchage doivent être rapide afin d'éviter le risque d'augmentation de l'hygrométrie du pollen et pour ne pas créer un milieu propice au développement microbien.

#### III.2.2.5.1. Travailler dans un local propre et bien entretenu

En production de pollen l'apiculture doit :

- Utiliser un matériel de récolte des pelotes de pollen propre (trappes, bac à pollens) et si besoin les nettoyer avant (brossage).
- Nettoyer régulièrement le congélateur si le pollen est congelé (au moins une fois avant le début de la saison).

- Au cours de conditionnement, vérifier visuellement l'absence de corps étrangers (pattes, abeilles, couvain plâtré et élément métallique...).
- Il est conseillé de nettoyer le matériel de tri avant utilisation (pince en particulière, tamis, tarare si besoin).

#### III.2.2.6. Veiller à l'hygiène de personnel

Travailler dans des bonnes conditions d'hygiène : avoir une bonne hygiène corporelle (mains, vêtements propre, cheveux propre et attachés...). Il peut être utile de porter les gants jetables, pour le tri manuelle du pollen, ou si le personne à une blessure à la main.

Le personnel doit connaître les règles d'hygiène applicable aux produits qu'il manipule et mise en place d'une démarche de qualité sanitaire.

#### III.2.2.7. Lutter contre les nuisibles et abeilles dans les locaux

En production de pollen, les insectes et les déjections de petit animaux représentant une source de contamination pendant le séchage du pollen.

Les produits de lutte contre les nuisibles comme certains produits utilisés contre les fausses teigne ne doivent pas contaminer les produits de la ruche.

##### ➤ Empêcher l'entrée des nuisibles dans les locaux

- Interdire l'accès des locaux aux animaux domestique.
- Mettre en place des mesures préventives et une méthode de lutte si les nuisibles prolifèrent. Tel que l'utilisation des biocides autorisés on respectant les précautions de leurs utilisations.
- Lors de la mis en pots contrôler visuellement l'absence des petit insectes dans le produit.

Il est conseillé de :

- Travailler le pollen dans une pièce fermée.
- Limiter au mieux l'accès à l'eau et à la nourriture pour les nuisibles : nettoyer, ranger, utiliser des contenants hermétiques.
- Identifier les défauts d'étanchéités (aération, bas de porte) et inspecter plus particulièrement ces zones.

- Entretien des abords des locaux afin de limiter les zones de refuge et prolifération des nuisibles.
- Retirer les produits de lutte contre les nuisibles pendant les opérations sur le pollen.
- Respecter les consignes d'élimination des biocides

Il est conseillé de :

- Préférer les méthodes de lutte avec des appâts non dispersibles (rodenticides).
- Conserver la facture, l'étiquette ou la notice du produit de lutte utilisé.
- **Protéger les pelotes du pollen des nuisibles**

Pour éviter la présence des petits animaux ou la déjection dans le pollen à trappe, il faut :

- Brosser les trappes à pollen en particulier dans les interstices avant de les poser ;
- Sécher le pollen dans une enceinte fermée.
- Hermétique aux rongeurs (si séchage).
- Trier le pollen et compléter par un contrôle visuel.
- Conditionner le pollen dans un contenant hermétique.

Autant pour des questions de qualité du pollen que de contamination, il ne faut pas sécher le pollen d'abeille en plein air ou sur des claies posées au sol.

- Il est conseillé de :
- Protéger les ruches des intrusions des rongeurs (réducteurs d'entrer...).
- Au moment de récolte, placer les pelotes de pollen récoltées dans un contenant prouvent être fermé hermétiquement jusqu'au local de tri et conditionnement.

Il est interdit de rejeter les eaux usées dans le réseau des eaux pluviales ou directement dans le milieu naturel.

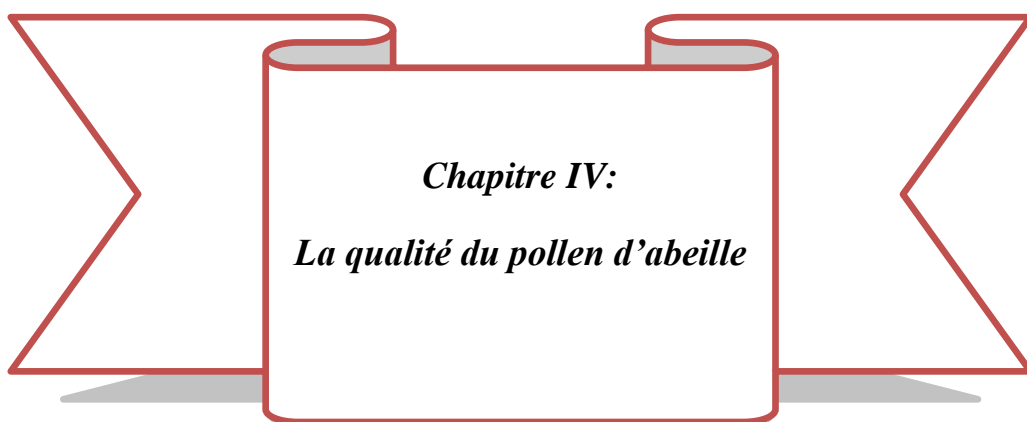
L'installation doit permettre une évacuation rapide des eaux usées pour :

- Eviter l'humidité dans les locaux (maintenir de l'hygrométrie des produits de la ruche).
- Eviter tout risque de contamination par les eaux de lavage résidentielles qui contiendra les produits de nettoyage.

Le dispositif d'évacuation dépend de la méthode de lavage :

- Pour lavage manuel, prévoir un système d'évacuation des eaux du sol dans les pièces d'extraction.

- Pour un système de type aspirateurs à eau laveuse automatique prévoir un sol plat et sans évacuation.



*Chapitre IV:*

*La qualité du pollen d'abeille*

## IV. La qualité

La qualité est ce qui caractérise (qualifie) un objet, un être vivant, sans précision d'ordre moral, sans précision positive ou négative....

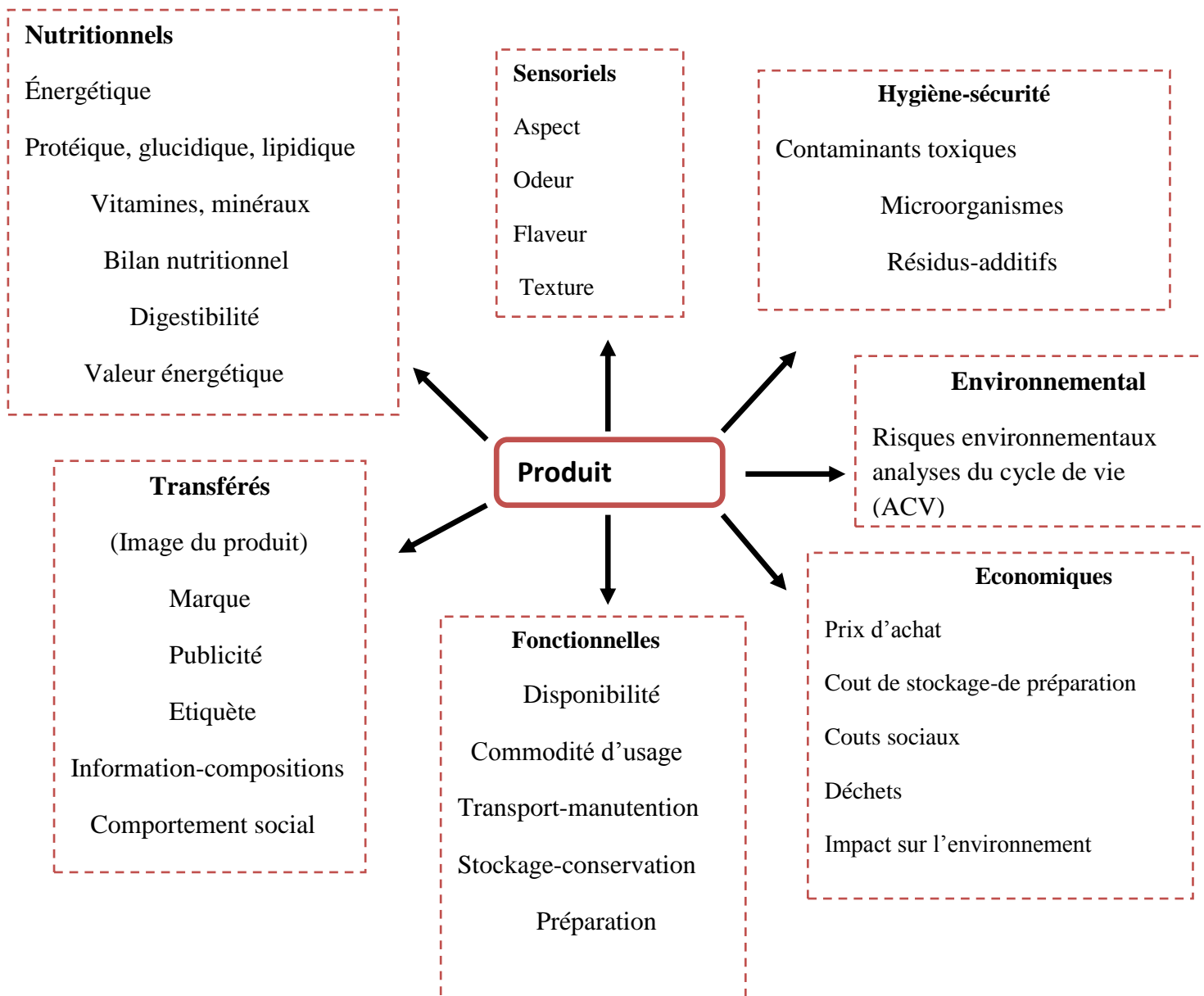
- Difficile à définir la qualité, concept très subjectif
- Il comporte de nombreux aspects

### IV.1. Quelques variantes de définitions

1. **Rivera Vilas, L.M. (1995)** : « la qualité est la mesure dans laquelle les niveaux de l'ensemble des caractéristiques offertes par un produit ou un service satisfait les besoins exprimés ou implicites des consommateurs ». Gestion de la qualité organoleptique.
2. **Deming** : «Contribution à la satisfaction des besoins des clients ».
3. **Normes ISO 8402, (1986)** : «Ensemble des caractéristiques d'une entité qui lui confèrent la capacité de satisfaire des besoins réels, explicites ou implicites.
4. **Selon afnor (2010)** : « comme étant tout produit ou service dont les caractéristiques lui permettent de satisfaire les besoins exprimés (4S ; satisfaction, service, santé, sécurité) ou implicites des consommateurs. »

### IV.2. Caractéristiques ou indicateurs de qualité

Propriétés ou paramètres généraux qui définissent la qualité d'un aliment (composition, stabilité, pureté, état, couleur, arôme....). Ils sont aussi appelés attributs de qualité et ils sont non seulement nombreux mais aussi hétérogènes, relevant de notions très différentes : nutritionnelles et sensorielle, image gratifiante du produit et impact environnemental, facilité d'accès et de conservation, coût, sécurité, hygiène,...(**Figure 16**).



**Figure n° 16 :** La qualité d'un produit est multifactorielle.

### IV.3. Qualité du pollen d'abeille

#### IV.3.1. Qualité nutritionnelle

La qualité nutritionnelle d'un aliment, fait référence à la contribution dudit aliment à l'apport total de nutriments dans l'alimentation, c'est-à-dire les nutriments qu'il apporte et leur biodisponibilité, se référant à la composition en termes d'énergie et de nutriments. De plus il faut tenir compte du fait que ces nutriments sont digestibles et qu'ils peuvent être utilisés par l'organisme lui-même pour réaliser des processus vitaux ; biodisponibilité.

Le groupe de produits chimiques basique du pollen d'abeille est constitué de protéines, acides aminés, lipides, hydrate de carbone, fibres, sels minéraux, vitamines, mais il y a aussi des quantités de composés phénoliques, principalement des flavonoïdes.

Le pollen d'abeille est principalement une source de protéines nutritive, et contient tous les acides aminés exogènes essentiels tels que l'histidine, lysine, méthionine, la thréonine, la leucine, valine, phénylalanine et tryptophane. Ces éléments de protéines sont nécessaires pour la vie et non synthétisés par le corps humain. De plus, dans le pollen il y a une quantité importante d'acides nucléique, en particulier ribonucléique (**Margaoan et al, 2010**).

Les lipides sont importants en tant que réserve nutritive et molécules énergétiques car elles contribuent avec le sucre à augmenter l'énergie fournie par ce produit. Parmi les lipides, ceux à citer en premier sont les acides gras essentiels (AGE). Les acides tels que linoléique (oméga 6) et l'acide alpha linoléique (oméga 3), aussi les phospholipides et les phytostérols. En raison de la présence de phospholipides, qui sont des agents lipotropes, le pollen d'abeille joue un rôle important dans les transformations métaboliques, tandis que sa teneur en phytostérol lui confère un œstrogène fonctionnel à la fois dans le corps humain et animal (**Stanley et Linskens, 1974**).

Les vitamines et les bioéléments font aussi partie des substances précieuses. Le pollen est source importante de vitamines liposolubles, telles que la provitamine A et vitamines E et D, et solubles dans l'eau telles que le complexe vitaminique B (thiamine, niacine, riboflavine, pyridoxine, acide panthoténique, acide folique et biotine) et les caroténoïdes, qui peuvent être provitamines A, d'après **Mizhari et Linsky et al, (1997)**. Les vitamines solubles ne sont pas stockées en quantités importantes dans le corps d'où la nécessité d'un apport quotidien.

Les bioéléments comprennent les macronutriments (calcium, phosphore, magnésium, sodium et potassium) et des micronutriments (fer, cuivre, zinc, manganèse, silicium et sélénium). La cendre représente un autre paramètre important de la qualité du pollen, largement influencé par le type du sol et les espèces florales et surtout la capacité de la plante à accumuler des sels dans son pollen (**Kedzia, 2008**).

Le contenu calorifique moyen du pollen est de 381,70 plus au moins 14,69 kcal/100 grammes. Par conséquent il peut être une excellente source d'énergie (**Orzaez villanueva, 2009**).

La teneur en éléments nutritifs du pollen change également avec le stockage, avec différentes méthodes de conservation (congélation, séchage à environ 40°C) (**Compos, 2008**).

#### IV.3.2. Qualité sanitaire

La consommation de produits naturels est une tendance dans le monde. Un aliment sûr est un aliment qui n'entraîne aucun danger pour la santé humaine. Le pollen d'abeille contient une grande quantité de nutriments et de composés bioactifs qui offrent des propriétés bénéfiques pour la santé. Cependant, c'est un bon substrat pour la teneur en microorganismes, qui peuvent être à l'origine de sa détérioration ou provoquer des maladies chez l'homme. Les propriétés nutritionnelles et thérapeutiques du pollen, lui permettent d'être un complément nutritionnel de haute valeur, cependant, on sait peu de choses sur sa sécurité (**Gonzalez, 2005 ; Serra et Escola, 1997**).

Le pollen d'abeille de bonne qualité sanitaire est un pollen qui est exempt de tout agent nocif pour la santé humaine, que soit des agents physiques comme les insectes, les ails, pates d'abeille..., ce qui peut provoquer un étouffement, une obstruction dans les voies respiratoires ou des dommages dans les dents, ou des composants chimiques comme pesticides.

De nombreuses substances toxiques utilisées pour contre les maladies d'abeilles, ont des conséquences directes sur la santé. La présence de résidus et l'utilisation continue des antibiotiques comme la streptomycine, sulfamide, utilisés pour le traitement des maladies d'abeilles, implique une accumulation des résidus dans le pollen, ce qui entraîne une diminution de la qualité, difficile à commercialiser et peut avoir des effets toxiques directs sur les consommateurs (**Al-Walli et al, 2012**).

Aussi la présence de certains allergènes tels que les glycoprotéines solubles dans l'eau, les acides et les protéases pourraient provoquer des réactions allergiques au moment de la consommation.

Les bactéries, champignons, levures, virus, protozoaires **Belhadj *et al*, (2014)**, qui proviennent des abeilles, du miel, du nectar ou des sources externes. Les intestins des abeilles, la manipulation humaine, les équipements, l'air et le sol sont les principales sources de contamination microbienne. Si la collecte, le stockage et la commercialisation ne sont appropriés, le développement de bactéries pathogènes est possible (**Gonzaliz *et al*, 2005**).

Afin de garantir la qualité sanitaire du pollen et protéger la santé humaine, le traitement du pollen est nécessaire avant commercialisation comme le séchage ainsi la mise en place de pratiques apicole, hygiéniques, et de fabrication est nécessaire (**Figure 17**).



**Figure n °17** : Composantes de la qualité sanitaire (Anonyme, 2021)

### IV.3.3. Qualité sensorielle

#### IV.3.3.1. Qualité organoleptique

La qualité organoleptique est l'ensemble des propriétés perçues des organes des sens qui nous permettent de les reconnaître et les apprécier. (Leptique : du grec lepticos « qui prend »).

Vu l'important potentiel des pelotes de pollen d'abeille, il est très important d'établir les critères de la qualité organoleptique du pollen d'abeille, pour mieux faire connaître ce

produit et, comme le miel, d'inciter les producteurs à toujours améliorer la qualité de conditionnement de leurs pollens.

#### **IV.3.3.2. Critères organoleptiques**

##### **IV.3.3.2.1. Critères visuels**

###### **a. Couleur**

La diversité des couleurs du pollen est très importante. On peut trouver certains guides qui décrivent les couleurs des différentes espèces de pollen **William Kirk (1994)**, Cinq cent soixante-trois couleurs ont été ainsi détectées, la couleur d'une espèce peut varier légèrement et par ailleurs plusieurs espèces peuvent avoir une couleur similaire. L'important ici c'est que la couleur annoncée pour une espèce se retrouve dans la gamme acceptable. C'est généralement sur la base de la couleur que se différencie le caractère monofloral d'un pollen.

###### **b. Propreté**

L'opération du tri du pollen reste toujours délicate et est souvent un critère dans le conditionnement. Ce critère sera très important, et des éléments exogènes tels que pattes, ails, gravier, même toutes traces de moisissures, et présence d'acariens du pollen, seront des éléments d'exclusion. La quantité de poussière doit rester aussi faible que possible, même si sa présence est inévitable.

###### **c. Dimensions des pollens**

La taille des pelotes de pollen varie fortement en fonction des conditions de récolte et des abeilles. L'idéal est d'avoir des lots de pollens de taille régulière (de 2 à 5 mm).

##### **IV.3.3.2.2. Critère olfactifs**

L'odeur des pollens est généralement assez intense, le spectre des odeurs sera principalement végétal avec parfois des notes florales ou plus particulières. Une amertume importante va pouvoir se détecter à l'odeur. Les odeurs rejetées dans le pollen sont celles de la fermentation chimique, fumée...etc.

##### **IV.3.3.2.3. Critères tactiles**

La consistance d'un pollen peut être jugée en le prenant entre les doigts en cas de pollen sec mais c'est en bouche que l'on aura l'information la plus intéressante. Ce paramètre a surtout son importance pour les pollens séchés. La technique de séchage et la vitesse de séchage vont clairement influencer la consistance du pollen. Il faut éviter les pollens très cristallins.

#### IV.3.3.2.4. Critères gustatifs

On peut retrouver les saveurs classiques du miel ; sucré, acide, amère et comme pour le miel, le salé n'est pas présent, la sensation astringente peut être présente. L'amertume des pollens est généralement plus importante que celle des miels. Certains pollens se caractérisent d'ailleurs par une amertume particulièrement intense. L'intensité des pollens varie fortement en fonction des origines florales.

La qualité organoleptique du pollen d'abeille, dépend essentiellement des méthodes de conservation et de stockage. De toutes les caractéristiques, la couleur et la saveur des charges de pollen sont les plus sensibles aux conditions de stockage et de conservation.

Selon une étude réalisée par **Siuda et Wilde, (2011)** dans le but de déterminer l'effet des méthodes de stockage sous vide et atmosphère contrôlée sur les propriétés organoleptiques des pelotes de pollen ; un changement de couleur dans le pollen séché a été constaté, les charges de pollen noircissent, causé par des changements défavorables dans la composition chimique du pollen et la perte de leur éclat caractéristique. La perte est causée par la baisse de la teneur en eau pendant le séchage.

Dans la même étude, les meilleurs paramètres gustatifs ont été trouvés dans les charges de pollen stockées dans l'air, dans l'azote pur, et dans l'atmosphère d'azote mélangé à du dioxyde de carbone. Il semble que le stockage des charges de pollen dans des conditions sous vide entraîne une baisse significative de la valeur gustative. Car remplacer l'air ou les gaz inertes par le vide a un effet néfaste sur l'appétence de pollen (**Siuda et Wilde, 2011**).

La perception de la saveur et de l'arôme des charges polliniques dépend du sexe des consommateurs, les deux qualités sont plus attrayantes pour les hommes que pour les femmes. La perception différente de l'appétence du pollen résulte très probablement de sa composition, notamment de son importante teneur en phytohormones (**Krala et al, 1995**).

#### IV.3.4. Qualité commerciale

La qualité commerciale du pollen est aussi de grande importance car il s'agit d'un produit présenté en granulés. Ceux-ci doivent être présentés de manière homogène, entier, sans altération visibles, ni brisé, ni broyé (**Salamanca Grosso, 2002**).

Donc toutes les étapes de traitement du pollen peuvent influencés la qualité commerciale du produit, d'où l'importance d'appliquer les bonnes pratiques de production, notamment dans les étapes du tri, stockage et transport des charges de pollen afin d'éviter toutes détériorations possibles du produit. L'altération peut être causée par un mauvais triage ce qui provoque la présence d'impuretés visible comme les pattes d'abeilles, cailloux, grains brisés...etc.

Cette altération peut aussi être due à un mauvais stockage, ce qui altère la qualité organoleptique du produit, notamment la couleur ce qui permet le rejet du produit auprès du consommateur. Un pollen de bonne qualité commerciale doit satisfaire les caractéristiques réelles et souhaitées des consommateurs.

#### IV.4. Altération de la qualité du pollen d'abeille

##### IV.4.1. Contamination environnementale

L'abeille pour les besoins de la colonie, récolte le pollen de l'environnement exposé à divers contaminants bactériologiques et chimiques qui peuvent se retrouver dans les produits consommés par l'homme.

Les butineuses effectuent 10 à 20 voyages (au cours desquels elles visitent les végétaux sur 500 à 3000 mètres carrés).

La récolte d'eau (10 à 40 litres par colonie par an), quant à elle se fait en différents points : flaques, cours d'eau, et autres liquides organiques. C'est au cours de ces voyages que l'abeille entre en contact avec de nombreux micro-organismes et substances chimiques qu'elle retient à la surface de son corps. Sur les poils, les pattes et qu'elle absorbe.

##### IV.4.1.1. Contamination chimique

L'abeille est en contact permanent avec notre environnement. Celui-ci est pollué par les émissions issues essentiellement de l'activité humaine.

3 types d'agent de contaminations sont contrôlés dans le pollen : les résidus de pesticides, métaux lourds, médicaments vétérinaires.

#### IV.4.1.2. Résidus de pesticides

L'utilisation des pesticides pour protéger les plantes des parasites, micro-organismes, insectes, mauvaises herbes est très répandue en agriculture, des insecticides et les fongicides sont les principaux pesticides recherchés dans les études évaluant le niveau de contamination des matrices apicoles.

Cependant, les mauvaises pratiques peuvent avoir des conséquences sur la qualité du pollen d'abeille.

Selon **Chauzat et al, (2006, 2011)** le pollen est parmi les matrices d'abeille, qui a été considéré comme meilleur indicateur pour l'évaluation de la présence de résidus de pesticides, car il est fréquemment contaminé. Cela est dû au fait que les abeilles mellifères collectent le nectar et le pollen non seulement des plantes sauvages mais aussi des plantes utilisées en industrie agricole.

Les pesticides les plus fréquents contaminants le pollen sont les organochlorés, organophosphorés, et les carbamates qui mettent la santé de consommateurs en danger.

- Organochlorés : possèdent une toxicité de type neurologique chez les mammifères (**Bourg, 2006**). Cependant, la toxicité des organochlorés suit une exposition prolongée et avérée. Ces dernières années plusieurs études ont démontré le lien entre exposition aux organochlorés et cancers (notamment de sein et de prostate).
- Organophosphorés : agissent par l'inhibition des cholinestérases qui conduit à l'accumulation de l'acétylcholine qui n'est plus dégradée dans les synapses et la plaque neuromusculaire. Cette inhibition irréversible crée une hyperstimulation permanente responsable de la tétanisation musculaire par hyperstimulation de la plaque motrice (**Bourg, 2006**).
- Carbamates : le mécanisme d'action des carbamates est similaire à celui des organophosphorés à la seule différence que l'inhibition de cholinestérases est irréversible (**Bourg, 2006**).

#### IV.4.1.3. Métaux lourds

Les métaux lourds sont très utiles, voire indispensables à l'homme ils entrent dans la composition d'une grande variété de produits, ils se trouvent à de nombreux niveaux : métallurgie, chimie, pharmacie, énergie,...etc. Il semble donc assez difficile de s'en passer ou les substituer (**Benedetto, 1997**).

Ces contaminations peuvent atteindre le pollen par l'air, l'eau, la plante et le sol, les métaux lourds toxiques les plus fréquents dans le pollen sont le plomb (Pb) et le cadmium. Les quantités de plomb rejetées dans l'environnement ont augmenté à des niveaux élevés en raison du développement industriel, de l'urbanisation et du transport. Il est bien connu que le plomb est un poison pour les organismes vivants ayant des effets néfastes sur la santé, causant des dommages physiologiques et comportementaux et potentiellement la mort.

#### IV.4.1.2. Contaminants organiques

Peu d'études ont porté sur la contamination par les HAP, qui est un grand groupe de composé organique contenant deux ou plusieurs cycles aromatiques et appartenant aux contaminants environnementaux et ils sont produits lors de la combustion incomplète de la matière organique et lors des activités humaines ou industrielles tel que les gaz d'échappement des véhicules, le chauffage au gaz ou au mazout (**Hodgeson, 1990**).

Les plantes sont exposées aux HAP provenant à la fois de l'atmosphère et du sol (**Fismes et al, 2002**).

Par conséquent, les HAP se concentrent dans le pollen dépendant des concentrations de HAP dans les dépôts de poussières et la contamination du sol. Ces composés peuvent être cancérogènes pour l'homme.

#### IV.4.2. Contamination microbiologique

En raison de sa composition chimique et de ses bonnes propriétés nutritionnelles, le pollen d'abeille frais n'est pas seulement important comme complément alimentaire mais aussi un bon substrat pour le développement des microorganismes, qui provient de l'air, la poussière et les insectes pollinisateurs...etc. ce qui provoque le développement de processus fermentaires indésirables.

Un moment critique pour la contamination du pollen, est pendant le temps où le pollen d'abeille « in natura » reste dans les pièges de collecte à l'entrée de la ruche et aussi sur la plante où ils sont en contact direct avec l'environnement. Ainsi une exposition à des températures et humidités élevées favorisent la contamination microbienne.

En général, il semble que les bactéries et la contamination par les mycotoxines est un problème de grande importance à souligner et à régler afin de garantir une meilleure qualité du produit final.

#### **IV.4.2.1. Contamination fongique**

Les champignons microscopiques sont un groupe très diversifié, viable et actif de microorganismes capables de libérer des métabolites toxiques de diverse nature chimique dans l'environnement (**Lugaus kas, 2006**). Chaque type de champignon est caractérisé par ses métabolites spécifiques, dont l'intensité de synthèse est déterminée par la nature de l'individu et l'environnement dans lequel se déroulent les processus de synthèse des toxines nocives pour l'homme.

##### **• La production de mycotoxines**

La cause de l'apparition des mycotoxines dépend des facteurs tels que l'humidité, températures favorables du pollen récolté, et étant donné que les mycotoxines ne peuvent être éliminées par séchage, il est important d'éviter la contamination par les moisissures (**Gompa, 2013**).

La présence des mycotoxines suivantes dans le pollen d'abeille a été étudiée et prouvée avec des méthodes d'analyses : Aflatoxines, Ochratoxine, fumonisines, Zéaralénone...etc.

L'oxatoxine A, produite par les espèces *Aspérgillus* est reconnu comme l'une des toxines les plus dangereuses. Des propriétés mutagènes (indication des dommages à l'ADN) et un rôle majeur dans la réduction des défenses anti oxydantes pour l'ochratoxine A.

##### **• Autres mycotoxines**

- Aflatoxines ; sont le produit de métabolisme de différentes espèces de champignons appartenant au genre *Aspérgillus*, ils peuvent être synthétisées en spore et mycélium ou secrétées sous forme d'exotoxines. Les aflatoxines les plus

dangereuses sont B1 et B2. Elles sont les plus toxiques pour l'homme et les animaux, et sont répertoriés dans le groupe de substances les plus cancérigènes selon le centre international de recherche sur le cancer (CIRC) ; l'ingestion de ces toxines peut conduire à l'Aflatoxicose, tant que forme aigue d'empoisonnement (Vidal *et al*, 2018).

- Fumonisines : groupe de mycotoxines principalement liées au Mais, bien que le maïs soit une plante anémophile en raison de sa production élevée du pollen.
- Zéaralénone : est mycoestrogène à toxicité limitée, qui est produit par plusieurs espèces de *Fusarium* (Vidal *et al*, 2018).

La production de ces mycotoxines par les champignons associés au pollen est connue, ceux sont des molécules thermostables et cancérigène, peuvent présentées une menace pour la santé humaine.

Une grande période de temps passe entre la récolte du pollen et son utilisation comme complément alimentaire, il y a de fortes chances pour le développement de certains champignons. Ce risque n'existe cependant que si l'humidité du pollen est supérieure à 6% et son activité de l'eau est égale à 0,55 et pH de 4 à 6,5 (Magan et Lacey, 1984).

#### IV.4.2.2. Contamination bactériennes

L'humidité élevée associée à une composition chimique adéquate, en font une matrice idéale pour la colonisation et la croissance bactérienne, conduisant à l'apparition des produits chimiques et des réactions enzymatiques (Compos *et al*, 2008).

Après récolte, le pollen d'abeille peut présenter des teneurs en humidité supérieure à 18% qui peut être favorables à la croissance des bactéries, avec une fermentation conséquente, développement potentiel de bactéries pathogènes où la production de métabolites secondaires toxiques. La récolte du pollen pendant la saison chaude et humide ; de telles conditions favorisant la contamination et la prolifération bactérienne.

### IV.4.2. Altération de la qualité pendant la production de pollen d'abeille

#### IV.4.2.1. Influence de la température du séchage

Pour que le pollen d'abeille préserve sa valeur nutritionnelle, il doit être séché dans des conditions particulières, au dessous de 40°C, de préférence à 37°C. Au bout de 24 heures, le niveau d'humidité doit baisser à 5-8%. Ce processus requiert des séchoirs spéciaux qui permettent de contrôler la température et l'humidité (**Xiao-Dong Song et al, 2019**). Des températures élevées au-delà de celles recommandées perturbent les propriétés physico-chimiques, les structures morphologiques et caractéristiques organoleptiques.

Un séchage excessif, en raison de sa grande teneur en protéines, le pollen peut perdre rapidement sa valeur nutritionnelle en raison du développement des réactions de Maillard (**Noguiera et al, 2012**). C'est-à-dire provoque fréquemment une détérioration des attributs de la qualité du produit, en particulier des nutriments thermosensibles ; la température du séchage a un effet significatif sur la composition chimique du pollen.

Des études ont été menées sur l'effet de la température sur quelques composés du pollen d'abeilles telles que la vitamine C, la teneur en carotène, la teneur en proline... etc.

**Almeido-Muradian et al, (2010)**, ont évalué des échantillons de pollen d'abeille séché provenant du sud du Brésil et ont signalé l'absence de la vitamine C et bêta-carotène, qu'ils attribuent à l'exposition du produit à des températures élevées pendant le séchage.

Et aussi, **Barajas et al, (2012)**, ont évalué le pollen d'abeille séché dans un séchoir à plateaux avec air chauffée à 35° et 45°C. Bien qu'à 45°C, la teneur en humidité plus faible du produit a été obtenue dans un temps court, plus de perte de carotène et de vitamine C ont été observées.

Comme conclusion pour ces études, la quantité de la vitamine C diminue au fur et à mesure que la température de séchage augmente. Pour raison, le processus de séchage peut accélérer l'oxydation de l'acide ascorbique, par conséquent, une perte de la vitamine C dans le pollen séché (**Ishikawa et al, 2008**).

Les provitamines sont des substances qui peuvent être converties en vitamines, les carotènes ou précurseurs de la vitamine A pour l'homme, sont très sensibles à l'oxygène et la lumière. Lorsque ces facteurs sont exclus, les carotènes sont stables même à température élevée. Leur dégradation est, cependant, accélérée par les radicaux intermédiaires présents dans les aliments à cause de l'oxydation des lipides (**Beliz et al, 2004**).

L'amélioration de la stabilité des caroténoïdes pendant le processus de séchage est un objectif important pour rendre le produit final plus nutritif et commercialisable.

Le séchage peut également, augmenter la réduction des sucres contenu, ainsi une température élevée et une variation de l'acidité favorisent les interactions des sucres et des acides aminés produisant un brunissement connu par le BNE (brunissement non enzymatique ou réaction de Maillard) (**Martines *et al*, 2000**),.

Concernant les protéines qui sont des complexes moléculaires composés de longues chaînes d'acides aminés, ces molécules ont une structure tri dimensionnelle qui peut être facilement dénaturée par différents facteurs tels que la température et le pH, cette dénaturation provoque un changement structurel dans la protéine.

Une grande quantité d'acides aminés libres sont présent dans le pollen d'abeille, certains d'entre eux sont dérivés des abeilles et sont connus à de nombreux miel, tandis que d'autres proviennent des plantes, ces acides aminés libres en fait un produit intéressant pour la consommation humaine, Selon une étude réalisée par **Diana Dominguez *et al*, (2011)** ; la quantité d'acides aminés libres trouvés dans le pollen collecté par les abeilles est beaucoup plus élevée que celle des pelotes de pollen séchées, ils ont constatés que le montant de la proline diminue des échantillons frais aux échantillons sec, et cette baisse étant plus importante dans le cas du séchage à air chaud .

Le Gaba est un acide aminé non protéique largement produit de la nature, **Manyam *et al*,(1981)** et possède plusieurs fonctions physiologiques bien connues, telles que la neurotransmission, diurétiques et tranquillisants **Jakobs *et al*,(1993)** La quantité de Gaba trouvé dans les pelotes à pollen à été négativement affectée par le système de traitement à air chaud.

Avec l'augmentation du temps de séchage, la capacité anti-oxydantes du pollen diminue, tandis que l'oxydation des graisses augmente, lorsque les pollens séchés au dessus de 45°C pendant longtemps ; ils peuvent perdre certaines vitamines et quelques propriétés. Si la température de l'air de séchoir est inférieure à 40°C, alors le temps du séchage peut être plus long (**Xiao-Dong Song *et al*, 2019**).

Pour toutes ces raisons, le contrôle de la température de l'air du séchoir est nécessaire afin de préserver les composés bioactifs bénéfiques sur la santé du consommateur.

Lorsque la destruction et la dénaturation de ces composants photosensibles se produisent, elles engendrent une décoloration et une perte de valeur nutritionnelle et de qualité.

#### **IV.4.2.2. Influence de l'humidité de l'air de séchage sur la qualité du pollen**

Le séchage industriel est la méthode la plus courante pour sécher des produits, il consiste à envoyer de l'air chaud et donc faire échapper l'humidité présente à l'intérieur du produit; l'accroissement de la chaleur et l'humidité se fait que renforcer le risque de développement des moisissure et des champignons. Ceci peuvent à leur tour provoquer la corrosion des appareils et l'apport de chaleur peuvent potentiellement abîmer notre produit au cours du séchage (**Antonico cobo, 1980**).

Pour cela une déshumidification est nécessaire pour ne pas altérer la qualité de produit par un déshumidificateur qui fait extraire l'humidité présente dans l'air.

#### **IV.4.2.3. Contamination bactérienne au cours de la production**

D'un point de vue microbiologique, la détérioration du produit est liée à la croissance microbienne. Parmi les facteurs qui doivent être étroitement contrôlés figurent la teneur en eau finale (5-6%), l'activité hydrique du pollen après séchage (0,3-0,4). Les faibles valeurs d'activités d'eau obtenues par le séchage auquel le produit a été soumis, ce qui indiquerait également une faible probabilité de la croissance microbienne des agents pathogènes (**Baldi Coronel et al, 2004**).

Le non respect des bonnes pratiques de fabrication et les conditions d'hygiène conduit à l'augmentation de la charge microbienne au-delà des normes fixées par la législation. La présence d'entérobactérie et de coliformes indique une contamination du pollen. Cela signifie, par exemple, que si les coliformes sont apparus, donc on pourra penser au manque d'hygiène des personnels des opérateurs au cours de la manipulation du pollen d'abeille. En revanche, si le dénombrement des champignons soit élevé, un manque général d'hygiène de l'environnement est démontré au cours des étapes de production, par exemple en raison de la contamination par la terre, la poussière...etc.

La mise en place et le respect des bonnes pratiques de production est très important, car ils permettent d'assurer la qualité en termes d'innocuité.

Parmi les bactéries qui peuvent influencer la qualité des pelotes de pollen lors des étapes de la production on trouve :

Les coliformes totaux qui peuvent être trouvés dans la flore intestinale des animaux et sont expulsés dans les selles donc ils sont le groupe le plus utilisé en microbiologie alimentaire comme indicateurs de mauvaises pratiques d'hygiène. Les coliformes peuvent habiter d'autres environnements et font donc la différence entre les coliformes totaux et les coliformes fécaux (**Camachon et al, 2009**).

Escherichia coli est habitant normal de l'intestin, elle peut être associée à diverses pathologies chez l'homme et les animaux. Ce microorganisme, est la principale cause de colite hémorragique. *Escherichia coli* O157 :H7 est l'une des bactéries pathogènes les plus toxiques. Produit une toxine puissante qui peut causer des maladies telles que le syndrome urémique hémolytique (**Chamorro et al, 2009**).

Staphylococcus aureus, est reconnu comme l'un des principaux agents pathogènes pour l'homme. Il est anaérobie facultatif mais pousse mieux dans des conditions d'anaérobiose. Il provoque une intoxication alimentaire en libérant ses entérotoxines. Un contrôle est important pour évaluer l'efficacité des mesures sanitaires appliquées dans la préparation des aliments (**Bustos Martinez et al, 2006**).

Les salmonelloses, une infection d'origine alimentaire est causée par *salmonella.sp*, c'est l'une des principales causes de gastro-entérite chez l'homme. Le genre *Salmonelle*, sont anaérobies facultatifs.

#### **IV.4.2.4. Influence des conditions de stockage sur la qualité du pollen**

Avant stockage, le pollen séché doit être refroidi en le ventilant afin d'abaisser la température pour qu'elle soit inférieure ou égale à la température extérieure. Le produit stocké lorsqu'il a encore une quantité de chaleur, il la retient au cours du stockage, et soulève des difficultés car l'humidité se déplace d'un endroit à un autre en raison de la différence de température, produisant de la condensation sur la surface du pollen.

Le pollen d'abeille est un produit alimentaire avec un bon profil nutritionnel, cependant, les conditions de stockage peuvent affecter la composition chimique et ses caractéristiques à savoir l'acidité, l'activité d'eau, l'acidité totale, sucre réducteurs, les protéines et les lipides.

Des locaux de stockage impropres, présence des rongeurs, acarien, ainsi la température et l'humidité du milieu peuvent causer des dommages au produit stocké, mais la qualité du produit emballé (une manipulation inappropriée, humidité élevée facilite la contamination) joue un rôle clé dans la détermination de la durée de conservation de pollen d'abeille qui est influencée par la quantité d'eau disponible pour les microorganismes d'altération (bactéries, champignons, levures). Les levures et les moisissures se développent lorsque la valeur de l'activité de l'eau est supérieure à 0,61 tandis que les bactéries exigent des valeurs supérieures à 0,91 (**Jolanta sinkeviciene et al, 2021**).

La détérioration du pollen d'abeille séché au cours du stockage peut avoir lieu et sa principale conséquence est le développement de saveurs étranges. Les causes peuvent être :

- Transformations chimiques internes dues à une mauvaise manipulation (exposition à des températures et à une humidité extrêmes, stockage dans des contenants inadaptés) ;
- Croissance de microorganismes (fermentation, croissance de champignons, etc) ;
- Développement d'insectes et/ou d'acariens ;
- Consommation et détérioration par les rongeurs ; présence d'impuretés.

**De Arruda et al, (2017)** ont examiné la stabilité des vitamines du complexe B et de leurs vitamines (B1, B2, B6 et PP) dans des échantillons de pollen séché pendant un an de stockage dans des différentes conditions (température ambiante avec et sans lumière et congélateur) et ont indiqué que leurs concentrations diminuent avec la durée et les conditions de stockage, à l'exception de la vit B1 dont la concentration est inchangée.

Une conclusion similaire a été faite par **De Melo et Almeida-Muradian, (2010)** dans leur rapport, où ils ont suggéré que les concentrations de vit C, E et beta-carotène ont diminué au cours du stockage (perte moyenne de vit C, E et beta- carotène après un an de stockage à température ambiante à l'abri de la lumière étaient respectivement de 50%, 15%, 59% et à 76%) ; cependant, ils ont souligné l'efficacité du stockage du pollen dans le congélateur (les pertes moyennes de vit C, E et beta-carotène après un an de stockage étaient respectivement de 26%, 13% et 12%). Diminution de la concentration des polyphénols au cours du temps dans les extraits de pollen d'abeille a également été observée en relation avec les conditions de conservation (réduction entre de 19,9% et 57,7% selon le type d'extraits), tandis que la perte de la valeur nutritionnelle et l'apparition des réactions de Milliard qui se sont formées au cours d'un stockage inapproprié de pollen

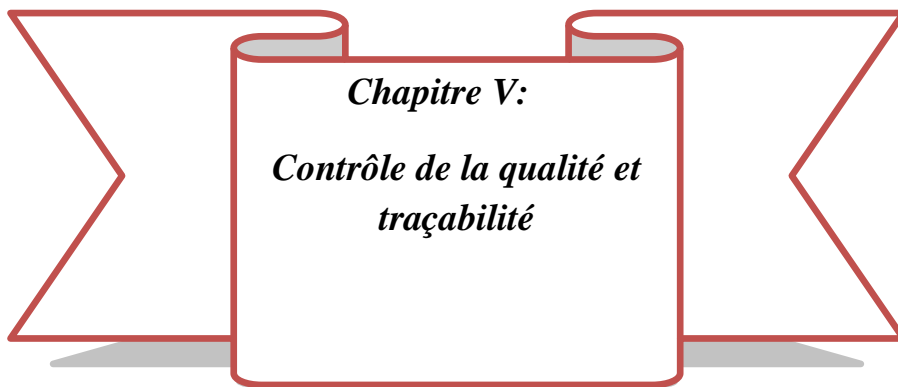
et les traitements thermiques étaient associés à des quantités élevées de protéines, glucose et fructose.

#### **IV.4.2.5. Influence de la composition de l'atmosphère de l'emballage pendant la conservation**

La qualité de l'atmosphère dans les flacons durant la conservation est un autre facteur dont il faut tenir compte. Son influence est notable sur la durée de conservation. L'exposition du pollen à l'oxygène peut non seulement causer l'oxydation des lipides et formation des composés toxiques comme les peroxydes et aussi la détérioration des carotènes ; donc l'exposition du pollen à l'oxygène a des effets négatifs sur la conservation (Stanely et Linskens, 1987).

- ❖ Pollen est considéré impropre à la consommation quant il présente une ou des caractéristiques suivantes :
  - Caractéristiques organoleptiques anormales.
  - Excès de poussière ou de propolis.
  - Anomalies sur l'observation microscopique.
  - Caractéristiques microbiologiques supérieures aux limites établies.
  - Attaques d'insectes, parasites ou de leurs larves.
  - Résidus de pesticides.
  - Substances conservatrices.





*Chapitre V:*

*Contrôle de la qualité et  
traçabilité*

## V.1. Contrôle de la qualité

### V.1.1. Définitions

- Activité réglementaire obligatoire menée par les autorités nationales ou locales pour protéger le consommateur et garantir que tous les aliments, lors de leur production, manipulation, stockage, préparation et distribution sont surs, sains et propres à la consommation humaine, répondant aux exigences de sécurité et de qualité et sont étiquetés de manière objective et précise, conformément aux dispositions de la loi.
- Système d'analyse et d'inspection des performances appliqué à un processus de fabrication d'aliments de telle sorte qu'à partir d'un échantillon petit mais représentatif de l'aliment, on soit en mesure de juger sa qualité.

Un contrôle de la qualité de ce produit est nécessaire pour détecter toutes détériorations de la qualité avant sa commercialisation afin de préserver la santé du consommateur en lui proposant un produit de bonne qualité. Ainsi, la qualité de pollen doit être rigoureusement et profondément surveillée, la Suisse, l'Argentine et le Brésil sont les seuls pays qui ont déjà établis les normes officielles concernant la qualité du pollen d'abeille (**Compos *et al*, 2008**). Les critères permettant l'évaluation de la qualité du pollen sont consignés dans le tableau III.

**Tableau III** : Critères de contrôle de la qualité du pollen d'abeille (**Stefan Bogdanov, 2004**).

Analyses	Critères de qualité
Examen sensoriel	Odeur et gout typique, aucun contaminant visible
Tests microbiologiques	La charge bactérienne doit être dans les limites d'hygiène légales
Examen chimique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Teneur en eau : maximum 6g/100g de pollen</li> <li>- Teneur en ingrédients principaux : glucides, protéines, et lipides, si étiquetée en conséquence :</li> </ul>
Contamination	Pesticides, métaux lourds

### V.1.2. Analyses sensorielles

**Serra Bonvehi *et al*, (1985)** a proposé une méthodologie d'analyse des attributs sensoriels à travers un examen olfactif, gustatif et tactile.

#### V.1.2.1. Examen olfactif

Procédé directement à l'odeur de pollen, plusieurs fois et très lentement, puis à différentes vitesses lorsque le récipient est ouvert.

L'évaluation de l'odeur se fait selon le brème suivant :

- Odeur agréable et persistant.....2 points
- Odeur agréable et légèrement persistante .....1 point
- Odeur désagréable ou rance.....0 point

L'étude sensorielle a été complétée par l'évaluation d'autres attributs secondaires :

Odeur
Légumes
Floral aromatique
Humide
Pour séché le fumier
Grillé
Légumes, farineux
Au tambo
Au champ

**V.1.2.2. Tests de gout**

L'ensemble des sensations que le pollen produit lors de sa dégustation a été évalué, en se référant au barème ci-dessus.

Goût sucré intense points	2
Goût sucré peu intense point	1
Goût aigre intense point	2
Goût légèrement acide point	1
Goût amer	1 point
Goût rance point	0
Saveur sucré intense et légèrement acide points	3
Peu de gout sucré et peu d'acide intense points	2
Saveur peu sucré intense et acide intense	3 points
Goût sucré intense et acide intense points	4

**V.1.2.3.Examen tactile**

Le pollen a été évalué dans la main ou entre les dents. Les principaux aspects à considérer étaient : l'humidité et la poussière du pollen. Pour cela, en le serrant dans les doigts ou avec les incisives, on peut vérifier la cohésion des grains ou inversement en fonction de leur humidité (**Serra Bonvehi, 1985**).

Le classement utilisé pour évaluer les sensations tactiles :

- Presser légèrement le pollen entre l'index, le majeur et le pouce, la forme des grains ne change pas, le mordant à une texture de céréales et fragmentée sans céder : 3 points.
- Serrant de la manière, il ne change pas et le mordant cède sans fragmenté, il est malléable : 2 points.
- L'écrasement des grains change de forme mais ne colle pas avec les autres : 1 point.
- Presser les grains change leur forme et ils s'unissent en pâte: 0 point.

**V.1.2.4.Examen visuel**

Vérification de la présence ou l'absence d'impuretés visibles (abeilles, ails, pierres, insectes) et classification des échantillons comme :

- Très propre.....3points.
- Propre .....2points.
- Sale ..... 1point.
- Avec parasites.....0point.

**V.1.2.5.Analyses granulométriques**

Selon la méthodologie proposée par, l'échelle de notation est le suivant.

- Tous les gros grains de plus de 4 mm.
- Gros grains entre 4 mm et 2,83 mm.
- Grains moyens entre 2,83 mm et 2 mm.
- Petits grains entre 2 mm et 1,4 mm.
- Très petits grains inférieurs à 1 mm.

### V.1.3. Analyses microbiologiques

Du point de vue hygiénique, la sécurité microbiologique est le principal critère de la qualité. Il est important de contrôler la qualité microbiologique du pollen, en particulier l'absence de germes et de champignons pathogènes. La méthodologie utilisée est en (annexe II).

La détermination de ces micro-organismes est très important afin d'éviter l'altération du pollen final : germes mésophiles totaux, coliformes totaux et fécaux et champignons. Pour le reste des micro-organismes pathogènes, tels que *Staphylococcus*, *Clostridium* et *Bacillus*, la probabilité de leur présence et leur absence qui est liée aux valeurs PH et Aw. Le tableau IV montre les normes relatives à la microbiologie du pollen d'abeille selon quelque pays.

**Tableaux IV:** valeurs limites maximales admissibles -LMP- du microbiote exprimées en UFC

Normes	Normes salvadoriennes	Normes argentines	Normes mexicaine
Moisissure et levures	300	100	300
Teneurs en germes aérobies	10 000	150 000	10 000
Coliformes totaux/entérobactéries	Absence	Absence	Absence
Escherichia coli	Absence	Absence	Absence
Staphylocoques aureus	-----	Absence	Absence
Salmonella sp	Absence	Absence	Absence

Source : NSO 65.38.01 :05 SV, code Argentin. Chapitre X, article 785 AR et

NMX-FF- 094-1998-SCFI MX.

### V.1.4. Analyses physicochimiques

Les composants majoritaires dans le pollen sont les glucides, principalement des réducteurs qui sont le fructose et le glucose, suivie de la fraction protéique et enfin la teneur en eau. Les teneurs élevées de sucres réducteurs et probablement due au miel ou nectar ajoutées par les abeilles. Les autres composants mineurs sont les minéraux et les

oligoéléments, vitamines et caroténoïdes, composés phénoliques (**Kroyer et Hegedus, 2011**).

L'analyse physicochimique en (**annexe II**) du pollen d'abeille permet d'identifier les composants du pollen, et déterminer son contenu nutritionnel et ses caractéristiques physique telles que l'humidité.

Selon **Pascal, (2018)**, le pollen d'abeille doit répondre aux caractéristiques analytiques de composition suivante :

Humidité : sous vide à 45 mm Hg et 65°C.	Maximum 8%.
Cendres : sur une base sèche à 600°C.	Maximum 4%
Protéines : sur une base sèche (N x 6,25 Kjeldahl).	15%-28%
Ph	4-6
Glucides totaux sur base sèche	45%-55%

## V.2. Traçabilité

Les produits de la ruche tels que le miel, la gelée royale et le pollen, sont soumis à des programmes de réglementation et de contrôle en raison de leur statut alimentaire.

Dans l'industrie alimentaire, les systèmes d'élaboration et de traitement, reconnaissent actuellement la traçabilité, comme outil d'aide. La traçabilité correspond au suivi d'un produit destiné à la consommation tout au long des étapes de production.

L'optimisation des systèmes traçables permet l'administration d'une plus grande efficacité dans la gestion des incidents, crises ou alertes de sécurité (**Baldi et al, 2004**).

Le système d'analyse des dangers et des points de contrôle critique (SCPC), au sein des activités de l'apiculture, constitue une approche préventive des risques phytosanitaires liés au système de production **Baldi, (1999)** l'implémentation de système représente une approche systématique de l'identification, l'évaluation et la maîtrise des dangers associés à

la production et à la manutention de charges de pollen, en utilisant des variables faciles à mesurer. L'approche de la SCPC peut se faire à partir de bonnes pratiques de fabrication, qui convergent vers la génération des produits surs (Leja *et al*, 2007).

**Tableau V :** Limites critiques des mesures de surveillance et contrôle au bénéfice du pollen d'abeille (Salamaca *et al*, 2008).

Etape	Danger	Mesures préventives	PCC
<b>Zone géographique</b>	Présence d'agents chimique par utilisation d'insecticides, pesticides et d'engrais ;  Contamination par des parties de plantes ;  Faible offre de floraison en période d'été ;  Vitesse du vent élevée.	Processus de transhumance.  L'alimentation continue si nécessaire.  Déménagement des ruches.  Indicateurs biologiques pour détecter la présence d'agents chimiques.	<b>Non</b>
<b>Installation des ruches</b>	Niches d'élevage ou d'élevage perforées ;  Ruches avec des peintures au plomb.	Application et/ou changement de cire de boîte ;  Mise en place de box paraffiné.	<b>Non</b>
<b>Conduite et la nourriture des ruches</b>	Contamination par le sucre.  Eau contaminée ;  Présence de parasites qui attaquent les abeilles comme le varroa et/ou la loque américaine ;  Piège avec 100% d'efficacité ;  Mutilation des abeilles.	Réservoir de sucre ;  Piège à changement ;  Traitement avec des antibiotiques et/ou des acides organiques ;  Eau potable traitée thermiquement.	<b>Oui</b>

<b>Récolte de pollen</b>	Contamination croisée ; Excès de fumée ; Présence de particules, pierres et impuretés.	Asepsie de la part des opérateurs ; Fumeurs complet.	<b>Oui</b>
<b>Accueil de la matière</b>  <b>Première</b>	Mauvais étalonnage de l'équipement de pesage.  Navires de réception contaminés.	Poids auxiliaires.	<b>Non</b>
<b>Préservation</b>	Détérioration possible, moisissures ou fermentation pollinique en raison d'une température et d'humidité relative inadéquates de l'environnement.  En cas de congélation, il ne peut pas être recongelé.  Température excessive	Maintien et graduation de la température et humidité relative.  Séchage immédiat du pollen décongelé.	<b>Non</b>
<b>Séchage</b>	Séché dans l'environnement ;  Perte des caractéristiques nutritionnelles ;  Manque de séparation.	Séchage artificiel ;  Tests organoleptique toutes les 30 min.	<b>Oui</b>
<b>Tamissage</b>	Défauts dans les bandes de densité tels que des pores d'un diamètre plus grand que celui souhaité.	Homogénéisation et étalonnage des bandes densimétriques.  Optimisation de la vitesse de swing.	<b>Non</b>

<b>Nettoyage</b>	Présence de particules indésirables.  Substances étrangères.	Faire un nettoyage répété.	<b>Oui</b>
<b>Emballage et étiquetage</b>	Emballage contaminé  Traces d'eau ;  Oxydes ou odeurs inhabituels ;	Emballez dans les endroits isolés ;  Emballage aseptique et stérile ;  Revivification des étiquettes avant d'être estampillé.	<b>Oui</b>
<b>Espace de rangement</b>	Endroits humides ;  Présence de rongeurs ;  Remplacement du produit.	Lute antiparasitaire et/ou programme de dératisation ;  Activation des extracteurs.	<b>Non</b>
<b>Distribution Et commercialisation</b>	Produit non certifié.  Manque d'informations de qualité nutritionnelle.	Vérification du système traçable par contact direct avec l'entreprise producteur.	<b>Oui</b>



**VI.1. La commercialisation du pollen d'abeille**

La commercialisation du pollen d'abeille est une phase très importante qui lie le producteur avec le consommateur. Elle joue un rôle important dans le développement de la filière apicole. Elle se réalise selon des normes définies afin de s'assurer la qualité et la sécurité sanitaire.

Actuellement, c'est en tant que complément alimentaire qu'est réglementairement classé le pollen. « On entend par complément alimentaire les denrées alimentaires dont le but de compléter le régime alimentaire normal et qui constituent une source concentrée de nutriments ou d'autres substances ayant un effet nutritionnel ou physiologique.

Il est commercialisé sous formes de gélules, les pastilles, les pilules et autres formes similaires, ainsi que les sachets de poudre, les ampoules de liquide, les flacons munis d'un compte goutte et les autres formes d'analogues de préparation liquides ou en poudre destinées à être prises en unités mesurées de faible quantité ».

Ainsi, il n'y a aucune autorisation de mise sur le marché (AMM) n'est nécessaire pour commercialiser les compléments alimentaires. Le producteur ou l'industriel est le seul responsable de qualité, de la sécurité et de la conformité du produit qu'il commercialise.

**VI.3. Marché mondial du pollen d'abeille**

La prévalence croissante des différentes maladies liée au mode de vie et des problèmes de santé due à l'évaluation des modes de vie a fait de rester en bonne santé et en forme l'un des aspects les plus importants pour les consommateurs du monde entier.

Les consommateurs deviennent de plus en plus attentifs et critiques à l'égard de leur mode de vie, de leurs habitudes et leurs comportements alimentaires au quotidien. Ce qui les rend conscient de type de nourriture qu'il mange chaque jour.

La croissance de secteurs du bien-être et de la santé, en particulier dans les marchés émergents, stimule la diffusion des connaissances et de la sensibilisation aux aliments nutritifs et aux moyens d'améliorer la santé en mangeant des aliments ayant de meilleures valeurs nutritionnelles.

La demande de pollen d'abeille augmente parmi la population en raison du maintien des normes de santé et il agit également comme un complément pour fournir une nutrition à faible volume et à haute intensité.

Sur le marché mondial des aliments et des boissons, la demande de pollen d'abeille augmente dans les compléments nutritionnels et les produits compléments alimentaire.

Cependant le pollen d'abeille est dangereux pour le consommateur qui semble sensible à l'allergie au pollen, qui est les principaux facteurs de réduction du marché du pollen, d'abeille.

Sur le marché mondiale du pollen d'abeille, l'Amérique du nord et l'Europe détiennent la majeure partie de la production et de la consommation de pollen d'abeille en raison de la présence d'acteurs clés des compléments nutraceutiques et diététique dans la région.

Les tableaux N° VI, IX, X montrent les principaux flux d'importation de pollen d'abeille en 2020. Le principal flux d'importation de pollen d'abeille en 2020 était la chine vers l'Indonésie, avec une valeur d'importation de 413,49 million USD.

**Tableau VI : Prix mensuels à l'importation du pollen d'abeille (www.Tridge.com)**

Pays	Importation en %	Prix unitaire à l'importation									
		18/05	18/06	18/07	18/08	18/09	18/10	18/11	18/12	19/01	19/02
<b>Chine</b>	61.7 %	53.30\$	69.71\$	201.88\$	235	148,66\$	126,27	37,03\$	66,80\$	134,21\$	14,45\$
<b>Hong Kong</b>	16.51 %	105.05\$	34.96\$	108.69	91,06\$	145,52\$	170,06\$	194,76\$	161,01\$	132,48\$	326,93\$
<b>Pays bas</b>	2.98 %	2.43\$	2.72\$	2,90\$	2,74\$	2,56\$	2,69\$	2,70\$	2,69\$	2,63\$	-
<b>Etats unis</b>	2.77 %	199.53\$	103.51\$	184,24\$	160,83\$	249,88\$	343,87\$	2,70\$	2,69\$	2,63\$	-
<b>Corée du sud</b>	2.19 %	100.07\$	161.84\$	61,56\$	71,66\$	90,04\$	161,72\$	87,36\$	120,63\$	129,94\$	129,03\$

<b>Thaïlande</b>	1.78 %	333.22\$	695.04\$	9,5 5\$	454, 70\$	788, 32\$	409, 42\$	156, 58\$	114 ,37 \$	106, 86\$	120, 13\$
<b>Macao</b>	1.22 %	-	-	2,0 4\$	1,22 K\$	1,56 K\$	1,26 K\$	592, 35\$	84, 63\$	36,4 2\$	343, 20\$
<b>Espagne</b>	1.09 %	9.53\$	12.98\$	5,9 1\$	11,4 3\$	16,9 4\$	5,14 \$	1,04 K\$	200 ,50 \$	567, 17\$	-
<b>Australie</b>	1.03 %	-	-	-	-	-	-	24,8 7\$	7,9 4\$	17,2 1\$	11,5 4\$
<b>France</b>	1.01 %	-	-	-	-	-	10,4 6K\$	-	-	12,9 3\$	13,3 0\$

Tableau IX : flux d'importation (www.tridge.com)

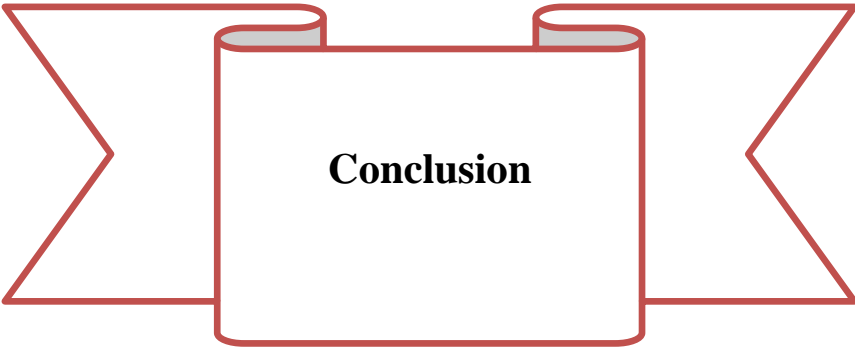
Flux commercial	Valeur d'importation 2020 USD	Croissance sur un an de la valeur d'importation 2019-2020	Croissance sur 3 ans de la valeur d'importation 2017-2020	Croissance sur 5 ans de la valeur d'importation
<b>Indonésie à chine</b>	413.48 M\$	+88 %	+301.12 %	+1664.9 %
<b>Malaisie à chine</b>	127.3 million de dollars	+29.28 %	+202.81 %	543.88 %
<b>Indonésie à Hong Kong</b>	109.52 M\$	-24.21 %	-46.58 %	-49,96 %
<b>Chine à Corée du sud</b>	17,74 M\$	+921,97 %	2001,59 %	+3245,35 %
<b>Indonésie vers les états unis</b>	17,45 M\$	+4,97 %	+9,25 %	+63,35 %
<b>Chine à Thaïlande</b>	15,72 million de dollars	+131,65 %	+806,55 %	+510,26 %
<b>Malaisie à Hong Kong</b>	13,01 M\$	+195,44 %	+159,6 %	33,56 %
<b>Belgique aux pays bas</b>	9,04 M\$	-20,8 %	+55,43 %	+644,44 %
<b>Singapour à hong Kong</b>	8,80 million de dollars	-52,33 %	-12,67 %	+69,08 %
<b>Thaïlande à Hong Kong</b>	7,99 M\$	+275,47 %	+525,47 %	-291,67 %

**Tableau X** : Aperçu de marché mondial de pollen d'abeille (www.tridge.com)

<b>Pays</b>	<b>Part dans la valeur des exportations 2020</b>	<b>Valeur d'exportation 2020</b>	<b>Croissance sur un an de valeur d'exportation 2019-2020</b>	<b>Croissance sur 3 ans valeur d'exportation 2017-2020</b>
<b>Indonésie</b>	61,36	549,80	+50,96	+95,95
<b>Malaisie</b>	15,81	141,66	+4,73	+122,44
<b>Chine</b>	10,17	91,10	+10,77	+8,83
<b>Hong Kong</b>	1,6	14,32	-15,7	+123,18
<b>Espagne</b>	1,38	12,41	+36,14	-86,44
<b>Singapour</b>	1 ,01	9,06	-84,7	+67,84
<b>Thaïlande</b>	0,99	8,83	+90,65	+242,5
<b>Australie</b>	0,96	8,60	+133,04	-82,21
<b>Etats unis</b>	0,88	7,91	-66,99	
<b>Nouvelle Zélande</b>	0,83	7,44	+203,22	+176,47

### **Cas de l'Algérie**

Avec son vaste couvert floral et une grande diversité des espèces mellifères, en plus de son cheptel apicole, avoisinant un million de colonies, la filière apicole Algérienne possède de réelles possibilités de se développer et d'accroître la production de pollen et les autres produits de la ruche. Toutefois, cette filière rencontre plusieurs contraintes, qui ralentissent et même de faire régresser la production, dont les principales sont liées au climat, à la santé apicoles (maladies, usage des pesticides) et d'autres d'ordre organisationnelles.



## Conclusion

---

### Conclusion

L'apiculture en Algérie, avec environ un millions de colonies, peut jouer, d'une part, un rôle important dans l'amélioration quantitative et qualitative de la production agricole par le rôle pollinisateur de l'abeille domestique, et d'autre part, et via les différents produits de la ruche, connus pour leur rôle diététique et thérapeutique, qui peuvent contribuer à l'émergence de l'apithérapie, qui est devenue une discipline scientifique intégrée dans la branche de la médecine naturelle.

Le pollen d'abeille, à côté du miel, de la gelée royale, de la propolis, du venin ainsi que de la cire, représente l'un des principaux produits commerciaux de la ruche, en raison de ses bienfaits sur la santé. La qualité nutritionnelle du pollen est reliée, d'une part, à la présence d'éléments nutritifs essentiels (acides gras essentiels, acides gras insaturés, fibres alimentaires, micronutriments tels que les vitamines, les antioxydants, les minéraux, les substances bioactives) et, d'autres part, à leurs biodisponibilité. Cette qualité est présentée au consommateur comme la meilleure raison d'acheter ce produit.

Sur le plan commercial, et avec la mondialisation des marchés, l'aspect réglementaire a été toujours avancé comme préalable à toute transaction commerciale. Cette ladite réglementation, qui n'est serte pas encore harmonisée à l'échelle internationale, exige une qualité sensorielle irréprochable et absence totale de risques sanitaires sur la santé du consommateur. Ces risques sur la santé proviennent principalement des agents biologiques, en particulier les moisissures et leurs toxines, mais aussi des résidus de pesticides, en particulier dans les zones de production agricoles intensives.

En face de consommateurs de plus en plus avertis et bien informés, et une réglementation exigeante, la qualité du pollen est devenue ainsi un enjeu commercial qui devrait être atteint par les systèmes de production spécialisés dans ce domaine. Les principaux acteurs de ce système de production ou filière sont les apiculteurs, les conditionneurs et les distributeurs. Cette qualité doit être élaborée et préservée toute au long de la chaîne, qui démarre chez l'apiculteur jusqu'au consommateur, en passant par les conditionneurs et les distributeurs. Toute faille, à n'importe quel point de la chaîne, peut remettre en cause la qualité réglementaire, et donc commerciale, du produit.

## Conclusion

---

L'élaboration et le maintien de la qualité doit passer obligatoirement à travers la mise en place d'une série des bonnes pratiques : apicoles (au rucher), de nettoyage à la miellerie, de fabrication chez le conditionneur, et de commercialisation chez les distributeurs.

Les points critiques de l'élaboration de la qualité recherchée se situent : **au rucher**, qui devrait être installé loin des zones de pollution par les pesticides, en insistant principalement sur l'état sanitaire des colonies, la propreté des ruches et des trappes à pollen, pour minimiser les contaminations biologique; **à la miellerie**, en procédant à un nettoyage adéquat, pour éliminer les impuretés pour améliorer la qualité hygiénique du pollen, et au séchage pour stabilisé la qualité ; **chez le conditionneur**, en procédant à un conditionnement dans un emballage approprié et sous gaz inerte ; et enfin **pendant la distribution**, en respectant les conditions de température, de manutention et de délais limite de consommation.

Enfin, la qualité recherché n'est pas gratuite, elle coûte chère, son élaboration nécessite des moyens financiers et matériels, mais aussi un savoir-faire. Dans le cas de l'Algérie, la stratégie qualité est totalement omise, mettant ainsi en danger la santé du consommateur et en ratant au même temps des opportunités commerciales. Un tel objectif, « qualité », ne pourrait être jamais atteint sans une prise en charge réel de ce volet dans les stratégies et politiques agricoles, en considérant l'apiculteur comme étant l'acteur principal, et l'université a un rôle incontournable.

## Références bibliographiques:

---

### Références bibliographiques

#### A

**ADRIANE, AM.D.M., et al.(2015).** Effect of processing conditions on characteristics of dehydrated bee-pollen and correlation between quality parameters. LWT.S0023-6438 (15) 30185-7.

**ALEKSANDAR Z. KOSTIC, DANIJEL, D. MILINCIC, MIROULUB B. BARAC, MOHAMMAD ALI, S., ZIVOSLAV LJ. TESIC, AND MIRJANA B. PESIC (2019).** The application of pollen as a functional food and feed ingredient-The present and perspectives. Biomolecules. 10-81.

**ANDRES.F., 2015.** Caracterizacionfisicoquimica y funcional del polen de abejas (Apismellifera) comoestrategiaparagenerar valor agregado y parametros de calidad al productoapicola. Mémoire magister.UNAL. Colombia.

**ANJOS, O., PAULA, V. B., DELGADO, T., AND ESTEVINHO, L. M. (2019).** Influence of the storage conditions on the quality of bee pollen. Zemdirbyste-Agriculture. P 87-94.

**ANNA, R.S., et al.(2015).**Polyphenols From Bee-Pollen: Structure, Absorption, Metabolism and Biological activity. Molecules. 20, 21732-21749.

**AYLA, I., MURAT, O., IBRAHIM, D. (2018).**Effect of hot air drying on quality characteristics and physicochemical properties of bee pollen. Food science and technology.1678-457.

**ALMEIDA-MURADIAN. (2005).** Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. Journal of food composition and analysis.105-111.

**DE MELO, I. L. P., ALMEIDA-MURADIAN. (2010).** Stability of antioxydants vitamins in bee pollen samples. Scielo Brazil. 33(3).

**ANTONELLA,C., et al. (2020).** Drying techniques and storage : Do they affect the nutritional value of bee-collected pollen ?. Molecules. 25,4925.

**RZEPECKA-STOJKA, A., STOJKO, J., KUREK-GORECKA, A., GORECKI, M., KABALA-DZIK, A., KUBINA, R., MOZDZIERZ, A., BUSZMAN, E. (2015).** Polyphenols from bee pollen: Structure, Absorption, Metabolism and Biological Activity. Molecules. 21732-21749.

**AL-WAILI, N., SALOM, K., AL-GHAMDI, A., AND JAVED, A. M. (2012).** Antibiotic, pesticide, and microbiological contaminants of honey: Human health Hazrds. The Scientific world Journal. 1-9.

**ATKIN, S. L., BARRIER, S., Cui, Z., FLETCHER, P. D., Mackenzie, G., Panel, V.,...AND ZHANG, X. (2011).** UV and visible light screeninig by individual

## Références bibliographiques:

---

sporopollenin exines derived from lycopodium clavatum (club moss) and Ambrosia trifida (giant ragweed). *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 102(3), 209-217.

**HARO, A., LOPEZ-ALIAGA, I., LISBONA, F., MERCEDES, B., MARAI, J. M. A., AND COMPOS, M. S. (2000).** Beneficial affect of pollen and/or propolis on the metabolism of Iron, Calcium, Phosphorus, and Magnesium In rats with nutritional ferropnic anemia. *National library of medicine*. 48(11): 5715-22.

**ALMARAZ-ABARACA, N., COMPOS, M. D., AVILA-REYES, J. A., NARANJO-JIMENEZ, N., HERRERA-CORRAL, J., GONZALEZ-VALDEZ, L. S. (2004).** Variability of antioxydant activity among honeybee-collected pollen of different botanical origin. *Interciencia*. 575-578.

**ANTONICO, C. O. (1980).** El polen recogida, manejo y aplicaciones. I. S. B. N. Madrid. 84-341.

**Aranda,E.(1999).**El polen,controles sanitarios.Legales.Espana.vida Apicola No.94 :56-59.

### **B**

**BALDI, C., GRASSO, D., SILVIA, C. P., GONZALEZ, F. (2004).** Caracterizacion bromatologica del polen apicola argentine. *Ciencias Exactas y Naturales-Ingenierias y Tecnologias*. 145-181.

**BALDI, C. (1999).** Influencia del proceso de secado del polen para uso alimenticio. *Ciencia docencia y tecnologia*. 241-274.

**BARAJAS J., CORTES-RODRIGUEZ, M.I.S.A.E.L., RODRIGUEZ-SANDOVAL, E.D.U.A.R.D.O. (2012).**Effect of temperature on the drying process of bee pollen from two zones of Colombia.*Journal of foodprocess engineering*, 35(1), 134-148.

**BEHIDJ, K., 2010 /2011.** La compétitivité de la filière apicole algérienne\_ cas de la région centre (wilaya d'alger, Blida et boumer des). Mémoire de magister. Ecole nationale supérieure agronomique. El-Harrach. Algérie.

**BELHADJ, H., HARZALLAH, D., DAHAMNA, S., AND KHENNOUF, S. (2014).** Microbiological quality control of marketed pollen. *Der Pharmacia Lettre*. 37-42.

**BELHADJ, H., BOUAMARA, D., DAHAMNA, S., HARZALLAH, D., GHADBANE, M et KHENNOUF, S. (2012).** Aspects sanitaires microbiologique du pollen. *Avancées en biologie environnementale*. 1415-1420.

**BLANC, M. (2010).** Propriétés et usage médical des produits de la ruche. Thèse. Université De Limoges. France.

**BOURG, S. (2006).** Abeille et insecticides phytosanitaire. Thèse méd. Vét. Université Paul-Sabatier. Toulouse. 125p.

## Références bibliographiques:

---

**BENEDETTO, (1997).** Les métaux lourds. Ecole National supérieure des mines de saint etienne dossier SAM.

**BUSOS-MARTINEZ, J. A., HAMDAN-PARTIDA, A., GUTIERREZ-CARDENAS. (2006).** Staphylococcus aureus : la reemergencia de un patogeno en la comunidad. Rev. Biomed. 287-305.

### C

**COUSIN L. (2014).** L'abeille et le conseil à l'officine. Thèse. Université de Poitiers. France.

**C. FLECHE, M-C. CLEMENT, S. ZEGGANE ET J.-P. FAUCON (1997).** Contamination des produits de la ruche et risques pour la santé humaine : Situation en France. Science technologie. 608-619.

**CANALE, A., BENELLI, G., CASTAGNA, A., SGHERRI, C., POLI, P., SERRA, A.,...AND NICOLELLA, C. (2016).** Microwave-assisted drying for the conservation of honeybee pollen. Materials, 9(5), 363.

**DIGONNET-KERHOAR, C., GILLES, G. (1990).** Qualité du pollen : définitions et estimation. Laboratoire de reconnaissance cellulaire et amélioration des plantes, UCB Lyon I, LA I. N. R. A. 97-100.

**CHAUZAT, M. P., FAUCON, J. P., MARTEL, A. C., LACHAIZE, J., COUGOULE, N., AUBERT, M. (2006).** A survey of pesticides residues in pollen loads collected by honey bees in France. J. Econ. Entomol. 253-262.

**CLARKE, K., RINDERER, T., FRANCK, P., JANVIER, Q., OLDROYD, B. (2002).** The africanization of honeybees (*Apis-Mellifera* L) of the yucatan : a study of a massive hybridization event across time. Evolution, 56/7 : 1462-1474

**CLEMENT, H. (2009).** L'abeille sentinelle de l'environnement. Paris. Alternatives. 144.

**CORONEL, B. B., GRASSO, D., PEREIRA, S.C., AND FERNANDEZ, G. (2004).** Caracterizacion bromatologica del polen apicola argentino. Ciencia, Docencia y tecnologica N°29, Ano XV, Noviembre de 2004. (145-181).

**COMPOS, M. G., LOURENCO, C., CUNHA, A., RAUTER, A. (1994).** Portuguese bee pollen as a source of flavonoids. Acta Horticulturae. 429-447.

**COMPOS, M. G., WEBBY, R. F., MARKHAM, K. R., MITCHEL, K. A., DA CUNHA, A. P. (2003).** Age-Induced diminution of free radical scavenging capacity in bees pollens and the contribution of consistent flavonoids. Journal Of Agricultural And Food Chemistry. 51(3) ; 742-745.

**COMPOS, M. R. G., BOGDANOV, S., ALMEIDA-MURADIAN, L. B., SZCZEENA, T., MANCEBO, T., FREGIREO, C., AND FERREIRA, F. (2008).** Pollen composition

## Références bibliographiques:

---

and standarization of analytical methods. Journal of Apicultural Research and Bee world. Pages 154-161.

**CAMACHO, A., GILES, M., ORTEGON, A., PALAO, M., SERRANO, B., VELASQUEZ, O. (2009).** Tecnicas para el analisis microbiologico de alimentos 2°ed. Facultad de quimica, UNAM. Mexico. 6pp.

### *D*

**DE-MELO, A. A. M., ESTEVINHO, M. L. M. F., AND ALMEIDA-MURADIAN, L. B. (2015).** A diagnosis of the microbiological quality of dehydrated bee-pollen produced in Brazil. Letters in Applied Microbiology, 61(5), 477-483.

**DOMINGUEZ-VALHONDO, D., GIL, D. B., HERNANDEZ, M. T., GONZALEZ GOMEZ, D. (2011).** Influence of the commercial processing and floral origin on bioactive and nutritional properties of honeybee-collected. International Journal of Food Science and Technology. 2204-2211.

**DE ARRUDA, V. A. S., VIERIA DOS SANTOS, A., FIGUEIREDO SAMPAIO, D., DA SILVA ARAUJO, E., DE CASTRO PEIXOTO, A. L., ESTIVINHO, M. L. F., BICUDO DE ALMEIDA-MURADIAN, L. (2017).** Microbiological quality and physicochemical characterization of Brazilian bee pollen. J. Apis. Res. 231-238.

### *E*

**FRIDELE, C., WALLNER, K., ROSENKRAUZ, P., MARTENS, D., VETTER, W. 2021.** Pesticide residues in daily bee pollen samples (april-july) from an intensive agricultural region in southern Germany. Base28, 22789-22803.

### *F*

**FISMES, J., PERRIN, C., EMPEREUR, BISSONNET, P., MOREL, J. L. (2002).** Soil to root transfer and translocation of polycyclic aromatic hydrocarbons by vegetables grown on industrial contaminated soils. J. Environ. Qual. 1649-1656.

**Codex Alimentarius. (1981).** Rapport de la vingtième session du comité du codex sur l'hygiène alimentaire. Washington D. C : FAO.

### *G*

**GONZALEZ, G., HINOJO, M. J., MATEO, R., MEDINA, A., AND JIMENEZ, M. (2005).** Occurrence of mucotoxin producing fungi in bee pollen. International Journal Food Microbiology. 1-9.

**GILLIAM, M. (1997).** Identification and roles of non pathogenic microflora associated with honey bees. FEMS Microbiology letters. 1-10.

## Références bibliographiques:

---

### *H*

**HANI,B., DALILA,B., SALIHA, D., DAOUD, H., MOULOUD, G., et SEDDIK, K. (2012).** Microbiological sanitary aspect of pollen. *Advances in Environmental Biology*, 6(4), 1415-1420

**HANI, B., DALILA, B., SALIHA, D., DAOUD, H., MOULOUD, G., et SEDDIK, K. (2014).**Microbiological quality control of marketed pollen. (*Scholars Research Library*), 6(2), 27-42.

**HOMRANI, M. 2020.** Caractérisation physico-chimique, spectre pollinique et propriétés biologiques de miels algériens crus de différentes origines florales. Thèse.UniversitéAbdelhamidIbnBadais. Mostaganem.

**HAMAMOTO, R., ISHIYAMA, K., HASHIMOTO, K., YAMAGUCHI, M. (2006).** *Journal Of health science*. 52(5): 607-612.

### *I*

**ILLANA, L.P.D.M., LIGIA, B.D.A.M. (2010).** Stability of antioxydants vitamins in bee pollen samples. *Artigo*.514-518.

**ISHIKAWA, Y., TOKURA, T., NAKONO, N. (2008).** Inhibitory effect of honeybee-collected pollen on mast cell degranulation in vivo and in vitro. *Journal of Medicinal Food*. Pp 14-20.

### *J*

**JOHANNA, B., MISAEL, C.R., et EDUARDO, R.S. (2009).** Effect of Temperature on The Drying Process Of Bee Pollen from Two Zones Of Colombia. 1745-4530.

**JOANNA, K., et al. (2018).** Antioxidant potential of propolis, bee pollen, and royal jelly : possible medical application. *Hindawi*.7074209,29 pages.

**JOLANA, S., NATZLIYA, B., VIOLETA,B. (2021).** The influence of storage conditions on bee pollen contamination by microscopic fungi and their mycotoxins. *Zemdirbyste-Agriculture*. 1392-3196.

**Jose Victor P.M. (2005).**Caracterizacionfisico-quimica y microbiologicadelpolen de abejas de cincodepartamentos de Honduras. Mémoire licence. Zamorano. Handuras.

### *K*

**KOSTIC, A.Z., MILINCIC, D.D., PETROVIC, T.S., KRNJAJA, V.S., STANJEVIC, S.P., BARAC, M.B.,....et PESIC, M.B. (2019).** Mycotoxins and mycotoxin producing fungi in pollen. *Toxins*, 11(2), 64.

## Références bibliographiques:

---

**KRELL, R. (1996).** Value-Added Products from beekeeping. FAO Agricultural services. Bulletin No. 124.

**KOMOSINKA-VASSEV, K., OLCZYK, P., KAZMIERCZAK, L., MENCER, L., AND OLCZYK, K. (2015).** Bee pollen: chemical composition and therapeutic application. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2015.

**KEDZIA, B. (2008).** Chemical composition and adaptogenic activity of honeybee-collected pollen. 47-58.

**SIUDA, M., WILDE, J. (2011).** The effect of various storage methods on organoleptic quality of bee pollen loads. Journal of Apicultural Science. 10-719.

### L

**LETICIA, A.F., MARIA, A.R., ROMINA, M.S., MONICA, P., et, LITIANA, M.G.(2020).** Long-term microbiological and chemical changes in bee pollen for human consumption : influence of time and storage conditions. Journal of apiculturalresearch. 0021-8839.

**LE BLANC, W. B., DAVIS, K. O., BOUE, S., DELUCCA, A., DEEBY, T. (2009).** Antioxydant activity of sonoran desert bee pollen. Food chemistry, 115(4), 1299-1305.

**LOUVEAUX, J. (1990).** Les relations abeilles-pollens. Bulletin de la société botanique de France. Actualités Botaniques, 137(2), 121-131.

**LUIS, G. D., GEORGINA, T., ANANIAS, P., AND LETICIA, M, ESTEVINHO. (2016).** Effect of processing conditions on the bioactive compounds and biological properties of bee pollen. Journal of Apicultural Research. 357-365.

**LOUVEAUX, J. (1958).** Recherche sur la récolte de pollen de la trappe à pollen en position supérieure. Annales de l'abeille 6(4) : 277-301.

**LEJA, M., MARECZEK, A., WYZGOLIK, G., KLEPACZ-BANIAK, J., CZEKONSKA, K. (2007).** Anioxydative properties of bee pollen in selected plant species. Food Chemistry. 100(1) : 237-240.

### M

**MARIA, G. CAMPOS, CHRISTIAN FRIGERIO, OTILIA BOBIS, ADRIANA, C. U. AND NELSON G. M. GOMES. (2021).** Infrared irradiation drying impact on bee pollen the phenolic composition of Eucalyptus globulus labill and salix atrocinera brot. Pollens. Processes. 9, 890.

**MARION T., 2017.** Le pollen apicole : ses propriétés et ses utilisations thérapeutiques.these.

**MARGHITAS, L., STANCIU, O., DEZMIREAN, D., BOBIS, O., POPESOU, O., BOGDANOC, S., CAMPOS, M. (2009).** In Vitro antioxydant capacitu of honeybee-

## Références bibliographiques:

---

collected pollen of selected floral origin harvested from Romania. Food Chemistry. 878-883.

Université de lorraine. France.

**MARIA, G.R.C., CRISTIAN, F., JOANA, L., et STEFAN, B. (2010).** What Is Future of Bee Pollen ?.IBRA. 2(4) :131-144.

**MAGAN, N., LACEY, J. (1984).** Effect of temperature and pH on water relations of field and storage fungi. Trans. Br. Mycol. Soc. 71-81.

**MEKKI, I. (2019).** Microbiological contamination of bee pollen and impact of preservation methods (Doctoral dissertation).

**MARGAOUAN, R., MARGITHAS, L., DIZMIREAN, D., MIHAI, C. M., BOBIS, O. (2010).** Bee collected pollen-general aspects and chemical composition. Anim. Sci. Biotechnol. 254-259.

**MIZHARI, A., LINSKEY, Y. (1997).** Bee products: Properties, Application and Apitherapy. Plenum Press, New York/London.

**NOGUIERA, C., IGLESIAS, A., FEAS, X., AND ESTEVINHO, L. M. (2012).** Commercial bee pollen with different geographical origins: a comprehensive approach. International Journal Of Molecular Sciences. Pp 11173-11187.

### *O*

**OFELIA, A., VANESSA, P., TERESSA, D., LETICIA, E. (2019).** Influence of the storage conditions on the quality of bee pollen. Zemdirbyste-Agriculture. 1392-3196.

**ORZAEZ-VILLANUEVA, M. T., DIAZ MARQUINA, R., BRAVO SERRANO, R., BLAZQUEZ, ABELLAN, G. (2009).** The importance of bee-collected pollen in the diet: a study of its composition. International Journal Of Food Sciences and Nutrition. 217-224.

### *R*

**RENATA, C.D.O., et al. (2016).** Bee pollen as a bioindicator of environmental pesticide contamination.ELSEVIER.13084-971.

**ROBERTO, N., et al. (2020).** Bee- pollen retailed in tuscanly (Italy) :Labelling, palynological, microbiological, and mycotoxicological profile. ELSEVIER. 0023-6438.

**RIVERA VILAS, L. M. (1995).** Gestion de la calidad agroalimentaria. Mundi-Prensa y Madrid Vicente. Madrid, Espana. 140 pp.

## Références bibliographiques:

---

### S

**SADETTIN, T. (2014).** Evaluation of the nutritional and storage quality of meatballs formulated with bee pollen. Korean society for food science of animal recoures. Pp. 423-433.

**SEELEY, T. R., SEELEY. P. AKRATANAKUL. (1982).** Colony defense strategies of the honeybees in Thailand. Ecological Monographs, 52/1:43-63.

**SEMA, S.A. (2017).** Mineral element and heavy metal (cadium, lead and arsenic) levels of bee pollen in Turkey. Food science and technology.0101-2061.

**SERRA-BONVEHI, J., AND JORDA ESCOLA, R. (1997).** Nutrient composition and microbiological quality of honeybee-collected pollen in Spain. Journal Of Agricultural and Food Chemistry. 725-732.

**SERRA-BONVEHI, J., GOMEZ-PAJUELO, J. (1985).** Tests organoleptiques du pollen en pelote. Technologie apiculture. 117-124.

**SINKEVICIENE, J., ANSIEJUS, A. (2019).** Prevalence of microscopic fungi in bee pollen. Biologija, 65(1).

**STEFAN, B. (2004).** Contaminants of bee products. Apidologie. 1-18.

**STEPHEN F. PERNAL, ROBERT W. CURRIE (1999).** Pollen quality of fresh and 1-year-old single pollen diets for worker honey bees (*Apis mellifera* L.). Apidologie. 387-409.

**SYROMYATNIKOV, M.Y.(2018).** Quality control of bee-collected pollen using bumble bee microcolonies and molecular approaches reveals no correlation between pollen quality and pathogen presence. Apiculture and social insects. 1-11..

**Pajuelo, G., Gutiérrez, A., Gurinil, L. Y., Basilio, A. (2008).** El polen apícola, producción, industrialización y control. Guaderno tecnológico. INTI. Unión europea 7-33.

### P

**PASCAL. (2018).** Análisis microbiológico de polen apícola sometido a tratamiento de ozonización y secado. tesis de licenciatura. UNCPBA. Argentina.

**PASCAL, S. B., SERRANO, J. S., LIBONATTI, C. (2018).** Tesis. Analisis microbiológico de polen apícola sometido a tratamiento de ozonización y secado. UNCPBA. Argentine.

## Références bibliographiques:

---

**PINTO, A., W. RUBNIK, R. COULSON, J. PATTON, S. JOHNSTON. (2004).** Temporal pattern of africanization in a feral honeybee population from Texas inferred from mitochondrial DNA. *Evolution*, 58/5: 1047-1055.

**PHILIPPE, J. M. (1999).** Le guide de l'apiculture, Troisième Edition EDISUD, P, 1087.

### V

**VAIDA, A., VILMA, K., PAULIUS, K., KAROLINA, B., et AUDRIUS, M. (2019).** Comparaison of physicochemical properties of bee pollen with other bee products. *Biomolecules*. 9,819.

**VANILDA, A.S.D.A., ALMEIDA-MORADIAN. (2013).** Presence and stability of B complex vitamins in bee pollen using different storage conditions. *Food and chemical toxicology*. Pages 143-148.

**VAISSIERE, B. (2005).** Abeilles et pollinisation. *CR Académie d'Agriculture de France*, 91, 53-56.

**VIDAL, A., MENGELERS, M., YANG, S., DE SAEGER, S., DE BOEVRE, M. (2018).** Mycotoxin biomarkers of exposure a comprehensive review. *Food science*. 1127-1155.

### W

**WALDAN, K.W., NANCY, A.M. (2016).** Gut microbial communities of social bees. *Nature Reviews: Microbiology*. 1-11.

### X

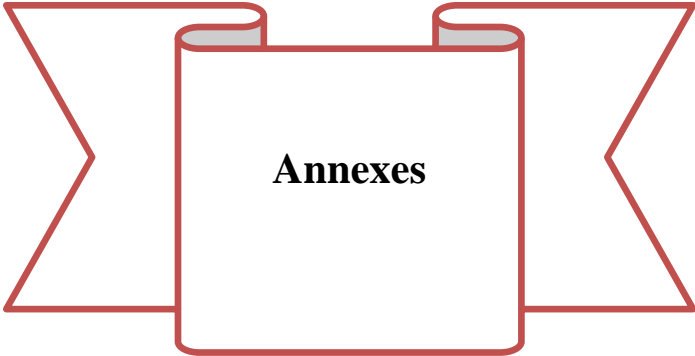
**XIAO-DONG. (2019).** Effect of drying air temperature on drying kinetics, color, carotenoid content, antioxidant capacity and oxidation of fat for lotus pollen. *Drying technology an international journal*. 1532-2300.

**XESUS FEAS *et al*, (2012).** Organic bee pollen: botanical origin, nutritional value, bioactive compounds, antioxidant activity and microbiological quality. *National Library of Medicine*. 8359-8377.

### Y

**YELIZ, K., BEKIR, G.M. (2019).** HMF formation, Diastase Activity and Proline Content Changes In Bee-Pollen Dried By Different Drying Methods. *LWT-Food Science and Technology*. 108273.

**YASUMOTO, R., KAWANISHI, H., TSUJINI, M., NISHISAKA, N., HORII, A., KISHIMOTO, T. (1995).** Clinical evaluation of long term treatment using cernitin pollen extract in patient with benign prostatic hyperplasia. *Clinical therapy*. 82-87.



**Annexe I****Matériels et équipement**

- Pollen d'abeilles
- Flacons stériles
- Marqueurs
- Sacs plastiques
- Etiquette -
- Lamelle
- Crayon -
- Guide d'entretien
- Carnet
- Réfrigérateur
- Boites de pétri
- Gélose spécifique
- Glacière
- Microscope
- Potentiomètre
- Four
- Etuve
- Centrifugeuse

**Annexe II****Méthodes d'analyses microbiologiques**

Peser 25 g de pollen d'abeille, puis les faire dissoudre dans 225 ml d'eau peptonée alcaline à 10% m/v, les laisser au repos environ 45 à 60 minutes jusqu'à une bonne dissolution du produit, à partir de là des aliquotes ont été introduites dans les géloses spécifiques (**Baldi Coronel et al, 2004**).

Tant pour les bactéries, les moisissures que les levures, la méthodologie conseillée par la FAO (1981) : milieu gélosé pour dénombrement sur plaque, 35°C, 72 heures (**FAO, 1981**) ; les résultats sont exprimés en UFC/g. Pour les coliformes fécaux, utilisé comme milieu Mc conckeybroth, 37°C, 48 heures (**FAO, 1981**). Pour les coliformes fécaux, EC Broth, est utilisé comme milieu de culture, 45,5°C, 48 heures (**FAO, 1981**).

Pour les moisissures et les levures, une gélose au glucose et au chloramphénicol à l'extrait de levure a été utilisée. Les plaques sont incubées à l'obscurité à 25-28°C, pendant 4 à 7 jours (**Baldi Coronel et al, 2004**).

Après incubation, un dénombrement sera effectué afin de comparer les résultats aux normes sanitaires déterminées par la réglementation, seuls quelques pays ont déterminé une réglementation concernant la qualité microbiologique du pollen d'abeille, des études supplémentaires sont nécessaires pour établir des paramètres internationales de la qualité microbiologique et des protocoles de traitements standards.

**Annexe III****Analyses physicochimiques****1. Détermination de l'activité de l'eau**

Une petite quantité d'échantillon (environ un gramme) est utilisé pour déterminer l'activité de l'eau à l'aide d'un compteur d'activité d'eau (Aqualab) **Saxena *et al*, (2010)** basé sur la méthode officielle AOAC 32.004-32.009 activité de l'eau.

**2. Détermination de la teneur en eau**

Elle est déterminé par la méthode étuve thermogravimétrique à 60°C jusqu'à un poids constant (**AOAC Officiel méthode 969.38 Détermination de la teneur en humidité**). Peser puis laisser chacun des échantillons de pollen dans une étuve à 60°C pendant 16 heures pour déterminer le poids final, et le pourcentage d'humidité de chacun d'eux ont été déterminé.

Pour déterminer l'humidité, la différence entre le poids initial de l'échantillon et le poids après séchage, divisé par le poids initial.

**3. Détermination du pH**

Le pH peut être à l'aide d'un potentiomètre. La procédure implique de calibrer l'équipement avec des tampons à pH 4,5 et 11. Le principe est basé sur la mesure de la quantité d'ions d'hydrogène présent dans l'échantillon en dilution.

**4. Teneurs en cendres**

Une méthode gravimétrique peut être utilisée où les échantillons sont incinérés dans un four à 550°C jusqu'à calcination totale (méthode officielle AOAC 942.05 Détermination des cendres dans les aliments pour animaux). Les échantillons seront pesés après avoir été incinérés et la teneur en cendres de chacun des échantillons sera déterminée.

Pour calculer le pourcentage de cendres, l'équation 1 est utilisée :

$$\frac{a-b}{c} \cdot 100$$

**Equation 1.**

**a** : creuset + poids de cendres ; **b** : poids du creuset vide ; **c** : poids de l'échantillon

**5. Protéines**

La teneur en protéines du pollen d'abeille est déterminée par la méthode de Kjeldahl en utilisant le facteur 6,25 (**méthode officiel de l'AOAC 2011.04 protéines dans les viandes crue et transformées**) et en utilisant le protocole pour les céréales. 1,5 g d'échantillon sont introduits dans un tube de minéralisation avec 3g de catalyseur constitué d'un mélange de sels de cuivre, d'oxyde de titane et de sélénium. Puis 10 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrés sont ajoutés et 5ml de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Par la suite, la digestion sera effectuée à 370°C pendant 60 min. jusqu'à ce que la solution prenne une couleur vert émeraude caractéristique.

Après refroidissement, 50ml de soude de 10 N pour alcaliniser fortement le milieu et ainsi remplacer l'ammoniac des sels d'ammonium. L'ammoniac libéré est emporté par de la vapeur d'eau injectée dans le contenu du tube lors de la distillation, et il est recueilli sur une solution d'acide borique (4% p/v). Enfin, réaliser la quantification de l'azote ammoniacal au moyen du titrage acide-base ou les équivalents acides consommés correspondent aux équivalents d'ammoniac distillé (**Garcia Martinez et al, 2012**).

**6. Glucides**

Le terme «glucides totaux », exprimé en pourcentage, désigne l'ensemble des substances glucidiques ; sucres, amidon et fibres. On peut utiliser la méthode phénol-acide sulfurique. Le principe est que les glucides sont traités avec des acides fort et de la chaleur, ils se déshydratent et donnent des furfurals qui polymérisent en produisant des pigments foncés, ceux-ci polymérisent à leur tour pour donner des composés dont l'absorbance est utilisées pour déterminer les sucres et les polysaccharides sont hydrolysés avec le traitement (**AOAC 988.12**).

## 7. Teneur en lipides

En général, les acides gras prédominant dans le pollen d'abeille sont l'acide palmitique, l'acide oléique, linoléique, linoléique. Pour déterminer la teneur en matière grasse du pollen, un procédé d'extraction Soxhlet a été réalisé en modifiant la méthode officielle AOAC 960.39 extrait de matière grasse (brut) ou d'éther dans la viande. Pour cela, pendant 3-4 heures, l'hexane, qui est un solvant de faible polarité, mis en circulation à travers 25g d'échantillon de pollen. A la fin du procédé, le solvant est évaporé par rotation (45°C et 150 mbar) et le résidu séché a été complètement séché à l'étuve pendant 2h à 60°C. Finalement, le résidu sec et le rendement d'extraction est calculé en pourcentage, ce qui équivaut à la teneur en lipides du pollen.

### 7.1.Préparation des échantillons pour l'analyse des pesticides

Des échantillons de pollen homogénéisés mécaniquement mortier, puis séchés pendant 8 heures à 30°C, dans une armoire chauffante (**Binder, Tuttlingen, Allemagne**). Une aliquote de 5g plus au moins 0,001g d'échantillons de pollen a été pesée dans un tube de 50ml (**Buddeberg, Mannheim, Allemagne**), et la méthode QUECHERS suivante **Anastassiades et al(2003)** avec les modifications individuelles a été utilisées : dix ml d'eau déminéralisée, 10ml d'acétonitrile et 10l de solution étalon interne ont été ajoutés, et le mélange a été agité mécaniquement pendant 20min à 400 tr/min sur un Heidolph instrument pramax 2020 (**Schwabach, Allemagne**). Après centrifugation (10min à 2750 x G), le surnageant a été transféré un nouveau tube de 50ml, qui contient 4,0 g de sulfate de magnésium, 1,0 g de chlorure de sodium, 1,0g de citrate de sodium tribasique déshydraté et 0,5 g de citrate de sodium dibasique qui est hydraté (**Kit QuechersRoq**). La solution échantillon a été agitée pendant 10min à 2750Xg. Le surnageant a été placé dans un tube de 15ml (**Buddeberg, Mannheim, Allemagne**) qui contient déjà 0,5g de Mg sou fin.

L'échantillon a été agité pendant 1min et centrifugé (10min à 2750xG) ensuite, la solution d'échantillon a été transférée dans un tube en verre et compléter par 50ml de solution de nonane (10g de nonane/50ml d'acétone). Ensuite, la solution d'échantillon a été évaporée jusqu'à quasi-susité dans un bloc chauffant maintenu à 40°C sous flux d'ergote. Le résidu a été remis en suspension dans 2,5 d'acétonitrile et pivoté pendant 30 secondes dans un bain à ultrason. La solution a ensuite été transférée dans un niveau tube de 15ml contenant 0,49g de mélange de nettoyage (0,31g de sulfate de magnésium, 0,06g de sepra PSA et 0,01g de noir de carbone graphité).

L'échantillon centrifugé pendant 10 min à 2750x G. Une aliquote de 1ml du surnageant a été transférée dans un flacon de 1,5 ml (**Macherey-Nagel,Diiren, Allemagne**), et stocké à -20°C jusqu'à l'analyse.

### 7.2.Analyse

Un échantillon enrichi en analystes a été analysé par lot de 25 échantillons de la manière suivante : du pollen blanc (échantillon de pollen de 5g sans résidus détectables, comme vérifié précédemment) a été mélangé avec 10ml d'eau déminéralisé et 9,75 ml d'acétonitrile, additionné de 250ml de standay de pesticides et 10l de solution étalon interne (concentration absolue de 200 ng de phosphate de triphényle et de 10-chlorpysifors chacun), et préparé comme expliqué ci-dessous donc « préparation d'échantillon pour l'analyse des pesticides ». Tous les échantillons ont été préparés en une semaine, un lot (25 échantillons +1 pollen blanc) par jour.

La récupération a été calculée en utilisant un volume final défini de 2,5ml (après évaporation) par comparaison avec l'étalon interne absolu. Les taux de récupérations ont été calculés pour quatre échantillons de contrôle de qualité au total, révélant une fourchette comprise entre 29 à 160 % par substance (à l'exception du spirodiclofène, présentant un taux de récupération significativement faible de 4%). L'écart type moyen entre les répétitions était de 14%.