

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة عمار ثليجي - الأغواط -
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT
كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
قسم البيولوجيا
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master
Spécialité: Ecologie végétale et environnement

Thème :

L'abeille, les plantes mellifères et le miel

Présenté par : ASLI Naima

Devant le jury :

Président : M. CHAIBI rachid MCA

Examineur : M. BENACEUR Farouk MCA

Promoteur : M .ZERROUK Salim MCA

Année universitaire 2019/2020

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَى النَّحْلِ أَنْ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا
وَمِنَ الشَّجَرِ وَمِمَّا يَعْرِشُونَ (68) ثُمَّ كُلِي مِنْ كُلِّ
الثَّمَرَاتِ فَاسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلًّا يَخْرُجُ مِنْ بُطُونِهَا
شَرَابٌ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ إِنَّ فِي ذَلِكَ
لَآيَةً لِقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ (69)

صدق الله العظيم

سورة النحل (الآية 68-69)

Ce que ton Seigneur révéla aux abeilles : "Prenez des demeures dans les montagnes, les arbres et les treillages que les hommes font. Puis mangez de toute espèce de fruits, et suivez les sentiers de votre Seigneur, rendus faciles pour vous." De leur ventre, sort une liqueur, aux couleurs variées, dans laquelle il y a une guérison pour les gens. Il y a vraiment là une preuve pour les gens qui réfléchissent.

(Sourate an-Nahl, 68-69).

REMERCIEMENTS

*On tient tout d'abord à remercier et en premier lieu **ALLAH**, le tout puissant et miséricordieux qui nous a donné la force, la volonté et le courage pour mener à bonne fin ce travail.*

Nos sincères remerciements et ma profonde reconnaissance vont à mon encadreur Dr. ZERROUK Salim pour son dévouement, ses conseils et son soutien tout au long de l'élaboration de ce travail.

Mes remerciements vont également à Monsieur, d'avoir accepté de présider le jury de ma soutenance de mémoire de Master.

Je remercie les membres de jury pour avoir aimablement accepté de juger ce modeste travail

Finalement, un grand merci à tous ceux et toutes celles qui d'une manière ou d'une autre nous ont aidés et soutenus de près ou de loin.

Nos pensées vont à tous les enseignants qui ont participé à notre formation.

DEDICACE

Avant tout l'éloge à dieu tout puissant pour tout ce qu'il m'a donné et de m'avoir accordé la force, le courage et la santé à fin de pouvoir accomplir ce travail.

Je dédie ce travail à mes parents, que je profite l'occasion à les remercier ;

Merci pour votre soutien inconditionnel et votre croyance en nous. Vous nous avez donné l'envie de faire des études, les moyens pour réussir ainsi que le courage pour faire et finir ce travail. Que dieu les protègent et leurs offrent une longue vie.

A mes très chères sœurs : Asia ,Manar,souhila ,Insaf, Hayat.

A mes très chers frères : Abd elhakim, Fares.

A toute la famille ASLI.

A ma proches amis : GUERROUDJ Salima qui a toujours été là pour moi, et son soutien

Nous sommes aussi reconnaissantes envers nos enseignants et nos camarades de promotion.

Merci à tous ceux qui nous ont aidés par un sourire, un mot, une attention. Tout simplement un grand merci pour tous ceux qui ont contribué à la réussite de ce travail.

ASLI Naïma

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Résumé

Synthèses Bibliographiques

Introduction

Chapitre I : Les plantes à fleurs (Angiospermes)

| | |
|--|----|
| 1-Les différents types de plantes | 4 |
| 1-a-Plantes herbacées | 4 |
| 1-b-Les plantes ligneuses | 4 |
| 1-b-1-Arbre | 4 |
| 1-b-2-Arbuste | 5 |
| 1-b-3-Arbrisseau | 5 |
| 1-b-4-Sous-Arbrisseau | 5 |
| 1-c-Les plantes annuelles | 5 |
| 1-d-Les plantes bisannuelles | 5 |
| 1-e-Les plantes vivaces | 6 |
| 2-La fleur des Angiospermes | 7 |
| 2-1-Le périanthe | 7 |
| 2-1-a-Le calice | 7 |
| 2-1-b-La corolle | 7 |
| 2-2-Les organes reproducteurs | 7 |
| 2-2-a-L'androcée | 7 |
| 2-2-b-Le gynécée | 7 |
| 3-Le nombre et la symétrie des pièces florales | 9 |
| 3-1-Nombre de pièces florales | 12 |
| 3-2-Position de l'ovaire | 13 |

Chapitre II : Les plantes mellifères et l'abeille domestique :

| | |
|--|----|
| I- Les plantes mellifères | 17 |
| I-1-Type de plantes mellifères | 17 |
| I-2-Importance de la flore mellifère | 17 |
| I-3-Plantes d'intérêt apicole | 18 |
| I-4-Variation de la production mellifère | 19 |
| I-4-1-Le butinage | 19 |
| I-4-2-Le sol | 19 |
| I-5-Les conditions météorologiques | 19 |
| I-5-1-La température | 19 |
| I-5-2-L'humidité de l'air | 19 |
| I-5-3-L'humidité du sol | 19 |
| I-5-4-La lumière | 20 |
| I-6-Les zones géographiques | 20 |

| | |
|---|----|
| I-6-1-L`altitude | 20 |
| I-6-2-La latitude | 20 |
| I-7-L`apiculture en Algérie | 20 |
| II-L`abeille domestique : | 23 |
| II-1- Organisation sociale et morphologique chez l`abeille domestique | 23 |
| II-1-1-Organisation sociale | 23 |
| II-1-1-a-Les ouvrières | 24 |
| II-1-1-b-La reine | 25 |
| II-1-1-c-Les mâles | 25 |
| II-2-La morphologie : | 26 |
| II-2-1-La tête | 26 |
| II-2-2-Le thorax | 27 |
| II-2-3-Le Abdomen | 27 |
| III-Aire de répartition de l`abeille : <i>Apis mellifera</i> | 27 |
| III-1-L`abeille Algérienne | 28 |
| III-1-a- <i>Apis mellifera intermissa</i> | 28 |
| III-1-b- <i>Apis mellifera sahariensis</i> | 28 |

Chapitre III : Produits de la ruche

| | |
|--|----|
| 1-La cire | 30 |
| 2-La propolis | 30 |
| 3-La gelée royale | 32 |
| 4-Le venin | 33 |
| 5-Le miel | 34 |
| 5-1-Elaboration du miel | 34 |
| 5-2-L`origine du miel | 36 |
| 5-2-A-Nectar | 36 |
| 5-2-B-Miellat | 38 |
| 5-3-Les types du miel | 39 |
| 5-3-1-Miel mono-floraux (miel cru) | 39 |
| 5-3-2-Miel poly-floraux (multi-floraux) | 39 |
| 5-3-3-Miel de miellat | 39 |
| 5-4-La qualité du miel | 40 |
| 5-5-La composition chimique du miel | 40 |
| 5-5-1-Le teneur en eau | 41 |
| 5-5-2-Les glucides | 41 |
| 5-5-3-Les acides organiques | 42 |
| 5-5-4-Protéines et acides aminés | 42 |
| 5-5-5-Des lipides | 42 |
| 5-5-6-Des matières minérale ou cendres | 42 |
| 5-5-7-Les enzymes | 43 |
| 5-5-8-Les vitamines | 43 |
| 5-5-9-Des substances aromatique volatiles | 44 |
| 5-5-10-Les graines de pollen et des pigments | 44 |
| 5-5-11-Des facteurs antibiotique naturels | 44 |

| | |
|---------------------------------------|----|
| 5-5-12-Hydroxy-Méthyle-furfural (HMF) | 45 |
| 5-6-Les propriétés biologique du miel | 45 |
| 5-6-1-propriétés nutritionnelles | 45 |
| 5-6-2-propriétés antibactérienne | 45 |
| 5-6-3-propriétés anti-inflammatoire | 46 |
| 5-6-4-propriétés antioxydantes | 46 |

Chapitre IV : Analyses polliniques du miel

| | |
|---|----|
| 1-Mélistopolynologie | 47 |
| 2-Principes de l`analyse pollinique | 47 |
| 3-Techniques | 47 |
| 3-a-Méthode de LOUVEAUX 1970 | 48 |
| 3-b-Méthode par acétoylse | 48 |
| 4-Identification des grains de pollen | 50 |
| 5-Dénombrement | 51 |
| 5-1-Pollens dominants et principaux | 51 |
| 5-2-Pollens d`accompagnement | 51 |
| 5-3-Pollens isolés importants | 51 |
| 5-4-Pollens isolés ou rares | 51 |
| 6-Interprétation des résultats | 51 |
| 7-Origine des pollens dans le miel | 52 |
| 7-1-Intérêts de l`analyse pollinique | 53 |
| 7-1-1-Contrôle des appellations | 53 |
| 7-1-2-Dilution des miels | 53 |
| 7-1-3-Mélanges de miels | 53 |
| 7-1-4-Propreté du miel | 54 |
| 7-1-5-Conservation du miel | 54 |
| 7-1-6-Identification de la plante incriminée dans la toxicité d`un miel | 54 |
| 7-2-Limites | 54 |
| Conclusion | 55 |
| Références bibliographiques | |

Liste des tableaux

| | | |
|---------------------|---|--------------------|
| Tableau 01 : | Résumé des caractères distinctifs de l'appareil végétatif et de la fleur des spermaphytes | Page 14 |
| Tableau 02 : | Les vitamines dans le miel, en mg /100g | 43 |

| | Page |
|---|-------------|
| Figure 1: Structure générale d'une plante à fleur | 3 |
| Figure 2: Taille des plantes ligneuses. | 5 |
| Figure 3: Plantes annuelles et vivaces; en printemps et hiver | 6 |
| Figure 4: Coupe schématique | 8 |
| Figure 5: Carpelles libres et soudés | |
| Figure 6: Fleurs unisexuées | 9 |
| Figure 7: Répartition des sexes chez les Angiospermes | 10 |
| Figure 8: Types de calices et de corolles | 10 |
| Figure 9 : Principaux formes de corolles | 11 |
| Figure 10 : principaux forme de calices | 11 |
| Figure 11: Types de symétrie florale | 12 |
| Figure 12: Nombre de pièces florales par verticille | 13 |
| Figure 13: Position de l'ovaire (a , supère; b , semi-infère; c , infère). | 13 |
| Figure 14 : Quelques exemples des plantes mellifères Algériennes : | 22 |
| Figure 15 : Les trois cycles de vie dans une ruche | 24 |
| Figure16: Les 3 types d'abeilles qui habitent la ruche | 25 |
| Figure17 : La composition de corps de l'abeille | 26 |
| Figure 18 : L'aire naturelle de répartition de l'abeille domestique | 28 |
| Figure 19 : Production de la cire par une abeille. | 30 |
| Figure 20 : La propolis | 31 |
| Figure 21: Larves baignant dans la gelée royale. | 32 |
| Figure 22: Le venin d'abeille | 33 |
| Figure 23 : L'abeille butinant une fleur de | 34 |
| Figure 24 : L'abeille butinant une fleur de tournesol | 34 |
| Figure25: Les phases d'élaboration du miel | 36 |
| Figure 26 : Localisation du nectaire extra-floral | 37 |
| Figure27: Localisation du nectaire floral dans la fleur. | 37 |
| Figure 28 : Puceron avec la goutte de Miellat | 38 |
| Figure29 : Protocole d'extraction du pollen pour son observation | 50 |
| Figure 30 : Quelques types polliniques identifiés dans le miel de jujubier. | 52 |

Résumé

Ce travail a été réalisé dans des conditions particulières liées au Covid 19, pour cette raison nous avons fait seulement la partie théorique. Ce mémoire comprenait à l'étude des plantes à fleurs, l'abeille domestique, et les plantes à fleurs, les produit de ruche, principalement le miel avec ses compositions et ses propriétés; ainsi que l'analyses polliniques du miel.

Mots clés : Algérie, abeille, plantes mellifères, pollen, miel

الملخص:

تم تنفيذ هذا العمل في ظل ظروف خاصة مرتبطة بكوفيد 19، ولهذا السبب قمنا فقط بإنجاز الجزء النظري. تضمنت هذه الرسالة دراسة النباتات الزهرية ونحل العسل، النباتات المزهرة ومنتجات الخلية وخاصة العسل بتركيبته وخصائصه، وكذلك تحليل حبوب اللقاح في العسل.
الكلمات المفتاحية: الجزائر، النحل، النباتات العسلية، حبوب لقاح، العسل

Abstract :

This work was carried out under special conditions linked to Covid 19, for this reason we only did the theoretical part. This dissertation included in the study of flowering plants, honey bee, and melliferous plants, beehive products, mainly honey with its compositions and properties; as well as pollen analyzes of honey.

Keywords: Algeria, bee, melliferous plants, pollen, honey.

Introduction

Introduction :

Le miel est un produit naturel qui a accompagné l'homme depuis la plus haute antiquité. Cet élixir précieux est élaboré par les abeilles de l'espèce *Apis mellifera* à partir du nectar des fleurs aussi bien que du miellat. Le miel est une solution hautement concentrée en sucres, dont les principaux sont le fructose et le glucose. Il renferme aussi une large gamme de composés mineurs tels que les minéraux, les protéines, les vitamines, les acides organiques, les flavonoïdes, les caroténoïdes ... (Azeredo et al, 2003)

De la diversité de la flore mellifique, il ya différents miels qui se distinguent par leur composition, directement dépendante de l'origine du nectar et du miellat, le climat, les conditions environnementales et la compétence des apiculteurs (KüçüK et al 2007).

Dans les relations entre les abeilles et les plantes la récolte du pollen constitue l'élément essentiel. Elle est étudiée du point de vue quantitatif et du point de vue qualitatif. Les choix opérés par les abeilles au sein d'une flore sont sous la dépendance de stimuli sensoriels ainsi que de facteurs trophiques et de facteurs génétiques. L'étude du comportement de récolte du pollen est liée à celle de la pollinisation. L'abeille est utilisable comme indicateur biologique par l'intermédiaire des pollens qu'elle récolte.

En Algérie, la production des miels reste très inférieure par rapport aux potentialités mellifères existantes. La douceur relative du climat, et la présence des ressources naturelles très variées des zones rurales du littoral ainsi des zones steppiques pourrait pourtant nous offrir la possibilité de développer la production nationale des miels, et d'éviter par ailleurs les importations massives en cette matière surtout en absence des normes nationales de qualité, ce qui favorise les fraudes et engendre une dévaluation des miels de terroir face à ceux importés.

Les miels Algériens portent des noms différents attribués par les apiculteurs. Donner un nom au miel est une forme de valorisation mais ce nom doit être authentique, c'est-à-dire exprimant l'origine principale du nectar ou reflétant l'originalité géographique. Une bonne connaissance des types de miels constitue la base essentielle d'une commercialisation rationnelle. La définition des miels monofloraux en particulier reste difficile; classiquement, elle est basée sur l'utilisation d'un ensemble d'analyses portant sur les caractéristiques polliniques les propriétés physico-chimiques et les propriétés organoleptiques.

L'analyse des pollens du miel ou melisso-palynologie est de la plus grande importance pour le contrôle de la qualité du miel (Terrale et al 2002). Le problème de la détermination de

L'origine botanique des miels est trop complexe pour être, dans tous les cas, résolu par l'utilisation d'un seul critère. L'analyse pollinique associée à de nombreux éléments d'ordre physicochimique permet d'émettre sur l'origine botanique un jugement d'ensemble valable. La caractérisation de l'appellation du miel est fondée à la fois sur des analyses physico-chimiques, polliniques et organoleptiques.

Différentes méthodes d'analyse sont aujourd'hui accessibles à l'apiculteur, professionnel ou amateur. Elles lui permettent de vérifier la qualité du miel qu'il commercialise ou qu'il partage avec son entourage. Ces contrôles, qu'ils soient réalisés par des laboratoires spécialisés, sont importants dans la mesure où, dans une démarche de qualité, ils incitent l'éleveur à améliorer ses pratiques apicoles et ainsi à renforcer la bonne image du miel vis-à-vis du consommateur.

Chapitre I :
Les plantes à fleurs (Angiospermes)

Chapitre I : Les plantes à fleurs (Angiospermes):

(Cette partie est réalisée à partir de support des travaux pratiques de biologie végétale, Zerrouk, 2018).

Le terme « angiosperme » provient du grec aggeion signifiant « capsule » et sperma signifiant « semence ».

Les angiospermes sont des végétaux dont les organes reproducteurs sont condensés en une fleur et dont les graines fécondées sont enfermées dans un fruit (**figure 1**).

Seul le sous-embranchement des Angiospermes est caractérisé par la présence de fleurs qui après la reproduction se transforment en fruits.

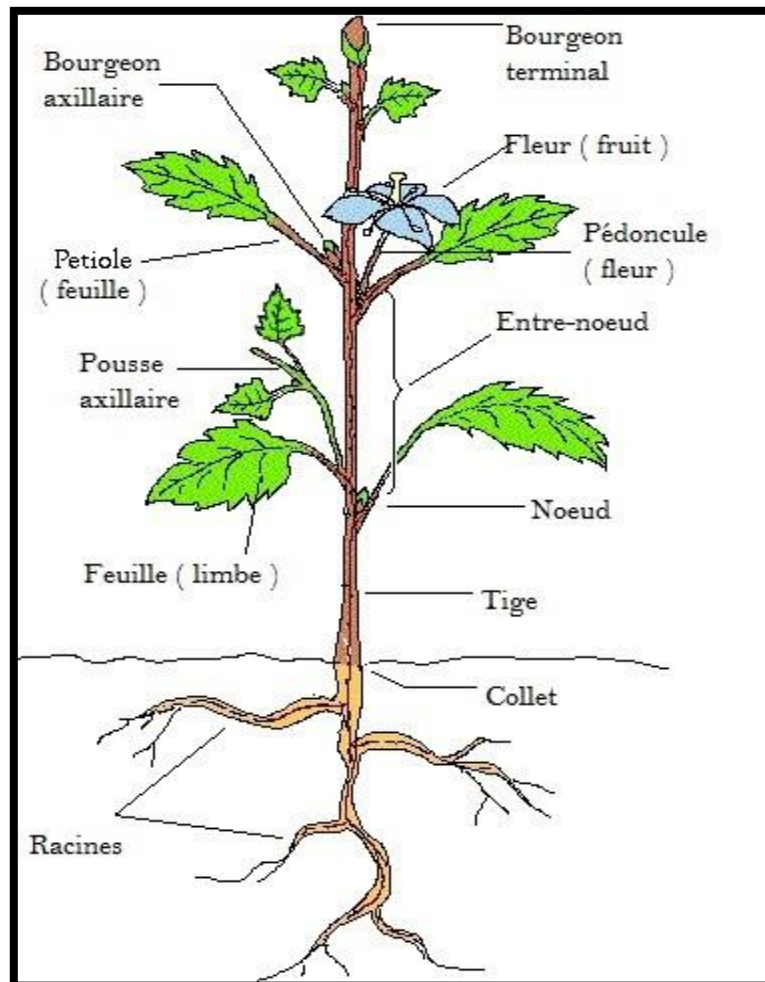


Figure 1: Structure générale d'une plante à fleur.

On distingue habituellement deux classes de plantes à fleurs : les monocotylédones et les dicotylédones. Ces deux groupes présentent de nombreux caractères distinctifs. La graine des monocotylédones ne possède qu'une seule feuille embryonnaire (cotylédon), contre deux chez les dicotylédones.

Les monocotylédones sont généralement des plantes herbacées, comme les céréales, les tulipes et les orchidées. Quelques espèces sont arborescentes : le palmier, par exemple, n'est pas un arbre, car il ne contient pas de bois, mais sa forme et sa taille lui donnent l'aspect d'un arbre. Plus des trois quarts des plantes à fleurs sont des dicotylédones.

1- Les différents types de plantes :

Il existe différents critères permettant de classer les plantes; suivant leur consistance on distingue les plantes herbacées et les plantes ligneuses. En fonction de leur durée de vie, on distingue les plantes annuelles, bisannuelles et les plantes vivaces.

1-a-Plantes herbacées :

Celles dont la tige et les branches, ne produisant pas de bois, généralement périssent après quelques mois de végétation.

Sur le plan botanique, les palmiers formant un stipe et non un tronc, sont des plantes herbacées, tout comme les bananiers ou encore les bambous. Ces plantes à grand développement pour certaines espèces restent malgré tout des herbacées.

1-b-Les plantes ligneuses :

Une plante ligneuse est une plante qui fabrique en grande quantité des lignines, macromolécules organiques donnant à la plante sa solidité, et dont le bois est le principal matériau de structure : en effet, les lignines sont avec la cellulose les constituants essentiels du bois (aussi appelé xylème secondaire)

Les plantes ligneuses sont classées selon leur taille et leur ramification (figure 2).

1-b-1-Arbre : est une plante ligneuse capable de se développer en hauteur grâce à une structure formant un tronc qui se ramifie pour former des branches et des rameaux (ramifications ultimes).

1-b-2-Arbuste : est une plante ligneuse d'une taille inférieure à 8 m et à tronc marqué.

1-b-3-Arbrisseau : est souvent considéré comme synonyme d'arbuste, mais il s'en distingue ** par l'absence de tronc. La ramification se fait dès la base.

1-b-4-Sous-arbrisseau : est une plante constituée d'une base ligneuse surmontée de rameaux herbacés qui dépérissent chaque année et ne dépassant habituellement pas les 50 cm .

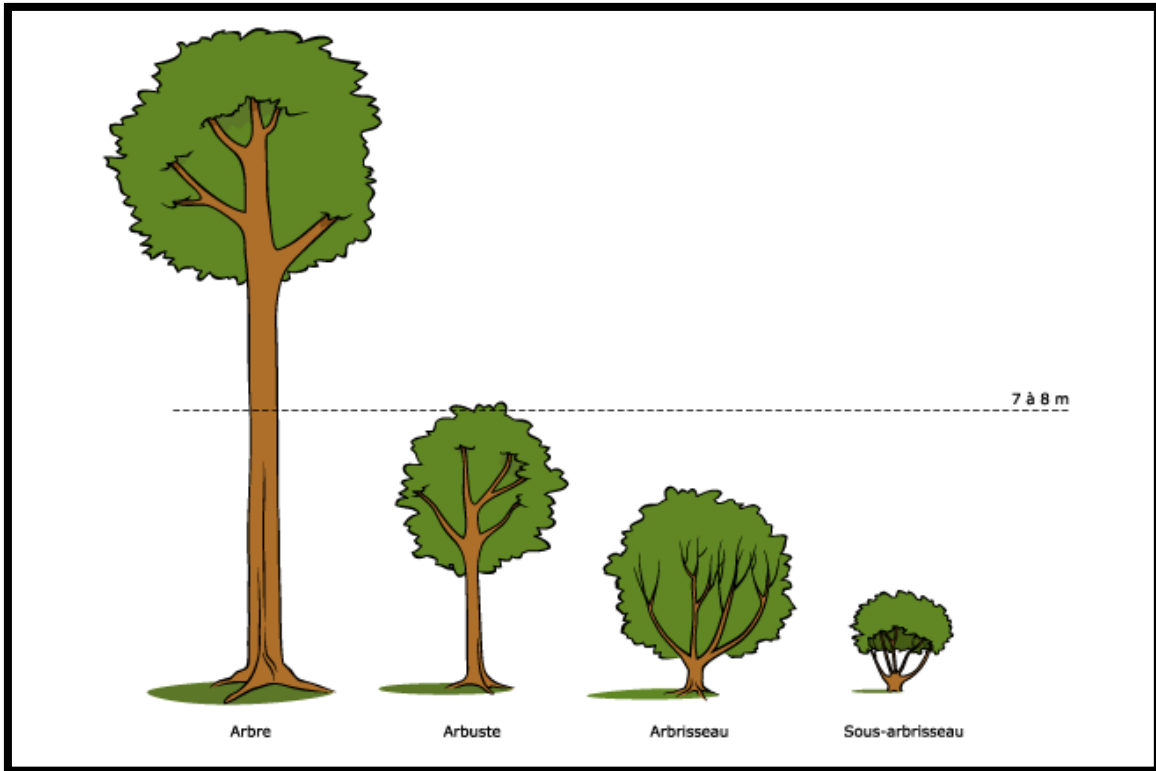


Figure : 2: Taille des plantes ligneuses.

1-c-Les plantes annuelles:

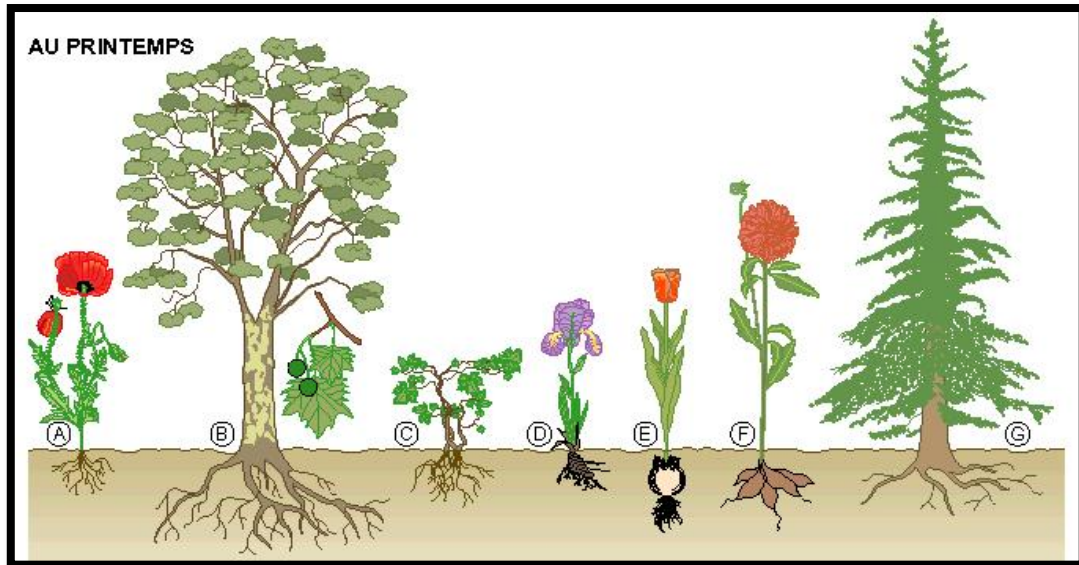
Les plantes annuelles meurent à la fin de la saison et disparaissent complètement à l'exception des graines (**figure 3**). Celles-ci germeront, le plus souvent, à la saison suivante ou bien, si les conditions seront peu favorables, resteront en dormance jusqu'à ce que les conditions redeviennent propices à la croissance de la plante.

1-d-Les plantes bisannuelles:

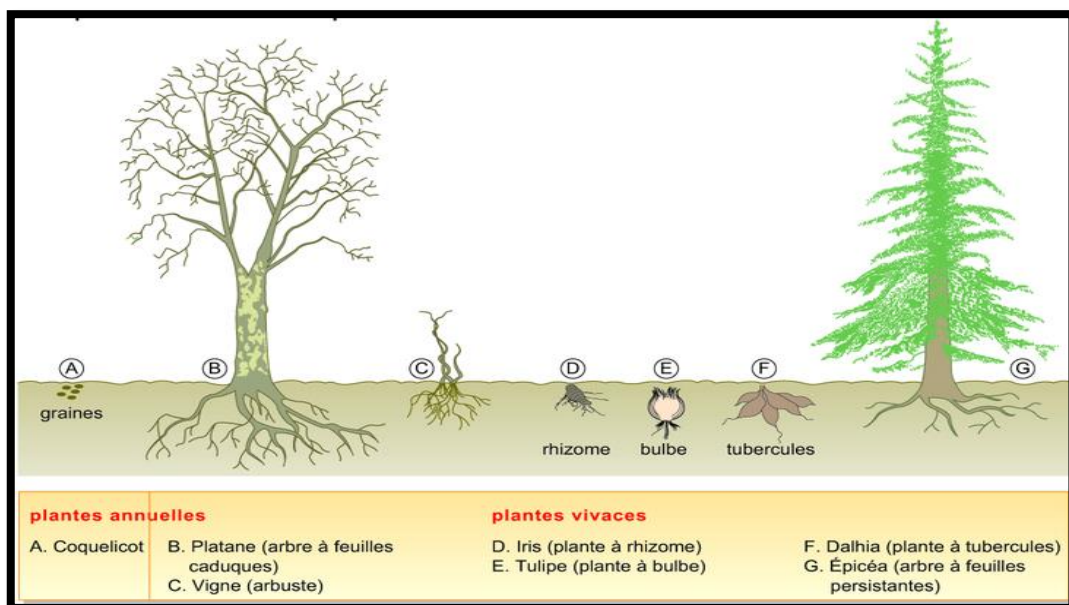
Sont des plantes chez lesquelles la floraison intervient à la fin de la deuxième année. La première année est consacrée au développement végétatif de la plante et au stockage de réserves. Grâce à ces réserves, la plante va fleurir et produire des graines, à la suite de quoi, elle meure.

1-e-Les plantes vivaces:

Les plantes vivaces ou pérennes sont des plantes chez lesquelles la durée de vie est de plusieurs années, la floraison et la production de graines n'entraînent pas nécessairement la mort de la plante (**figure 3**). On pourra observer plusieurs cycles de végétation complets.



(1)



(2)

Figure 3: Plantes annuelles et vivaces; en printemps (1) et en hiver (2).

2-La fleur des Angiospermes:

La fleur est l'organe caractéristique des plantes à fleurs. Elle résulte de la spécialisation d'un rameau feuillé dans la fonction de reproduction de la plante.

Classiquement, la fleur d'angiosperme est constituée d'un ensemble de **pièces florales** (**figure 4**) fixées sur l'extrémité élargie ou **réceptacle** floral, d'un axe nommé **pédicelle** floral. Le pédicelle floral est lui-même inséré sur une tige à l'aisselle d'une feuille modifiée (plus petite et plus coriace que les feuilles normales) appelée **bractée** (**figure 4**).

La fleur type d'angiosperme est de quatre verticilles ou groupes de pièces florales rangées en cercle autour d'un axe. Ces quatre verticilles sont scindés en deux catégories :

2-1-Le périanthe : Ensemble de pièces stériles, ou enveloppe florale, composé de deux verticilles (**figure4**)

a-Le calice: formé par l'ensemble des **sépales**, pièces souvent verdâtres d'aspect foliacé, situé à la base de la fleur ;

b-La corolle: formée par l'ensemble des **pétales** souvent vivement colorés. Les pétales sont situés au-dessus des sépales.

2-2-Les organes reproducteurs : ou pièces fertiles directement impliqués dans la reproduction et composés également de deux verticilles (**figure 4**) :

a)- L'androcée, organe reproducteur mâle de la plante, formé par l'ensemble des **étamines** disposées en spirales ou en verticilles sur le réceptacle. Chaque étamine est elle-même subdivisée en un filet et une anthère libérant le pollen à maturité. L'anthère est constituée de deux thèques comportant chacune deux loges polliniques où est enfermé le pollen ;

b)- Le gynécée ou pistil, organe reproducteur femelle de la plante, formé par un ou plusieurs **carpelles**. Chaque carpelle est composé :

- ✚ d'une partie renflée et creuse (**l'ovaire**) renfermant l'(les) **ovule** (s) ;
- ✚ d'un **style** prolongeant l'ovaire ;
- ✚ d'un **stigmate** coiffant le style et permettant de retenir le pollen.

Le gynécée peut être formé d'un ou de plusieurs carpelles soudés ou libres :

- Le gynécée est formé d'un seul carpelle (**figure 5a**). On l'appelle le pistil. Dans ce cas, gynécée, carpelle et pistil désignent le même objet;
- Le gynécée est formé de plusieurs carpelles libres entre eux (**figure 5b**);
- Le gynécée est formé de plusieurs carpelles soudés (**figure 5c**). On l'appelle aussi le pistil.

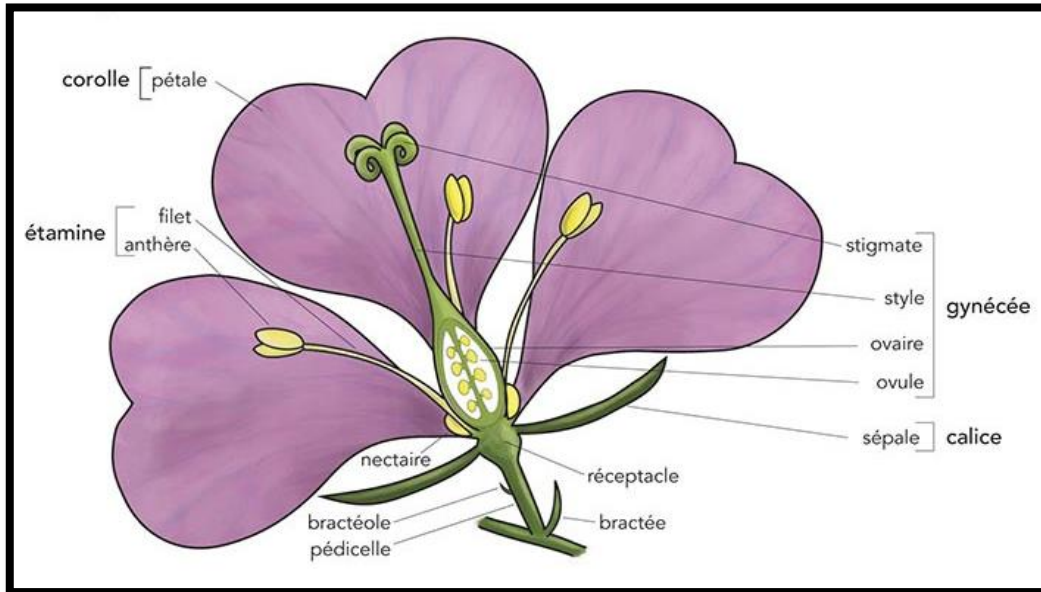


Figure 4: Coupe schématique d'une fleur complète.

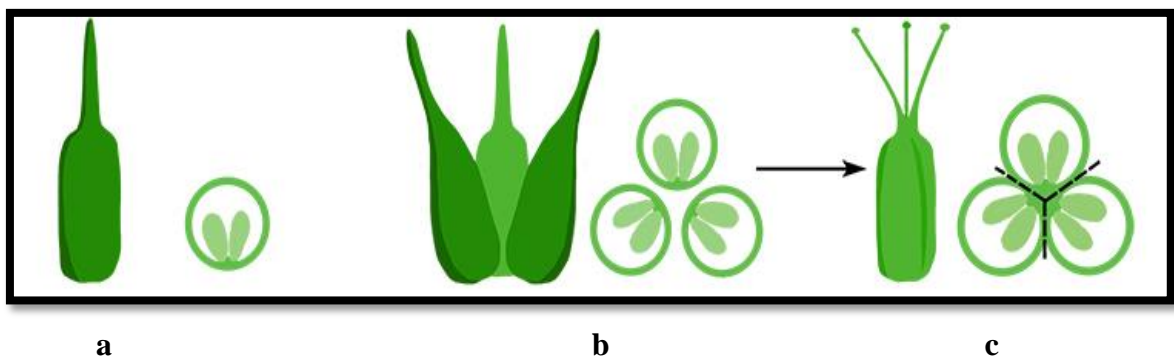


Figure 5: Carpelles libres et soudés: a : Un seul carpelle , b : 3 carpelles libres (Dialycarpelles) , c : 3 carpelles soudés(Gamocarpelles)

3-Le nombre et la symétrie des pièces florales:

La structure de la fleur présente une grande diversité. Par exemple, le lieu d'insertion des pièces florales permet de distinguer :

- La fleur **complète** : si elle est composée des quatre types de pièces: sépales, pétales, étamines et carpelles.
- La fleur **incomplète** : chez laquelle manque au moins l'une de ces pièces florales citée au dessus.
- La fleur **unisexuée**: ne possédant que l'androcée (**fleur staminée** appelée aussi **fleur mâle**), ou le gynécée (**fleur pistillée** ou **fleur femelle**) (**figure 6**).

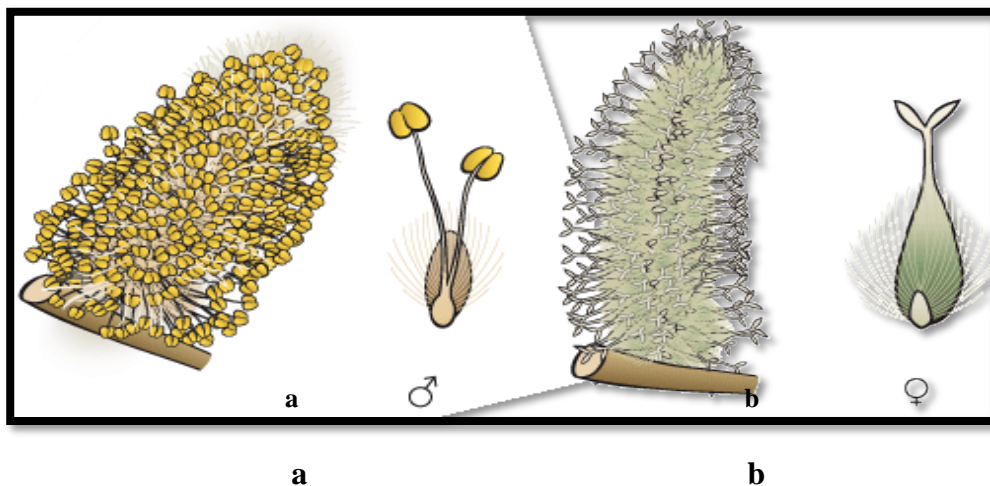


Figure 6: Fleurs unisexuées: **a**, staminée - **b**, pistillée .

- La fleur **hermaphrodite**: possédant à la fois l'androcée et le gynécée (**figure 7 a**);
- Une plante est **monoïque** quand elle ne produit que des fleurs unisexuées mais chaque individu porte à la fois des fleurs mâles et femelles (**figure 7 b**). C'est le cas du noisetier, du bouleau, de l'aulne, du maïs et du ricin.
- Une plante est **dioïque**, si chaque individu ne porte que des fleurs mâles ou des fleurs femelles (**figure 7 c**) comme le palmier dattier.

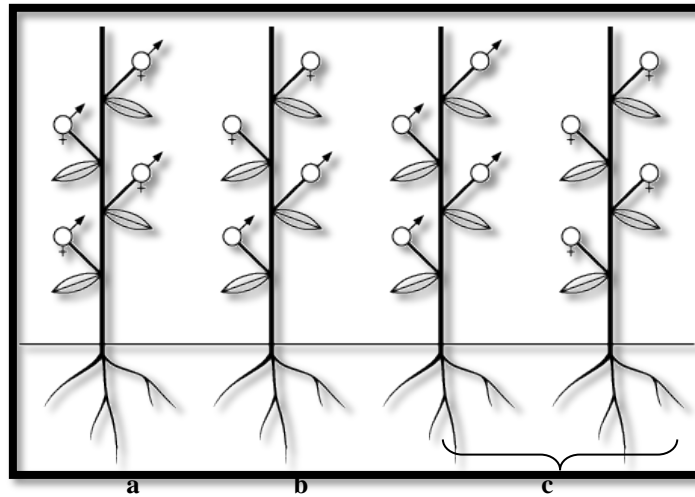


Figure 7: Répartition des sexes chez les Angiospermes : **a.** plante à fleurs hermaphrodites - **b.** plante monoïque - **c.** plantes dioïques.

Ainsi pour des variations au niveau du périanthe on parlera :

- De **tépales**, quand les pétales et les sépales sont de forme et de coloration identiques (cas de la tulipe ou du colchique) ;
- Les sépales sont libres (calice **dialysépale**) ou soudés entre eux (calice **gamosépale**) (figure 8, 9).
- Les pétales sont libres (corolle **dialypétale**) ou soudés entre eux (corolle **gamopétale**) (figure 8, 10).

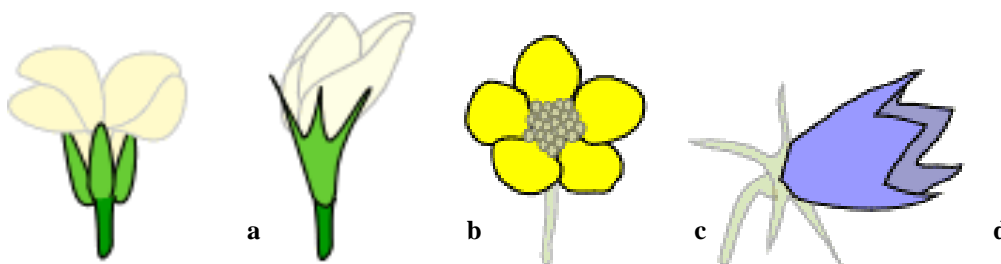


Figure 8: Types de calices et de corolles

a) calice à sépales libres, **b)** calice à sépales soudés , **c)** corolle à pétales libres , **d)** corolle à pétales soudées.

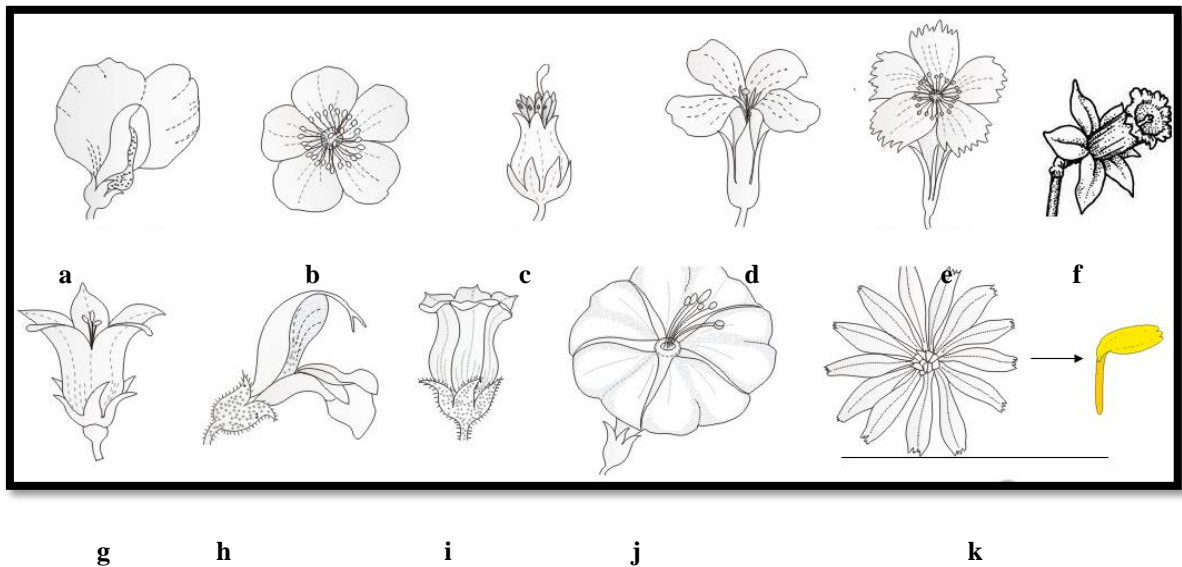


Figure 9 : Principaux formes de corolles: **a-** papilionacée, **b-** rosacée, **c-** urcéolée, **d-** cruciforme, **e-** caryophyllée, **f-** trompette, **g-** campanulée, **h-** labiée, **i-** tubulée, **j-** infundibuliforme, **k-** ligulée.

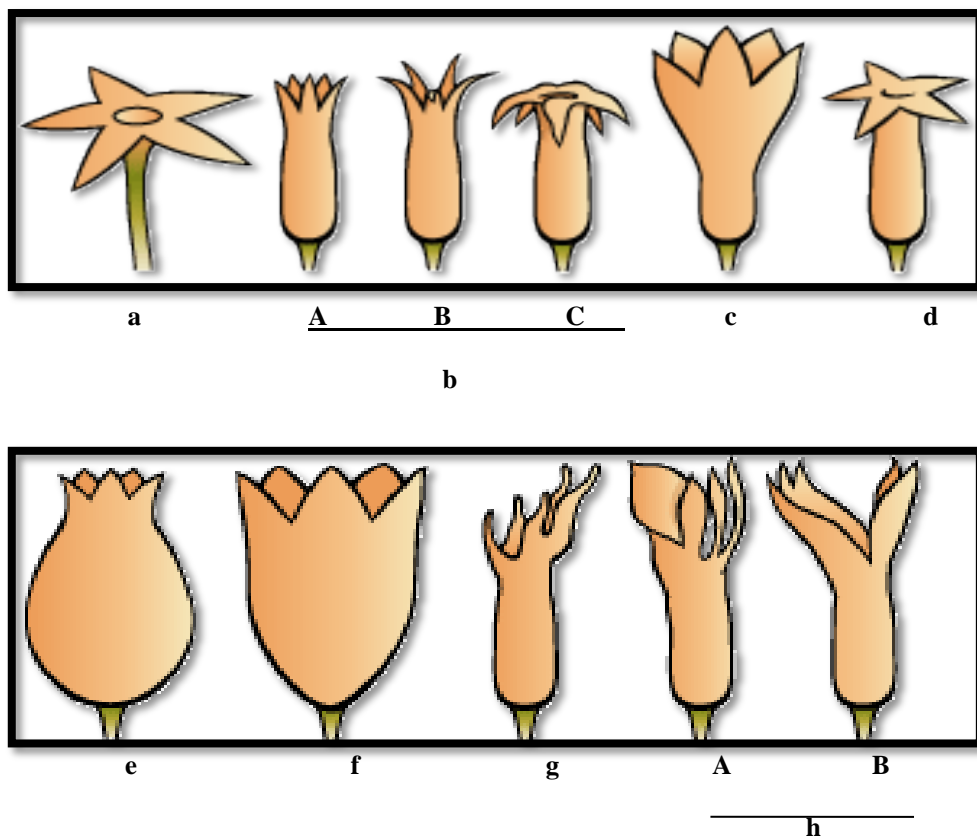


Figure 10 : principales formes de calices.

a, étoilé; **b,** tubuleux (A, à dents dressées; B, à dents étalées; C, à dents réfléchies); **c,** infundibuliforme; **d,** hypocratériforme; **e,** urcéolé; **f,** campanulé; **g,** urcéolé-bilabié; **h,**

bilabié (A, à lèvre supérieure entière et lèvre inférieure trilobée; B, à lèvre supérieure trilobée et lèvre inférieure bilobée).

- de fleur **actinomorphe**, quand elle est régulière, c'est-à-dire quand elle présente une symétrie radiale (**figure 11 a**);
- de fleur **zygomorphe**, quand elle est irrégulière et présente un plan de symétrie, généralement antéro-postérieur comme chez l'aconit (**figure 11 b**);
- de fleur **asymétrique**, quand elle est dépourvue de tout plan de symétrie (la valériane).

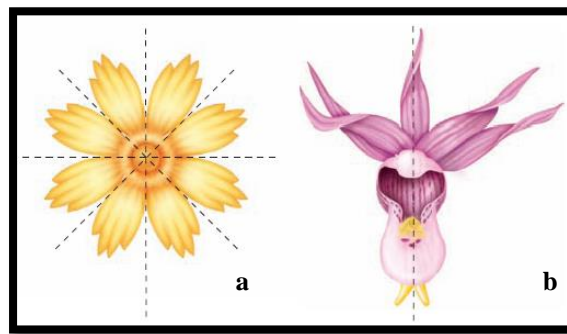


Figure 11: Types de symétrie florale, (a) actinomorphe, (b) zygomorphe.

3-1- Nombre de pièces florales:

Le nombre de pièces florales par verticille varie également (**figure 12**). On distingue les fleurs à:

- 3 sépales, 3 pétales et 3 étamines (ou leurs multiples: 6, 9, 18, 21, 27, etc), elle est dite **trimère**,
- 4 sépales, 4 pétales et 4 étamines (ou leurs multiples: 8, 12, 16, 24, 28, etc), elle est dite **tétramère**,
- 5 sépales, 5 pétales et 5 étamines (ou leurs multiples: 10, 15, 20, 25, 30, etc), elle est dite **pentamère**,
- un nombre indéterminé de ses pièces florales, elle est dite **polymère**.

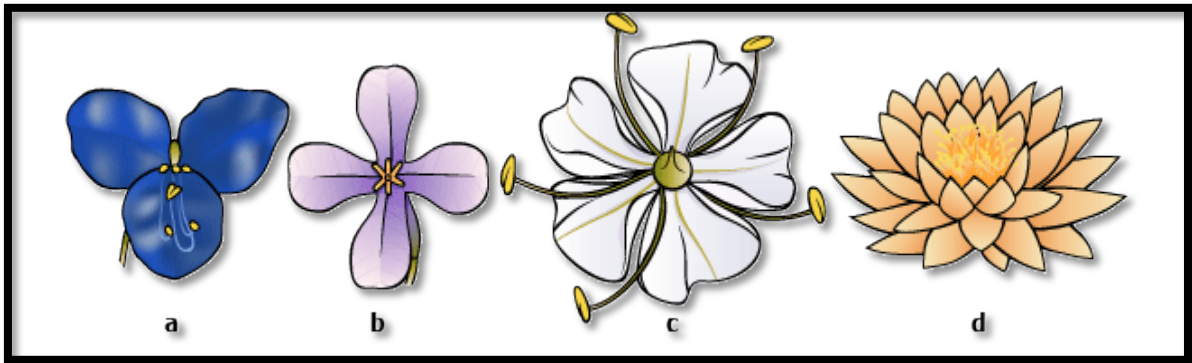


Figure 12: Nombre de pièces florales par verticille; **a**, trimère; **b**, tétramère; **c**, pentamère; **d**, polymère.

3-2- Position de l'ovaire:

Dans les fleurs, l'ovaire peut se trouver au-dessus, entre ou au-dessous de la zone d'insertion des autres pièces florales. S'il est situé au-dessus, il s'agit d'un ovaire supère. S'il se situe à mi-hauteur des pièces florales, il s'agit d'un ovaire semi-infère. S'il se trouve sous les pièces florales, il s'agit d'un ovaire infère (**figure 13**).

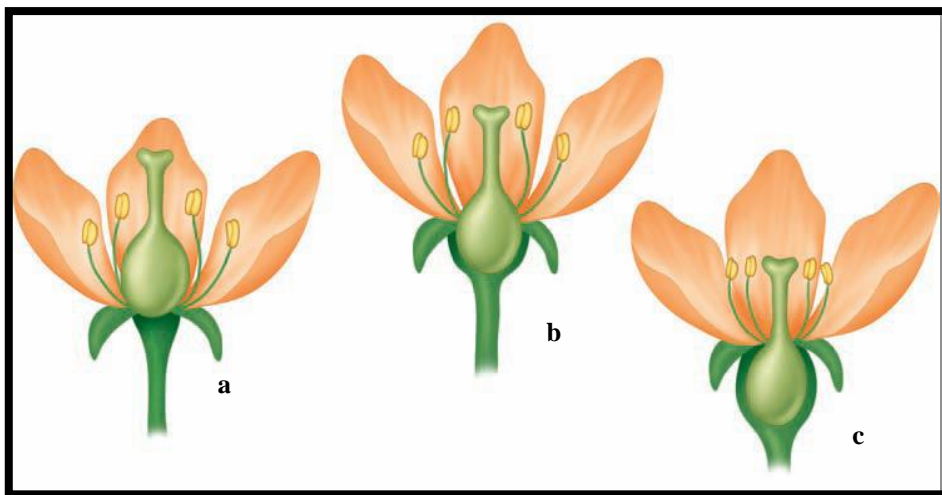
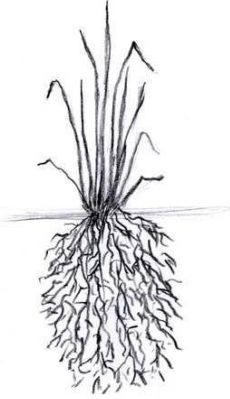


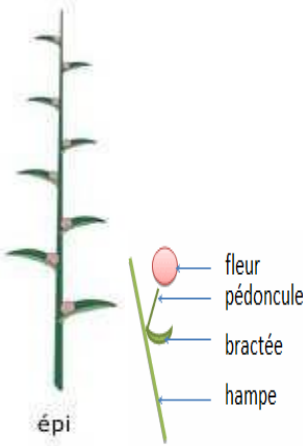

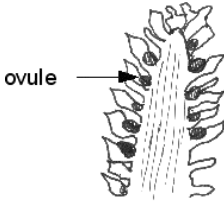
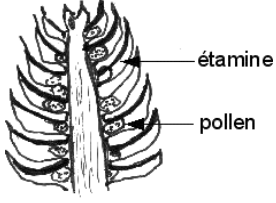


Figure 13: Position de l'ovaire (a, supère; b, semi-infère; c, infère).

Tableau 1 : Résumé des caractères distinctifs de l'appareil végétatif et de la fleur des Spermaphytes.

| | | Angiospermes Monocotylédones | Angiospermes Dicotylédones | Gymnospermes |
|---------------------------|-----------------|---|--|--|
| Type biologique | | - Herbacées vivaces (sauf bambous). -Le stipe (cas particulier) | - Herbacées -Ligneuses | -Ligneuses |
| Appareil végétatif | Tige | - Rarement ramifiée, - Tige (chaume) cylindrique à nœuds marqués et pleins. - Absence d'un véritable tronc. - La tige conserve le même diamètre toute sa vie (pas de formations secondaires) | - Ramifiée, - Dressée, rampante ou grimpante. -La tige croît en épaisseur avec l'âge | - Dressée qui atteint parfois une très grande hauteur et qui s'épaissit chaque année. |
| | Feuilles | Pétiole | - Absent dans de nombreux cas - Présence d'une gaine très développée enveloppant la tige et parfois d'une ligule à la jonction de la gaine et du limbe. | - Présent, Stipules généralement bien développées à la base du pétiole. |
| | | | Limbe | - Presque toujours entier (simple) et allongé. |
| | | | | Euphylls (vraies feuilles) : feuilles réduites en écailles, dures et non chlorophylliennes à durée de vie très courte. Pseudophylls (fausses feuilles) : feuilles longues très fines (en aiguilles), chlorophylliennes, |

| | Nervatioonon | Le plus souvent parallèle | -En réseau (ramifiée), le plus souvent pennée ou parfois Palmée. | disposées par 2 ou 3 à l'extrémité des rameaux. |
|----------------|--------------|--|--|--|
| Racines | |  <p>système racinaire fasciculé</p> |  <p>Système racinaire pivotant</p> |  <p>Système racinaire mixte (Leurs racines atteignent une grande longueur et prennent également des formations secondaires annuelles)</p> |

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--|--|---|
| Appareil reproducteur | Fleur | <p>- Fondamentalement trimères (pièces florales organisées en multiples de trois : 3 sépales, 3 pétales, 2 × 3 étamines, 3 carpelles)</p> <p>- inflorescences en épis (fleurs sessiles directement insérées sur l'axe de l'inflorescence)</p>  <p style="text-align: center;">épi</p> | <p>- Fleurs Tétramères ou Pentamères (pièces florales organisées en multiples de quatre ou de cinq)</p> <p>- Inflorescences en grappes ou dérivées de grappes</p>  <p style="text-align: center;">grappe</p> | <p>Fleurs(cônes) généralement unisexuées monoïques, quelques fois dioïques.</p>  <p style="text-align: center;">Cône femelle</p>  <p style="text-align: center;">Cône mâle</p> |
|------------------------------|--------------|--|--|---|

Chapitre II :

Les plantes mellifères et l'abeille domestique

Chapitre II : Les plantes mellifères et l'abeille domestique

I- Les plantes mellifères

La désignation de plante mellifère est attribuée à toutes les plantes qui produisent le nectar ou permettent la fabrication du miellat. Nectar et miellat étant ensuite récoltés par les butineuses puis transformés en miel. Par extension, le terme désigne également les plantes utiles aux abeilles et exploitables en apiculture, c'est-à-dire, les plantes qui fournissent aussi le pollen et la propolis (**Homrani, 2020**).

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

I-1-Type de plantes mellifères :

La plupart des plantes mellifères sont soit **nectarifères** (qui produisent du nectar, transformé en miel par les abeilles (réserve de glucides), soit **pollinifères** (qui produisent du pollen, collecté par les abeilles (réserve de protéine) ou soit les deux.

Par contre, de nombreuses plantes nectarifères et/ou pollinifères ne sont pas mellifères. Soit leur nectar et leur pollen ne semblent pas intéresser les abeilles ou soit elles n'y ont pas accès. Par exemple, sur la certaine d'espèces d'orchidées indigènes présentes dans les forêts réunionnaises, seules 5% ont une forme florale qui permette aux abeilles de butiner leur nectar (**Micheneau , 2005**).

Un plus petit nombre d'espèces mellifères sont connues pour leur sécrétion de propolis (résine végétale sécrétée par certains arbres) ou pour être une plante hôte d'insectes produisant du miellat.

I-2-Importance de la flore mellifère

De vue alimentaire, les abeilles dépendent exclusivement de monde végétal. Il convient toujours de prendre en compte les totalités des produits qu'il fournit si l'on veut apprécier correctement l'intérêt d'une plante quelle qu'elle soit pour les abeilles (**Bray, 2005**).

A titre d'exemple, le coquelicot (*Papaver rhoas*) dépourvu de nectaires fonctionnels ne donne nullement de nectar, mais c'est une plante importante pour les abeilles, car elle

apporte une quantité importante en pollen de très bonne qualité. Aussi, le peuplier (*Populus sp.*) ne produit pas de nectar et certainement pas de miellat significatif, est pourtant une plante importante pour les abeilles. Il offre en abondance de la propolis. Ces deux exemples confirment que l'abeille exploite rationnellement et systématiquement une fleur bien précise (**Berkani, 2008**).

I-3- Plantes d'intérêt apicole

L'intérêt apicole d'une plante représente son potentiel en ressource exploitable par les abeilles : le pollen (pollinifère) et le nectar (nectarifère).

D'une manière générale, le nombre d'espèces végétales utilisées par les abeilles est très faible si on compare au nombre d'espèces présentes en un lieu. Les plantes les plus utilisées sont généralement des plantes communes (**Chauvin, 1968**)

En Algérie, l'étude des plantes mellifères est encore très peu avancée et ce malgré son intérêt pratique et ses retombées économiques et sociales.

Dans une étude réalisée par **Chefrou (2008)**, le nombre total des taxons identifiés est égal à 378 taxons inventoriés dans les miels Algériens, appartenant à 56 familles botaniques.

Dans une autre étude réalisée par **Zerrouk (2014)**, le nombre total des taxons identifiés est égal à 157 taxons inventoriés dans les miels de quatre régions en Algérie (Laghouat, Djelfa, Médéa et Blida), appartenant à 60 familles botaniques.

En Belgique, sur plus de 1600 plantes à fleur que comporte la flore indigène, 600 plantes sont nectarifères et 400 sont pollinifères. D'un point de vue production, une trentaine peut participer significativement à une miellée (période de l'année où l'offre de nectar est importante et permet aux abeilles de fabriquer du miel) ou un apport conséquent de pollen (**Clement, 2011**).

En France métropolitaine, sur 4 000 à 4 500 espèces de plantes à fleurs, 450 sont considérées comme mellifères et une trentaine sont de première importance et apportent des miellées significatives (**Minh-hà Pham-Delégue, 1999**).

I-4-Variation de la production mellifère :

Plusieurs facteurs du milieu avoir un effet prépondérant sur la production et qui sont les suivants :

4-1-Le butinage

Selon **Rabiet, 1981** et **1986**, la production de nectar augmente avec l'intensité du butinage. Plus une fleur est visitée plus elle produit du nectar. En effet, une fleur butinée voit toujours sa production nectarifère augmenter, d'où l'intensité du butinage est de règle.

4-2-Le sol

Chesnais, 2004, démontrent que la texture du sol influence énormément sur l'intensité de la sécrétion nectarifère en prenant l'exemple du sainfoin. Cette plante est plus mellifère dans les terrains calcaires que dans les terrains sablonneux. Par contre la moutarde blanche (*Sinapis al, ba*) est mellifère sur les terrains calcaires et sablonneux et elle est moindre sur un sol argileux.

5-Les conditions météorologiques

5-1-La température

C'est un facteur limitant de la sécrétion nectarifère. L'activité nectarifère n'a lieu qu'à des températures de 15°C à 20°C chez l'abricotier et l'acacia. Pour ce qui concerne le sainfoin d'Espagne par exemple dans la région de Zighout Youcef (Constantine) sa sécrétion nectarifère ne commence qu'à partir de 12°C (**Laurent, 1986**).

5-2- L'humidité du l'air

Le volume du nectar peut augmenter ou diminuer suivant l'état hygrométrique de l'air. La sécheresse entraîne une réduction de la sécrétion du nectar de la plante. Le gel peut limiter, en partie ou en totalité la floraison. C'est un inconvénient particulièrement redouté par les agriculteurs en général et par les apiculteurs en particulier (**Berkani, 2008**).

5-3-L'humidité du sol

Selon **Louveaux (1975)**, l'humidité du sol agit différemment sur les plantes et selon leur physiologie.

La quantité de nectar émis par les tissus nectarifères augmente avec le volume d'eau absorbée par les racines jusqu'à un certain maximum, seuil acceptable par plante.

5-4-La lumière

- Les abeilles visitent de préférence les fleurs bien éclairées et les abandonnent pour passer à d'autres suivant le mouvement du soleil.

La quantité de nectar secrétée par les plantes varie également avec les heures de la journée (Berkani, 2008).

6-Les zones géographiques :

6-1- L'altitude

L'altitude agit intensivement sur les plantes. L'effet de ce paramètre géographique se manifeste sur certaines plantes non mellifères en plaine et deviennent mellifères en altitude [Cas de la carotte sauvage (*Daucus carotta*) qui est non mellifère sur le littoral et elle l'est en hauteur à Ain Défla].

6-2- La latitude

La quantité de nectar émise augmente avec la latitude, tout au moins pour les plantes spontanées. Cette notion est vérifiée par Louveaux en 1980 et Batra, 1995.

7-L'apiculture en Algérie

En Algérie, l'apiculture est un élevage ancestral. Elle a toujours revêtu une importance sur le plan socio-économique, compte tenu des conditions climatiques et de la flore importante favorable à son développement. Malgré ces conditions favorables, la production algérienne en miel, de l'ordre de 4.000 à 5.000 quintaux par an, est inférieure aux besoins de la consommation locale, alors qu'elle devrait être supérieure et être à l'origine d'un courant d'exportation important (Berkani, 2007). L'apiculture algérienne est pratiquée dans de nombreuses et vastes régions où la flore mellifère est abondante et variée.

L'Algérie possède deux types d'abeilles, l'une l'abeille d'Algérie, très proche de l'abeille noire d'Europe, est robuste et bien acclimatée et l'autre saharienne. Elle dispose d'une abondante flore mellifère, subspontanée et cultivée. A l'exception des régions désertiques des Hauts-Plateaux et du Sud, l'apiculture est, en Algérie, largement pratiquée dans les

régions montagneuses à population dense (Kabylie, Aurès), dans les plaines littorales (Mitidja), dans les plaines intérieures (Mascara), dans les vallées des grands oueds (Soummam) (Nair, 2014).

Les principales espèces mellifères sont les agrumes, le tournesol et les nombreuses plantes spontanées. La principale miellée s'étend de février à mai. Les abeilles mellifères jouent un rôle important dans la pollinisation des amandiers. Parmi les très nombreuses espèces végétales qui forment la flore spontanée algérienne, certaines se rencontrent en peuplements importants. Ce sont, en montagne, la bruyère rose (*Erica muni-fiera* L.), l'arbousier (*Arbustus unedo* L.), la lavande (*Lavandula stoechas* L.), le romarin (*Rosmarinus officinalis* L.), de nombreuses variétés de thym, de cistes, d'asphodèles, l'astragale (*Astragalus monspessulanus* L.), l'euphorbe (*Euphorbia nicaeensis* ALL), la marrube vulgaire (*Marrubium vulgare* L.), ces deux dernières plus particulières au massif de l'Aurès, le Thuya (*Callitris articulata*), l'inule visqueuse (*Inula viscosa* Ait), etc ... (Nair, 2014) (figure 14).

Dans les régions prémontagneuses de grande et petite Kabylie, deux variétés de sainfoin (*Hedysarum flexuosum* L. et *H. coronatum* L.) couvrent de grandes superficies (Makhloufi et al., 2010). Dans les terres argileuses des Sahels et des vallées montagneuses, les ombellifères du genre *Daucus*, constituent des peuplements importants. Dans les plaines fleurissent l'oxalis (*Oxalis cernua* Th.), les ravenelles (*Sinapis*, *Diploaxis*, *Sisymbrium*, *Rapistrum*, *Raphanus*, etc...), la bourrache (*Borrago officinalis*), les vipérines (*Echium* sp.), les mélilots, les chardons (*Onopordon*, *Silybum*), les centaurées, etc... (Nair, 2014). La flore subspontanée est principalement représentée par l'Eucalyptus importé d'Australie en 1863.

La floraison estivale de cette essence, très mellifère, produit un miel d'excellente qualité. Il en existe actuellement un très grand nombre d'espèces plantées en bordure notamment des voies de communication, sur les berges des cours d'eau, dans les forêts reconstituées, dans les fermes (Louveaux et Abed, 1984).



Figure 14 : Quelques exemples des plantes mellifères Algériennes : Bruyère rose (1), Arbousier (2), Lavande (3), Romarin (4), Thym (5), Ciste (6), Asphodèle (7), Astragale (8), Euphorbe (9), Marrube vulgaire (10), Inule visqueuse (11), Sainfoin (12), Carotte (13), Oxalis (14), Sinapis (15).

Quant à la flore mellifère cultivée, il convient de citer les rosacées de vergers, le néflier du Japon par exemple, dont la floraison automnale est précieuse, les agrumes (Citrus divers), les fourrages artificiels, tels que la luzerne, le trèfle d'Alexandrie (*Trifolium alexandrium* L.), les plantes de grande culture, comme la lentille, ou de culture industrielle, comme le cotonnier. La diversité de la flore algérienne et la douceur relative du climat ménagent, dans certaines régions du littoral, des miellées successives s'étendant sur l'année entière, chaque saison se parant d'une floraison particulière (Nair, 2014).

II-L'abeille domestique

Les abeilles appartiennent à la classe des insectes .elles sont réparties en une centaine de familles représentant de 20 000 espèces. Elles font partie de l'ordre des hyménoptères l'abeille réparties dans l'ensemble des continents. Elles sont apparues il ya plusieurs millions d'années et plus de 80% d'entre elles sont solitaires (Qiu et al., 1999).

Les mieux connus et les plus utilisés en apiculture sont : *Apis mellifera* comportant plusieurs races qui peuplent actuellement l'Europe, l'Afrique, l'Asie occidentale, l'Amérique du Nord,L'Amérique du Sud, l'Australie et la nouvelle Zélande (Schmidt, 2013) , *Apis mellifera* est actuellement présent dans toutes les régions européennes et africaines ainsi qu'au proche et au Moyen –Orient. Toutes les abeilles sont mellopolinophages c'est-à-dire qu'elles se nourrissent exclusivement de dérivés du pollen et du nectar récolté sur les plantes, les abeilles qui sont de nos jours les principaux insectes pollinisateurs (Qiu et al., 1999).

II-1-Organisation sociale et morphologique chez l'abeille domestique :

1-1-Organisation sociale :

L'abeille mellifère est un insecte social qui ne peut vivre qu'en groupe isolé de la colonie, se caractérise par sa structuration en trois castes à l'aspect et cycle de vie différent, et aux rôles complémentaires (Vincent, 2016) (figure 15).

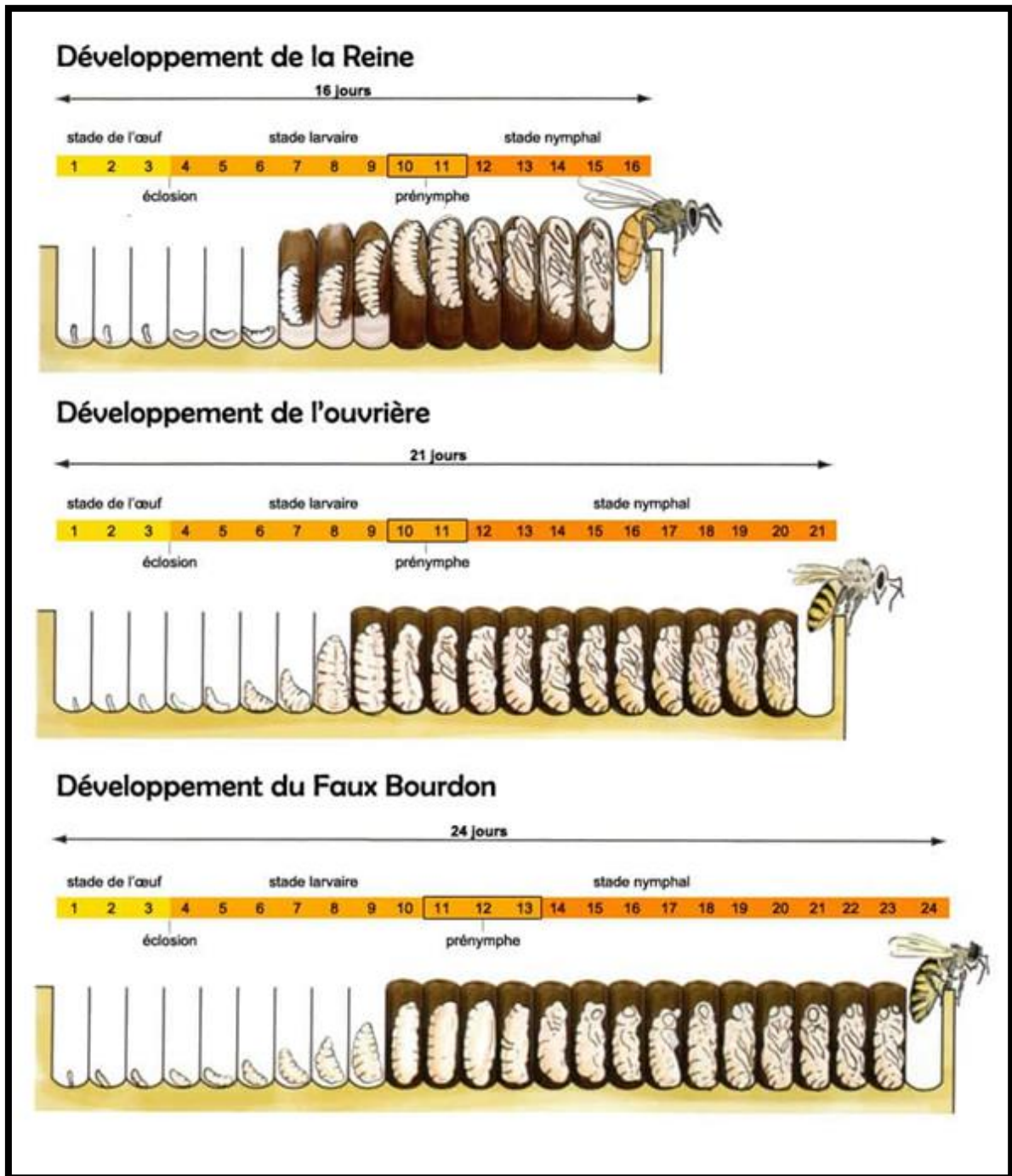


Figure 15 : Les trois cycles de vie dans une ruche (<https://ialo.fr/abeille-qui-es-tu/>)

a) Les ouvrières :

Au nombre de 10000, 15000, 30 000 voire plus selon la saison, sont des femelles le plus souvent stériles, et toujours vierges, qui prennent en charge l'approvisionnement de la colonie, la construction du nid et sa défense, l'élevage du couvain, l'entretien des reproducteurs, une ouvrière mesure 1.5cm de longueur au maximum elle est d'un brun

noirâtre plus ou moins marqué de jaune chez certaines sous-espèces introduites ou métissées.

b) La reine :

Généralement unique, est la seule femelle fertile de la colonie, et son rôle se borne à pondre des œufs .cette activité reproductrice se reconnaît à son abdomen de forme conique beaucoup plus long que celui des ouvrières, car abritant des ovaires volumineux, une reine vierge mesure 2 cm et une reine pleine ponte jusqu'à 2.5 cm.

c) Les mâles :

Appelés également faux bourdons, au nombre de quelques centaines ou quelques milliers selon l'importance de la colonie .sont chargé de féconder les reines .s'ils ne participent à aucun travaux des ouvrières, ils peuvent, par leur présence en nombre, contribuer au chauffage du couvain, mesurant jusqu'à 2cm de longueur, ils possèdent de gros yeux proéminents se rejoignant sur le front (**Vincent, 2016**).

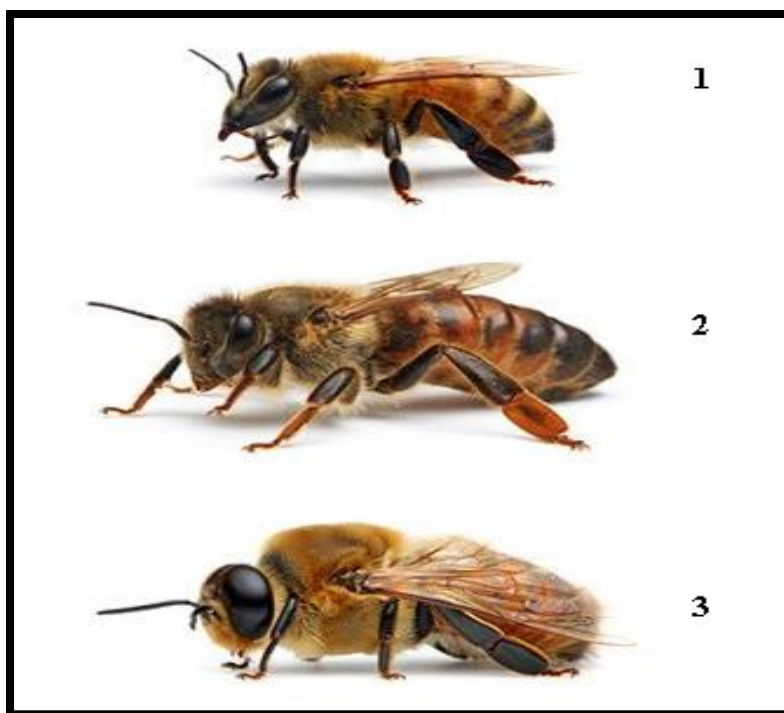


Figure16: Les 3 types d'abeilles qui habitent la ruche (l'ouvrière (1), la reine (2) et le faux-bourdon 3).

II-2-La morphologie :

Le corps de l'abeille est composé de trois parties :

2-1- La tête :

- Deux grands yeux latéraux capable de détecter les couleurs l'abeille possède un champ visuel proche de 360°
- Trois yeux simples (ou ocelles) permettent de mesurer les variations d'intensité lumineuse.
- Deux antennes coudées jouant un rôle essentiel dans la perception des odeurs et du gout (Avisse, 2014).
- Les mandibules fixées de part et d'autre de la bouche mues par des muscles solides ces pinces très puissantes permettant de travailler la cire et donc de bâtir les rayons de prélever la propolis, de manger le pollen, de nettoyer la ruche, de se défendre.
- La trompe est constituée de nombreux éléments dont la langue, qui garnie de poils microscopique, offre à l'abeille la possibilité d'absorber nectar, miel et l'eau.

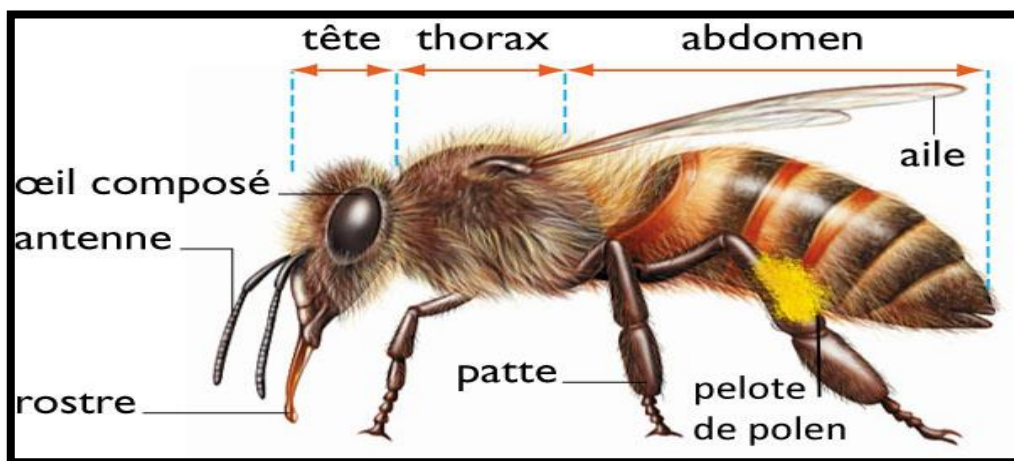


Figure 17 : La composition de corps de l'abeille.

2-2- Le thorax :

- Les ailes
- Les pattes
- La pelote de pollen

2-3- Abdomen :

- Le jabot
- Le tube digestif
- Les systèmes circulatoire et respiratoire
- L'appareil sexuel (**Clement, 2014**).

III-Aire de répartition de l'abeille *Apis mellifera* :

L'abeille domestique *Apis mellifera* occupe une aire géographique très vaste et montre une variabilité morphologique et génétique très structurée. L'aire de répartition naturelle de l'abeille domestique s'étend à l'Afrique, à l'Europe et au Moyen-Orient. Dans son aire de distribution d'origine, 26 sous-espèces (ou races géographiques) ont été décrites sur la base de caractères morphologiques, écologiques et comportementaux. La répartition géographique de la diversité observée suggère l'existence de 4 lignées évolutives (Cf. figure 03) chez l'abeille, chacune regroupant plusieurs races géographiques: la lignée M (races ouest-méditerranéennes), la lignée A (races Africaines), la lignée C (races nord-méditerranéennes), et la lignée O (races de Turquie et du Caucase) (**Garnery, 2009**).

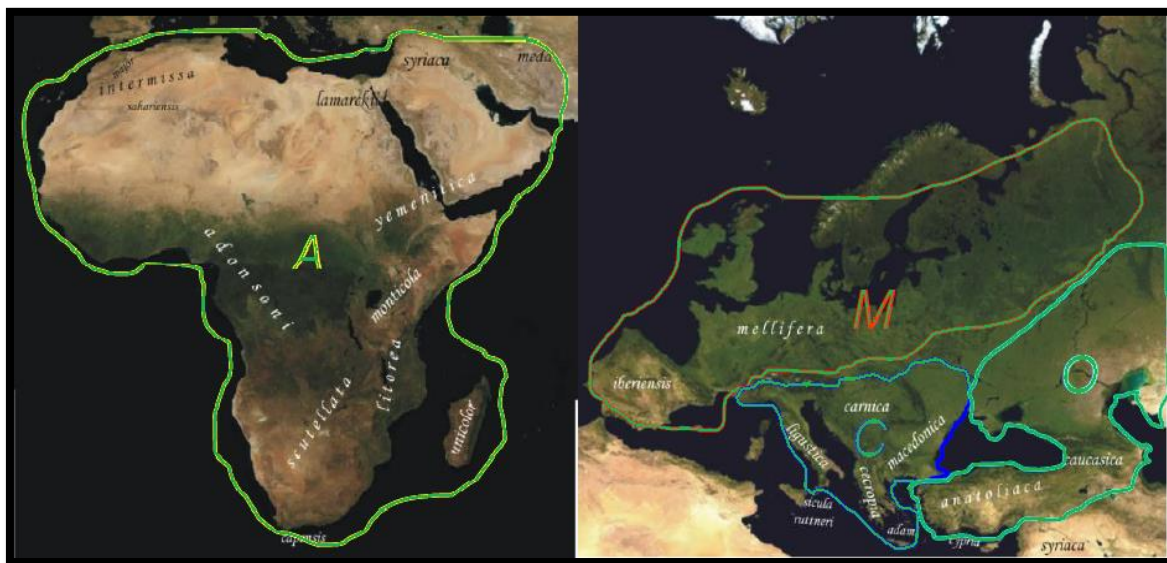


Figure 18 : L'aire naturelle de répartition de l'abeille domestique recouvre l'Europe, l'Afrique et le Proche Orient. (Cette espèce est subdivisée en 26 races ou sous-espèces géographiques réparties dans 4 lignées évolutives : Ouest-méditerranéenne (M), Africaine (A), nord méditerranéenne (C), et orientale (O)) (www.mellifica.be)).

III-1-L'abeille Algérienne :

Le cheptel apicole Algérien est composé de deux sous espèces :

1-a- *Apis mellifera intermissa* :

L'abeille la plus répandue pour l'apiculture algérienne est la sous-espèce *Apis mellifera intermissa* dite abeille tellienne ou «abeille noire du tell » dont l'aire de distribution se confond avec l'atlas tellien (Chefrour, 2007).

C'est une petite abeille de couleur sombre, elle est réputée pour être agressive et essaimer C'est une sous-espèce adaptée au climat méditerranéen, qui résiste aux fortes chaleurs estivales mais moins aux hivers un peu rudes. Elle se répartit dans tout le Maghreb.

1-b- *Apis mellifera sahariensis* :

Comme son nom l'indique cette abeille vit dans le désert du Sahara, peu agressive, elle possède une résistance remarquable aux conditions difficiles du milieu.

On la retrouve dans le Sud ouest du pays (Bechar et Ain Sefra). Sa mise au rang de race a été contestée par Ruttner (1968) qui la considérait à l'époque comme une forme de transition entre *Apis mellifera intermissa* et *Apis mellifera adonsonii* (Draiaia, 2016).

Toutefois, selon **Ruttner et al. (1978)**, *Apis mellifica sahariensis* est considérée comme une race à part entière. Dans l'absolu elle n'est plus représentée que dans quelques poches isolées géographiquement. Elle est pourtant plus rustique, et se caractérise par une résistance accrue aux fortes amplitudes de températures qui sévissent dans ses aires de répartition.

De plus, elle possède une langue plus longue pour atteindre les poches nectarifères au fond des fleurs de la végétation dont le palmier dattier et plusieurs espèces d'arbres fruitiers. Le maïs, l'orge alimentent les populations et, le long des routes et des pistes, sont plantés des eucalyptus et des tamarix. Dans les étendues désertiques croissent des genêts, des saxifrages, des composées épineuses, des trèfles qui fleurissent à des époques différentes et assurent une importante production de miel de très bonne qualité (**Chefrour, 2007**).

Chapitre III :
Produits de la ruche

Chapitre III : Produits de la ruche

Les produits de la ruche sont tous issus de fleurs ou de végétaux et transformés par les abeilles. On distingue le miel, la gelée royale, le pollen, la propolis et la cire.

1- La cire :

Les glandes cirières des abeilles ouvrières âgées de 12 à 18 jours produisent une substance qui sera malaxée et mélangée à la salive pour devenir de la cire (figure 19). Elle est le principal constituant des alvéoles des rayons qui se solidifie au contact de l'air. De couleur un peu jaune car mélangée à la propolis et aux grains de pollen, elle deviendra blanche une fois purifiée. Sa composition de nature lipidique varie selon l'origine géographique mais on retrouve en moyenne 72% d'esters d'alcool aliphatiques, 12% d'hydrocarbures saturés et 12% d'acides gras libres, auxquels se rajouteront des polyphénols (Marcet, 2017).



Figure 19 : Production de la cire par une abeille.

La Cire est très employée en cosmétologie, elle nettoie l'épiderme, nourrit et adoucit le derme. Elle a des vertus cicatrisante et anti-inflammatoire, utilisées dans le traitement de brûlures, crevasses, plaies et vergetures et favorise le transit intestinal. Elle est aussi employée dans les affections rhumatismales comme emplâtre et en dentisterie pour les empreintes et moulages des dents (Draiaia, 2016).

2- La propolis :

La propolis est une substance résineuse, balsamique et gommeuse récoltée par les abeilles sur les bourgeons des arbres, auxquels s'ajoutent des composés apportés par les abeilles (cire et

sécrétions salivaires). Elle est fabriquée dans le but de protéger la ruche comme le ciment permet de consolider une maison.

La propolis est une substance résineuse, gluante et molle à haute température, comme dans la ruche (35°C) et devient solide à basse température, c'est pour cela qu'elle sera placée au congélateur afin de la manier plus facilement après la récolte (**Cuvillier, 2015**).

Son odeur est douce, variant selon la provenance, son goût est pimenté, fort. La composition varie en fonction des plantes butinées par l'abeille, cependant son activité thérapeutique reste inchangée.



Figure 20 : La propolis.

Les composés sont répartis de la manière suivante :

- 50% de résine et de baume
- 30% de cire végétale ou d'abeille
- 10% d'huiles essentielles
- 5% de pollen
- 5% de substances organique et minérale

On peut répertorier plus de 300 composés tels que : Les flavonoïdes, Les composés phénoliques, Les terpènes, Les acides organiques, Les huiles essentielles, Les vitamines, Les oligo-éléments, Les sucres et les acides aminés (Cuvillier, 2015).

3- La gelée royale :

La gelée royale a un aspect gélatineux, de couleur blanchâtre, fortement acide secrétée par les jeunes abeilles nourricières. Dans la ruche, ces abeilles produisent et distribuent la gelée royale toute leur vie, de l'éclosion jusqu'au stade nymphale (Draiaia, 2016).



Figure 21: Larves baignant dans la gelée royale.

La gelée royale est une substance élaborée par des glandes spéciales qui l'ont trouvée par paires à droite et à gauche de la tête.

Elle constitue la nourriture exclusive :

-De tous les larves de la colonie sans exception, dès leur éclosion et jusqu'au troisième jour de leur existence ;

-Des larves choisies pour devenir reines ;

-La nourriture unique et exclusive de la reine pendant toute son existence. De ce fait, sa vie est jusqu'à 50 fois plus longue que celle d'une ouvrière, bien qu'au départ la reine et l'ouvrière soient génétiquement et anatomiquement identiques (Draiaia, 2016).

En effet, une reine peut vivre 5 à 6 ans contre 45 jours pour une ouvrière, et seule l'alimentation due à la gelée royale fait la différence. On peut dire que la gelée royale est directement responsable de la longévité à celui d'une ouvrière stérile, pourtant elle est deux fois plus grande, elle est jusqu'à 4 à 5 ans, alors que l'ouvrière ne dépasse guère un mois.

4- Le venin :

Le venin est un produit biologique de l'abeille qui n'est pas récolté sur les plantes comme le miel, le pollen et la propolis. C'est une sécrétion glandulaire stockée dans une vésicule spéciale et éliminée en cas de danger dans un réflexe d'auto-défense



Figure 22: le venin d'abeille.

Le venin est sécrété par deux glandes, l'une produisant un liquide acide débouchant dans le Réservoir à venin, l'autre sécrétant un produit alcalin utilisé dans la lubrification du dard. Seules les femelles sont pourvues d'un dard et d'organes de production et de stockage du venin. La reine a la particularité de posséder un dard lisse (comme les guêpes). Ceci lui Permet

de le retirer de sa victime sans dommages. Les ouvrières ont un dard dentelé et ne Peuvent, en général, pas le retirer (**Nicolaÿ, 2014**). La composition du venin n'est pas encore complètement établie et dépend essentiellement de l'espèce, de l'âge de l'abeille, du pollen qu'elle consomme et du nectar qu'elle butine. Il est constitué principalement de protéines (50%).Un peptide hémolytique représente 40 à 50%, L'apamine, Le peptide 401, La phospholipase A2, ainsi que d'autres enzymes rendent (**Blanc, 2010**).

5- Le miel :

Selon **Codex Alimentarius (2001)** « Le miel est la substance sucrée naturelle produite par les abeilles de l'espèce *Apis mellifera* à partir du nectar de plantes ou des sécrétions provenant de parties vivantes des plantes ou des excréments laissés sur celle-ci par des insectes suceurs, qu'elles butinent, transforment en les combinant avec des matières spécifiques propres, déposent, déshydratent, interposent et laissent murir dans les rayons de la ruche ».

5-1- Elaboration du miel:

Comme nous le savons, la fabrication du miel résulte du travail des abeilles. L'abeille butine le nectar des fleurs pour utiliser le sucre, c'est la nourriture de l'abeille adulte, elle le transforme en miel pour le conserver plus longtemps en assurant par la même occasion la pollinisation des plantes (**Amirat, 2014**). Pour fabriquer un kilo de miel, les abeilles doivent accomplir environ 50 000 vols, butiner des millions de fleurs afin de recueillir suffisamment de nectar (**Biri et al., 2010**).



Figure 23 : l'abeille butinant une fleur de



Figure 24 : l'abeille butinant une fleur de tournesol.

Le nectar aspiré est alors accumulé dans le jabot de la butineuse où il commence sa transformation. C'est dans son tube digestif que s'amorce la longue transformation, des enzymes agissent sur le nectar, le saccharose sous l'action de l'invertase se transforme en glucose, fructose, maltose et autres sucres. Les modifications physico-chimiques se poursuivent dès l'arrivée à la ruche. A son retour, la butineuse régurgite, le passe aux ouvrières, qui elles-mêmes le communiquent à d'autres et ainsi de suite. D'individu en individu la teneur en eau s'abaisse en même temps que le liquide s'enrichit de sucres gastriques et de

substances salivaires. Il est ensuite déposé dans une alvéole qui sera operculée par une couche de cire afin d'assurer sa conservation.

La concentration en eau est encore de 50% et va diminuer progressivement par évaporation qui se fait sous une double influence: la chaleur régnant dans la ruche et la ventilation assurée par les abeilles ventileuses qui entretiennent un puissant courant d'air ascendant par un mouvement très rapide de leurs ailes.

Dans la ruche, le miel se garde bien car il est très concentré en sucre, mais on dit que les abeilles pour plus de sécurité injectent dans chaque cellule une gouttelette de venin, celui-ci est un produit conservateur. Quand tout ce travail sera terminé, la cellule pleine de miel sera fermée par un opercule de cire. Les abeilles bâtisseuses vont également s'en servir pour former la cire nécessaire à la construction des cellules de la ruche. La quantité de miel emmagasinée dans la ruche étant largement supérieure aux besoins des abeilles, la quantité de miel récoltée par l'homme ne porte pas préjudice à la vie de la ruche.

La récolte se pratique généralement à partir de mi-avril jusqu'à novembre selon les régions, en récupérant les cadres garnis de miel. Les alvéoles sont ensuite désoperculées manuellement avec un couteau ou plus souvent mécaniquement et le miel est extrait des cellules par force centrifuge, il doit ensuite être épuré par filtration, centrifugation ou décantation sans toutefois éliminer totalement les grains de pollens (**Amirat, 2014**).

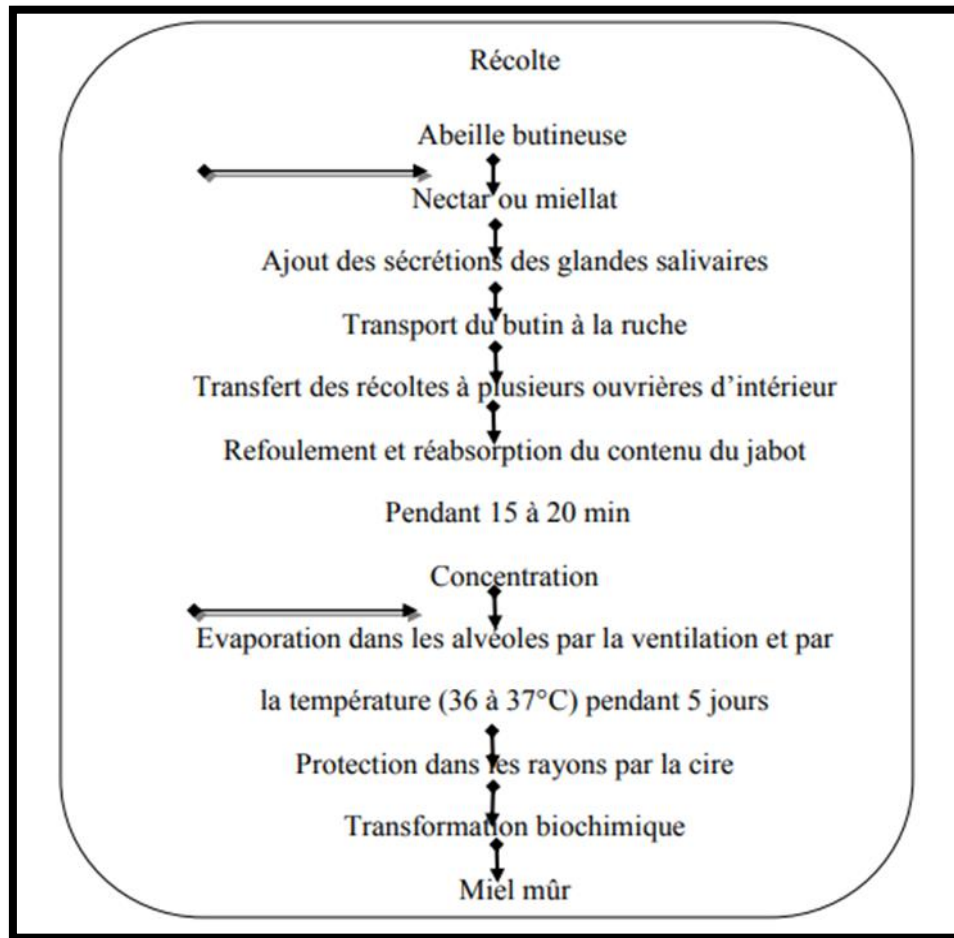


Figure25: Les phases d'élaboration du miel (GONNET, 1982).

5-2- L'origine du miel:

Selon **Ancheling (2005)**, Le miel est élaboré par les abeilles à partir de sucres produits par des végétaux, soit sous forme de **nectar**; soit sous forme de **miellat**.

A) Nectar :

Le nectar est la sève sucrée sécrétée par les nectaires des plantes pour attirer, au bon endroit, les insectes pollinisateurs afin d'assurer leur fécondation (**Lacube, 2015**). En fonction de leur localisation, on distingue :

- Les nectaires **extra-floraux (Figure 26)**, situés sur les parties végétatives de la plante (sur les bractées, feuilles, pétioles, stipules et tiges),
- Les nectaires **floraux (Figure 27)**, situés sur le réceptacle floral, à la base du périanthe (sépalés et pétales), ou des organes reproducteurs : étamines ou pistil (**Widmann, 2008**).

Ce liquide résulte de plusieurs transformations biochimiques complexes dues au métabolisme de la plante, ces transformations sont l'origine des différents goûts retrouvés dans les miels (**Jean-Marie, 1999**). Le nectar est sécrété par les glandes nectarifères des nectaires de la plante en quelques heures à quelques jours.

Le nectar est un mélange chimique complexe constitué d'eau et des sucres (**Lequet, 2010**). Le nectar est composé de trois sucres principaux (saccharose, glucose et fructose) (**Schweitzer, 2005**). Qui contient au moyenne 40% de sucres cette teneur variant d'une plante à l'autre suivant le moment de la journée, la saison et les conditions météorologiques (**Renault, 1990**). Le nectar contient aussi des acides organiques, des acides aminés, des protéines, des enzymes, des vitamines et des substances aromatiques. Ces substances sont présentes en faible quantité ne dépasse pas 1%.



Figure 26 : Localisation du nectaire extra-floral (pétiolaires) associés à un signal visuel, sur un Merisier.

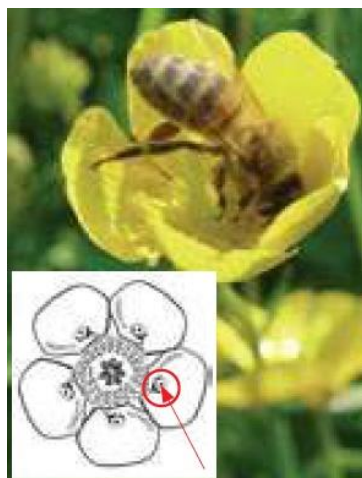


Figure27: Localisation du nectaire floral dans la fleur.

B) Miellat :

Il s'agit d'un produit sucré, épais et poisseux, excrété par des Hémiptères, Homoptères du groupe des Cicadidae (cigales), Psyllidae (psylles), Pemphigidae, Chermesidae, Aphidoidea (pucerons), Coccoidae (cochenilles) .avec leurs pièces buccales, les insectes perforent les tissus de la plante jusqu'aux tubes criblés du phloème dans lesquels circule la sève élaborée contenant les sucres et les acides aminés nécessaires à la plante, Chaque perforation est gainée grâce à une substance coagulante sécrétée par l'insecte permettant à ce dernier de se déplacer librement et d'exploiter chaque goutte de sève qui perle. **(Lobreau-Clement, 2000).**

Les plantes hôtes de ces insectes sont surtout des arbres forestiers ou d'ornementation. Il s'agit principalement du sapin, de l'épicéa, du pin sylvestre, du mélèze et du chêne. les récoltes de miellat ont lieu entre la fin du printemps et l'été. Les quantités récoltées sont très variables d'une année à l'autre. En effet, les pucerons sont très sensibles aux conditions météorologiques défavorables, et sont exposés à de multiples prédateurs (coccinelles, punaises, guêpes). Il faut noter qu'en présence d'une abondance de nectar, cette source est délaissée par les abeilles. Les butineuses recueillent le miellat par léchage et remplissent progressivement leur jabot. Ce dernier plein, elles regagnent la ruche **(Clement, 2005).**

La composition du miellat est plus proche de la sève végétale que du nectar. Elle est plus Riche en azote (0,2 % - 1,8%), en minéraux (0,58 %) et en acide organique. Le miellat contient du glucose et du fructose (61,6 %) ainsi que d'autres sucres tels que le mélézitone (8,6 %), le raffinose (0,84 %) et l'isomaltose(9,6%) **(Guillaume et al., 2012).**

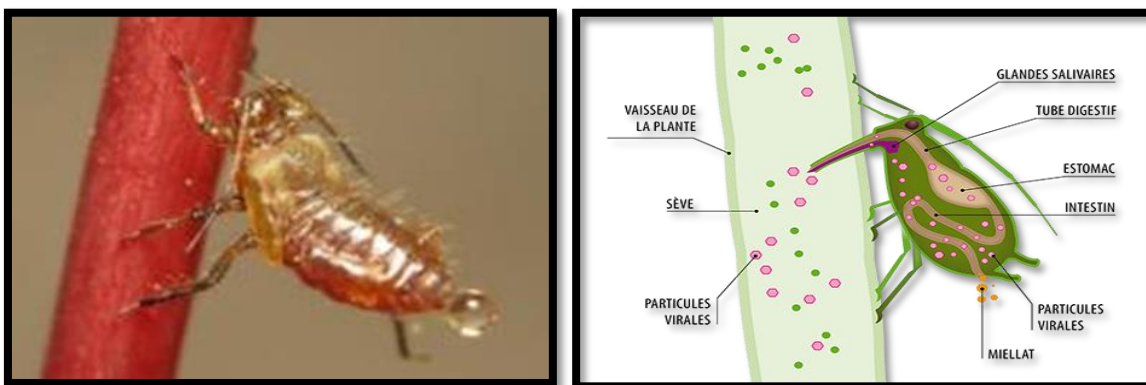


Figure 28 : Puceron avec la goutte de Miellat **(Nicolay, 2014).**

5-3-Les types du miel:

3-1-Miel mono-floraux (miel cru) :

Les miels monofloraux sont élaborés à partir du nectar et/ou du miellat provenant d'une seule espèce végétale et cela nécessite d'installer les ruches à proximité de la plante recherchée. Par exemple ; le miel d'acacia, d'oranger et de lavande (**Rossant, 2011**). mais il est impossible d'obtenir un miel mono floral à 100%, car l'abeille garde toujours la liberté de butiner où bon lui semble (**Nazarian et al., 2010**). Les miels mono floraux possèdent des caractéristiques palynologiques et organoleptiques spécifiques.

3-1-Miel poly floraux (multi floraux):

Les miels poly- floraux, ou miels « mille fleurs », sont produits à partir du nectar et/ou du miellat de plusieurs espèces végétales sans prédominance particulière : ils résultent d'un butinage dans un environnement où plusieurs variétés de plantes donnent simultanément du nectar, on peut citer à titre d'exemple le miel de forêt qui résulte d'un mélange de nectars et de miellats provenant de l'épilobe, de la ronce, des bruyères, du lierre, du chêne, du hêtre, du tilleul, de divers conifères et autres espèces végétales (**Clement, 2011**).

3-3- Miel de miellat :

Pour certains miels (le miel de sapin par exemple) la principale source sucrée est le miellat (**Bruneau, 2004**), Il est difficile d'observer les abeilles effectuer ce type de butinage. Il a été montré qu'en présence d'une grande quantité de nectar, elles délaissent le miellat. Cependant, lorsque les conditions climatiques défavorables, le miellat peut représenter une source nutritive intéressante pour l'abeille (**Clement ,2006**). Leur production est sous la dépendance de nombreux facteurs écologiques: sol, microclimat, insectes « éleveurs de puceron » comme les fourmis (**Schweitzer, 2004**).

Il est plus dense que le nectar, plus riche en azote, en acides organiques, en minéraux et sucres complexes. Il est récolté par les abeilles en complément ou en remplacement du nectar et produit un miel plutôt sombre, moins humide que le miel de nectar (**Bonte et Desmouliere, 2013**). Le miel de sapin, il est sucré, de couleur intense peut aller jusqu'au noir; sa saveur est douce et très agréable (**Chefrour, 2008**).

5-4- La qualité du miel :

La qualité du miel dépend de la nature de l'espèce végétale dont la fleur est butinée et aussi du milieu physique où vit la plante. Bien que le miel soit fort apprécié dans nos sociétés la question portant sur son origine, sur les plantes utiles, à sa préparation biologique préoccupe moins l'esprit humain (**Bakenga et al ., 2000**).

Un des points les plus importants est la teneur bactériologique dans le miel afin de ne pas contaminer l'homme. La totalité des germes doit être inférieure à 30 UFC/g (Unité Formant Colonie/gramme) et la présence des germes coliformes fécaux et d'agents pathogènes tels que les levures ou champignons sera prohibée. La teneur en eau est importante. En effet, plus elle est basse, plus le miel sera de bonne qualité et elle ne devra pas excéder 18,5%. Pour le miel à usage alimentaire, il n'y a pas réellement de limite maximale de résidu fixée. En revanche, pour le miel thérapeutique aucun résidu ne devra être retrouvé. (**Cuvillier ,2015**)

5-5-La composition chimique du miel :

Le miel est un produit naturel et aussi un mélange complexe qui présente de très grandes variations dans la composition et les caractéristiques en raison de son origine géographique et botanique, ses principales caractéristiques en fonction de l'origine florale ou le nectar butiné par les abeilles. Ainsi, les types de miels sont définis par leur caractéristique sensorielle telle que la couleur, la saveur, l'arôme, la viscosité et la tendance à cristalliser au cours du processus de conservation (**Draiaia, 2016**). Les miels diffèrent également entre eux du point de vue de leur composition chimique (acidité, contenu de sucres, rapport quantitatif entre les différents sucres, teneur en acides organiques, en minéraux et en composés azotés). La fabrication demande plusieurs étapes et chacune d'entre elles a une influence sur sa composition chimique.

Cependant, la composition ainsi que la qualité du produit sont affectés négativement par les autres facteurs tels que la suralimentation avec du saccharose et d'autres variantes de sucre, la récolte avant l'échéance, les conditions de stockage malsaines et l'utilisation exagérée des médicaments vétérinaires (**Sahinler et al., 2004**).

5-5-1- Le teneur en eau :

L'eau est le deuxième composant principal du miel (**17,2% /100 g**). Elle dépend non seulement des facteurs environnementaux, tels que le temps et l'humidité à l'intérieur de la ruche, mais également des traitements appliqués pendant la collection et le stockage du nectar et du miel. C'est un paramètre de qualité important, car il prévoit la durée de vie du produit et la capacité du miel de rester stable et exempt de fermentation. La teneur en eau la plus élevée augmente la probabilité que le miel commencera la fermentation lors du stockage. Malgré tout, la mesure simple et rapide de la teneur en eau s'est avérée suffisante pour doser le risque de fermentation de miel (**Ronald, 2011**).

5-5-2- Les glucides:

Le miel est une solution de sucres sursaturée; ce sont les principaux constituants de miel, qui représente environ 90 à 95 g / 100 matière sèche; ils sont produit par les abeilles à partir du nectar, qui sont transformé par l'action de plusieurs enzymes. Les sucres présents dans le miel sont responsables de plusieurs propriétés de ce dernier telles que sa valeur énergétique, sa viscosité, sa texture (**Kamal et Klein, 2011**).

Ils représentent près de 95 à 99% de la matière sèche. Difficiles à analyser par chromatographie, quinze sucres différents ainsi que des énantiomères ont tout de même pu être identifiés. D'un miel à l'autre, on peut ainsi trouver les sucres simples représentés par les monosaccharides réducteurs ou hexoses qui répondent à la formule globale $C_6H_{12}O_6$ tels le glucose (dextrose, 31%) et le fructose (lévulose, 38%) qui sont les deux sucres les plus abondants dans le miel. Viennent ensuite les disaccharides, formés par l'association de deux monosaccharides, principalement, le maltose et le saccharose (respectivement 7,3 et 1,3 %) et d'autres sucres présents à l'état de traces, les sucres supérieurs, ne représentent en moyenne que 1,5 % du miel, mais avec une marge de variation assez importante puisque certains miels peuvent en contenir jusqu'à 8 % et plus. On trouve actuellement une quinzaine de sucres différents dans le miel en plus de ceux déjà nommés, on peut citer le turanose, maltose, isomaltose, mélézitose, erlose et raffinose, nigérose, kojibiose...etc. En outre, les trisaccharides les plus abondantes (erlose, isopanose, panose) sont des dérivés de saccharose et le raffinose comme mélézitose, qui ont été utilisées pour la distinction entre le nectar et le miel de miellat (**Koechler, 2015**).

5-5-3- Les acides organiques :

La plupart des acides organiques du miel proviennent des nectars des fleurs ou des transformations opérées par l'abeille. C'est l'acide gluconique dérivé du glucose qui prédomine. On y trouve également une vingtaine d'acides organiques comme l'acide acétique, l'acide citrique, l'acide lactique, l'acide malique, l'acide oxalique, l'acide butyrique, l'acide pyroglutamique et l'acide succinique. Des traces d'acide formique (un des constituants du venin), d'acide chlorhydrique et d'acide phosphorique sont aussi présentes (**Rossant, 2011**).

5-5-4- Protéines et acides aminés :

Ils sont présents en faible quantité dans le miel (**0,26%**) et la teneur en azote est négligeable, de l'ordre de 0,041%. Il s'agit essentiellement de peptones, d'albumines, de globulines et de nucléoprotéines qui proviennent soit de la plante (nectars, grains de pollen), soit des sécrétions de l'abeille (**Meda et al., 2005**).

La composition de miel d'acides aminés est décrite par plusieurs auteurs comme une méthode appropriée pour déterminer la différenciation botanique des miels. Les acides aminés représentent 1% (w / w), et la proline est le principal contributeur avec 50 à 85% des acides aminés totaux (**Bogdanov, 2009**). Outre la proline, il existe 26 acides aminés tels que l'acide glutamique, alanine, l'arginine, la phénylalanine, Sixtine, glycine, la tyrosine, la leucine et l'isoleucine.

5-5-5- Des lipides :

Les lipides sont pratiquement inexistant dans le miel, cependant certains miels contiennent des acides gras tels que l'acide palmitique, oléique et linoléique (**Nair, 2014**). Les lipides peuvent provenir des microparticules de cire qui composent le miel.

5-5-6- Des matières minérales ou cendres :

La concentration en minéraux varie en fonction de l'origine florale et de la saison. Les éléments présents sont le phosphore, le calcium, le magnésium, le sodium, le zinc, le manganèse, le fer, le cuivre, le sélénium et le potassium avec une quantité très élevée (**Amigou, 2016**).

5-5-7 Les enzymes :

Les enzymes proviennent soit des nectars, soit des sécrétions salivaires de l'abeille. Les plus connues sont la gluco-invertase qui est responsable de l'hydrolyse des disaccharides et les alphas et bêta amylases permettent la dégradation de l'amidon. Une catalase, une phosphatase, des enzymes acidifiantes et une gluco-oxydase qui transforme le glucose en acide gluconique et en peroxyde d'hydrogène coexistent. Ces enzymes sont détruites par la chaleur. Leur présence ou leur absence peut servir d'indicateur de surchauffe du miel lorsqu'il est monté en température, pour faciliter sa manipulation, ce qui peut provoquer une dénaturation si la température utilisée est excessive (Bonte et Desmouliere, 2013).

5-5-8- Les vitamines :

Le miel est un aliment pauvre en vitamine (tableau 2), il provient surtout des grain de pollen en suspension par une filtration poussée on les élimine en grande partie et par conséquent il représentent une quantité pratiquement négligeable dans les miels filtrés (Ciulu et al., 2011).

Tableau 02: Les vitamines dans le miel, en mg/100g (Bogdanov et Matzke, 2003).

| | |
|-------------------------------|-----------|
| Thiamine (B1) | 0.00-0.01 |
| Riboflavine (B2) | 0.02-0.01 |
| Pyridoxine (B6) | 0.01-0.23 |
| Niacine | 0.10-0.20 |
| Acide pantothénique | 0.02-0.11 |
| Acide ascorbique (vitamine C) | 2.2-2.5 |
| Phyloquinone (vitamine K) | 0.25 |

5-5-9- Des substances aromatique volatiles :

Le miel contient des substances aromatiques qui lui donnent une senteur particulière et qui jouent un petit rôle dans ses vertus thérapeutiques. Un cinquantaine de ces substances ont été mises en évidence et permettent d'étudier leur origine, qui le plus souvent provient de la plante qui a fourni son nectar aux abeilles. Ce sont en général des mélanges de plusieurs dizaines de composés : alcools, cétones, acides, quinones, aldéhydes (Blanc, 2010).

5-5-10- Les grains de pollen et des pigments :

Qui sont des gages de la qualité du miel et fournissent des indications sur la composition des nectars végétaux moissonnés par les butineuses (**Avisse, 2014**).

Le miel possède aussi des caroténoïdes et des flavonoïdes qui sont intéressants au niveau de l'alimentation. Les caroténoïdes, pigments de couleur jaune ou rouge, se trouvent dans les fruits et légumes. Il en existe plusieurs, tels que le bêtacarotène, le phytofluène, le lycopène, le neurosporène et les xantophylles, estérifié ou associé à du glucose ou des protéines. Dans notre organisme, les bêtacarotènes ont un rôle pour la vision en tant que précurseur de la vitamine A. Les flavonoïdes sont classés en plusieurs types: flavonols, aurones, chalcones. Ils possèdent des propriétés anti-inflammatoires, anti-oxydantes et antihémorragiques, Les grains de pollen qui témoigne de la qualité du miel (**Cuvillier, 2015**).

Le miel peut être aussi contaminé par des algues unicellulaires, levures, ferments lactiques *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, issus du nectar ou du tube digestif de l'abeille.

5-5-11- Des facteurs antibiotiques naturels :

Le miel contient également des substances antibiotiques naturelles appelées inhibines. On retrouvera aussi des bactériostatiques comme l'eau oxygénée et des résidus de médicaments, en tant qu'impuretés, comme le chloramphénicol, la tétracycline, le sulfatiazol servant à la base au traitement de la colonie peuvent être également présents (**Blanc, 2010**).

5-5-12- Hydroxy Méthyle Furfural (HMF) :

Les monosaccharides, et tout particulièrement le fructose, sont dégradés en milieu acide par déshydratation moléculaire avec formation d'hydroxyméthylfurfural (HMF).

Le taux d'HMF est le critère le plus fiable pour déterminer l'âge d'un miel. Ainsi que pour étudier son éventuelle dégradation. Ni les nectars, ni les miellats, ni les miels frais ne contiennent de l'HMF.

Ce produit se forme très lentement au fil du temps et son évolution est exponentielle. La production de HMF est favorisée par la forte teneur en fructose et par l'acidité du milieu. Tous les miels n'évoluent pas de la même façon: les miels de nectar atteignent entre 5 et 15 mg/kg de HMF au bout de deux ans, alors que les miels de miellats (souvent plus riches en fructose et plus acides), peuvent atteindre 25 mg/kg de HMF.

La concentration en HMF est augmentée par des chauffages excessifs (**Clement, 2006**).

5-6-Les propriétés biologiques du miel

5-6-1-Propriétés nutritionnelles

La consommation de miel est un très bon complément à la ration alimentaire habituelle. Elle assure un meilleur équilibre en éléments vitaux indispensables au bon fonctionnement de l'organisme. Elle facilite la digestion et l'assimilation des autres aliments débouchant globalement, sur un meilleur métabolisme. Elle permet d'avoir une plus grande résistance à la fatigue physique et intellectuelle. Enfin, elle permet d'obtenir un meilleur rendement physique (**Rossant, 2011**).

5-6-2-Propriété antibactérienne

Le miel a des propriétés antibactériennes connues depuis plus d'un siècle. Quoiqu'utilisé dans de nombreuses cultures depuis des millénaires, son efficacité avait été constatée sans reconnaissance de ses propriétés antibactériennes.

Le miel est un bactériostatique et bactéricide. Son activité est attribuée à l'osmolarité élevée, l'acidité et à la composition chimique (tel que le peroxyde d'hydrogène, les acides organiques, les substances volatiles, des composés phénoliques, de cire d'abeille, nectar, pollen et propolis) (**Draiaia, 2016**).

Les variations dans le type et le niveau de l'activité antimicrobienne du miel sont associés à leurs origines florales, l'emplacement géographique de la source florale, l'âge et la santé de la colonie. L'activité antibactérienne du miel de nectar est plus influencée par la chaleur, de la lumière et le stockage que le miel de miellat (**Bogdanov, 2009**).

L'action antibactérienne du miel est déterminée par plusieurs facteurs et quatre d'entre eux sont mis en avant: l'osmolarité, le pH acide, la présence du système peroxyde d'hydrogène, la présence du système non-peroxyde.

5-6-3-Propriété anti-inflammatoire

Lorsque une agression infectieuse se produit dans l'organisme, aussitôt une réaction de défense se met en place c'est l'inflammation (**Hoyet, 2005**).

La prolifération des lymphocytes T et B dans le sang ainsi que l'activation des phagocytes est stimulé par le miel à des concentrations de 0,1 %. A une concentration de 1 % le miel peut stimuler les monocytes à sécréter des cytokines (TNF α , IL-1 et IL-6) qui

activent la réponse immunitaire contre l'infection (**Tonks et al., 2001**). Par ailleurs, l'inflammation au sein d'une plaie peut générer des radicaux libres hautement réactifs, et ce en grande quantité. Ces radicaux donnent parfois lieu à des réactions en chaîne susceptibles d'engendrer des altérations au niveau de l'ADN, des protéines et des lipides.

Les polyphénols contenant dans le miel joueront le rôle d'antioxydants. Parmi eux on trouve les acides phénoliques mais surtout des flavonoïdes qui outre leurs propriétés anti inflammatoire, présentant une forte activité antiradicalaire (**Hoyet, 2005**).

5-6-4-Propriétés antioxydantes

Le stress oxydatif est le résultat d'un déséquilibre de la balance (oxydant/antioxydant) en faveur des oxydants. Il joue un rôle significatif dans l'apparition de nombreuses maladies telles que le cancer, la cataracte, l'athérosclérose ... (**Aljadi et Kamaruddin, 2004**).

Les antioxydants jouent un rôle important dans la préservation de la santé humaine, notamment ceux qui sont présents dans le miel. Ce dernier contient des antioxydants enzymatique (catalase, glucose peroxydase, peroxydase) et non enzymatique (les acides phénolique, les flavonoïdes, les caroténoïdes et l'acide ascorbique).

L'activité antioxydante varie d'un miel à un autre selon la source botanique et la présence de différents composés antioxydants. Ainsi, les composés phénoliques présents dans le miel sont des piègeurs efficace des radicaux libres (**Meda et al., 2005**).

Chapitre IV :
Analyses polliniques du miel

Chapitre IV : Analyses polliniques du miel

1-Mélessopalynologie

La mélessopalynologie est l'étude des pollens présents dans le miel. Elle permet d'identifier les plantes butinées à l'origine de la production du miel, ce qui est d'un grand intérêt dans la détermination des appellations et la détection des fraudes concernant l'étiquetage des produits.

2-Principes de l'analyse pollinique

L'examen au microscope du miel permet d'en préciser l'origine florale et l'origine géographique. Il permet également de faire des constatations sur l'éventuelle souillure du miel par des particules insolubles ainsi que sur la quantité de levures présentes.

La méthode de l'analyse pollinique consiste à séparer les grains de pollen de la matière qui les entoure afin de pouvoir en observer la morphologie sur une lame microscopique.

Elle est applicable uniquement aux miels extraits par centrifugation car la composition en pollen est modifiée dans les miels obtenus par pression ou filtration.

L'analyse pollinique des miels demande beaucoup de patience et une certaine expérience pour une bonne identification des pollens (**Louveaux, 1968**).

Deux types d'analyse pollinique sont proposés par les laboratoires :

- **l'analyse pollinique qualitative** consiste en l'identification des pollens présents dans l'échantillon afin d'en déterminer globalement la nature : miel de montagne, miel de plaine, miel exotique, etc.

- **l'analyse pollinique quantitative** consiste en l'identification fine de chaque pollen.

C'est une analyse assez longue de par la diversité des pollens rencontrés, de l'ordre de la centaine. Le spectre pollinique est le pourcentage de chacun d'entre eux.

3- Techniques

L'extraction du pollen présent dans le miel est basée sur la différence de densité entre le pollen et le miel dilué.

3-a- Méthode de Louveaux 1970

Cette technique est utile pour étudier les miels pauvres en pollen, tel que le miel de lavandin, par exemple.

10 grammes d'un miel bien homogénéisé sont versés dans un bécher. On les dilue dans 20 ml d'eau tiédie acidulée (préparée en mélangeant 5ml d'acide sulfurique dans 1 litre d'eau). Le bécher est placé sur une platine chauffante jusqu'à dilution totale du miel (environ 30 minutes à 56°C).

La solution est centrifugée pendant 10 minutes à 3500 tours-minute et le liquide surnageant est jeté de façon à ne conserver que le culot de centrifugation. (Les durées et vitesses de centrifugation peuvent varier selon les cas).

Ce culot est ensuite mis en suspension dans de l'eau distillée puis centrifugé à nouveau 10 minutes à 3500 tours-minute. Le surnageant est éliminé.

On aspire ensuite le culot à l'aide d'une pipette Pasteur et on le dépose sur une lame. On laisse évaporer l'excédent d'eau sur la platine chauffante avant de déposer une goutte de gélatine glycérolée qui fixera la préparation.

3-b- Méthode par acétolyse

La méthode de l'acétolyse permet l'étude précise de la morphologie pour l'identification des grains de pollen. Elle permet une observation fine et rigoureuse de la structure de la paroi pollinique, élément qui devient indispensable dans le cas des régions où la flore mellifère est mal connue. En revanche, elle détruit les éléments accessoires des miels tels que levures, spores et algues utiles pour déterminer si un miel a fermenté ou contient du miellat. Par conséquent, on la préférera pour l'étude des pollens exotiques, mais pas pour une analyse de miel en routine.

Cette méthode a été mise au point par Erdtman et a été précisée par Gadbin C. en 1979 dans la revue *Apidologie* (**Lequet, 2010**). Étant donné la nécessité de manipuler des mélanges d'acides à chaud sous une hotte, cette méthode ne peut être réalisée qu'en laboratoire.

Là aussi, 10 grammes d'un miel bien homogénéisé sont versés dans un bécher, puis dilués dans 20 ml d'eau tiédie acidulée. Le bécher est placé sur une platine chauffante jusqu'à dilution totale du miel (à environ 40°C).

La solution est centrifugée pendant 10 minutes à 3500 tours-minute et le liquide surnageant est jeté de façon à ne conserver que le culot de centrifugation.

Ce culot est ensuite mélangé à 10 ml d'acide acétique avant d'être centrifugé à nouveau 10 minutes à 3500 tours-minute. Le surnageant est éliminé.

Un mélange de 9 volumes d'anhydride acétique pour 1 volume d'acide sulfurique est versé au goutte à goutte. 2 ml de ce mélange sont versés sur le culot. Le tout est porté au bain marie à 100°C pendant 1 minute. L'acétolyse est ensuite bloquée en remplissant le tube avec de l'acide acétique.

Trois centrifugations avec rinçage à l'eau distillée seront réalisées, avant de monter le culot entre lame et lamelle.

La figure 29 ci-après est une fiche technique qui aidera l'apiculteur amateur qui souhaiterait réaliser ses propres analyses polliniques.

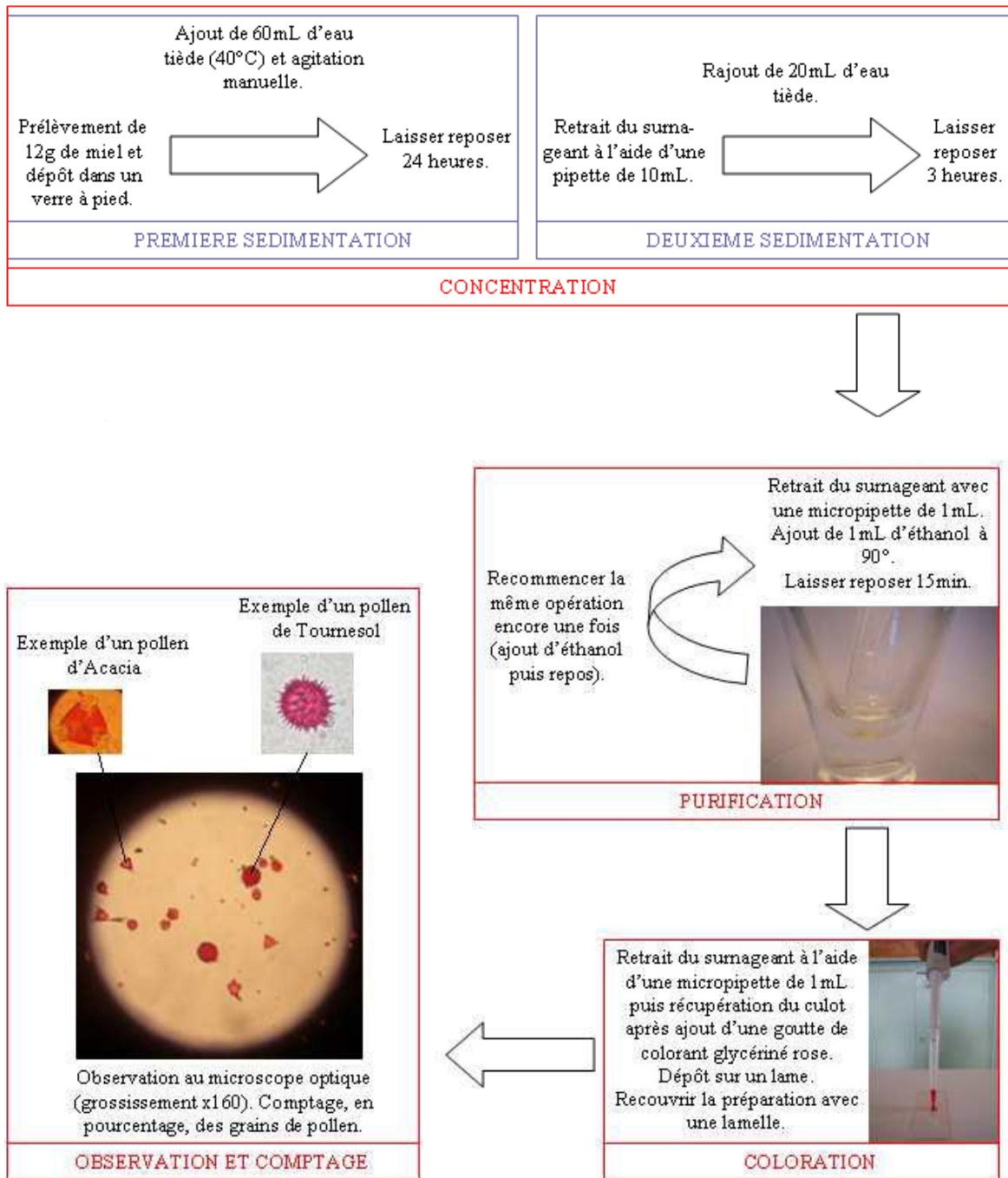


Figure29 : Protocole d'extraction du pollen pour son observation (Lequet, 2010).

4- Identification des grains de pollen

Comme nous l'avons vu dans le premier paragraphe, l'identification se fait au microscope à différents grossissements. La morphologie des grains est variée et caractéristique. Les caractères considérés sont la symétrie, la forme, la taille, les ouvertures (pores ou sillons) ainsi que l'ornementation de l'exine.

Il est possible de créer sa propre base de référence des pollens récoltés dans notre région (**figure 30**). C'est cependant un travail de longue haleine au vu de la diversité de la flore butinée par nos abeilles.

5-Dénombrement

La lame microscopique est observée dans son intégralité. Elle comporte tous les pollens contenus dans 10g de miel. L'analyse quantitative impose le comptage de 1200 pollens.

La méthode officielle définit les classes de fréquences des grains de pollen :

5-1-- **Pollens dominants et principaux** (> 45%) (Pollens les plus représentés ou bien pollens nectarifères donnant la miellée),

5-2- **Pollens d'accompagnement** (entre 16 et 45 %)

Ces deux classes donnent l'origine florale du miel.

5-3- **Pollens isolés importants** (entre 3 et 15%) (Ces pollens sont le reflet de la flore d'une région et permettent de reconstituer la couverture végétale : prairie, montagne, maquis, etc.),

5-4- **Pollens isolés ou rares** (< 3%) (Ces pollens sont très importants pour la détermination de l'origine géographique).

6- Interprétation des résultats

Après l'identification du grain de pollen, l'interprétation de la lame dans sa globalité est tout aussi délicate. Elle combine à la fois l'identification et le dénombrement. Elle doit en effet révéler une association cohérente et logique des espèces en rapport avec la couverture végétale correspondant au climat de la région de provenance de l'échantillon. Il est donc nécessaire d'avoir de bonnes connaissances en écologie et en botanique.

Comme nous l'avons vu précédemment, le miel peut avoir deux origines différentes.

D'une part, le **nectar** sécrété par les nectaires de certaines plantes à fleurs et, d'autre part, le **miellat** issu de la sève élaborée de végétaux. Ni le miellat ni le nectar ne contiennent de grains de pollen à l'état natif. Ces grains de pollen, sont cependant de bons marqueurs de l'environnement d'où provient le miel (**Lequet, 2010**).

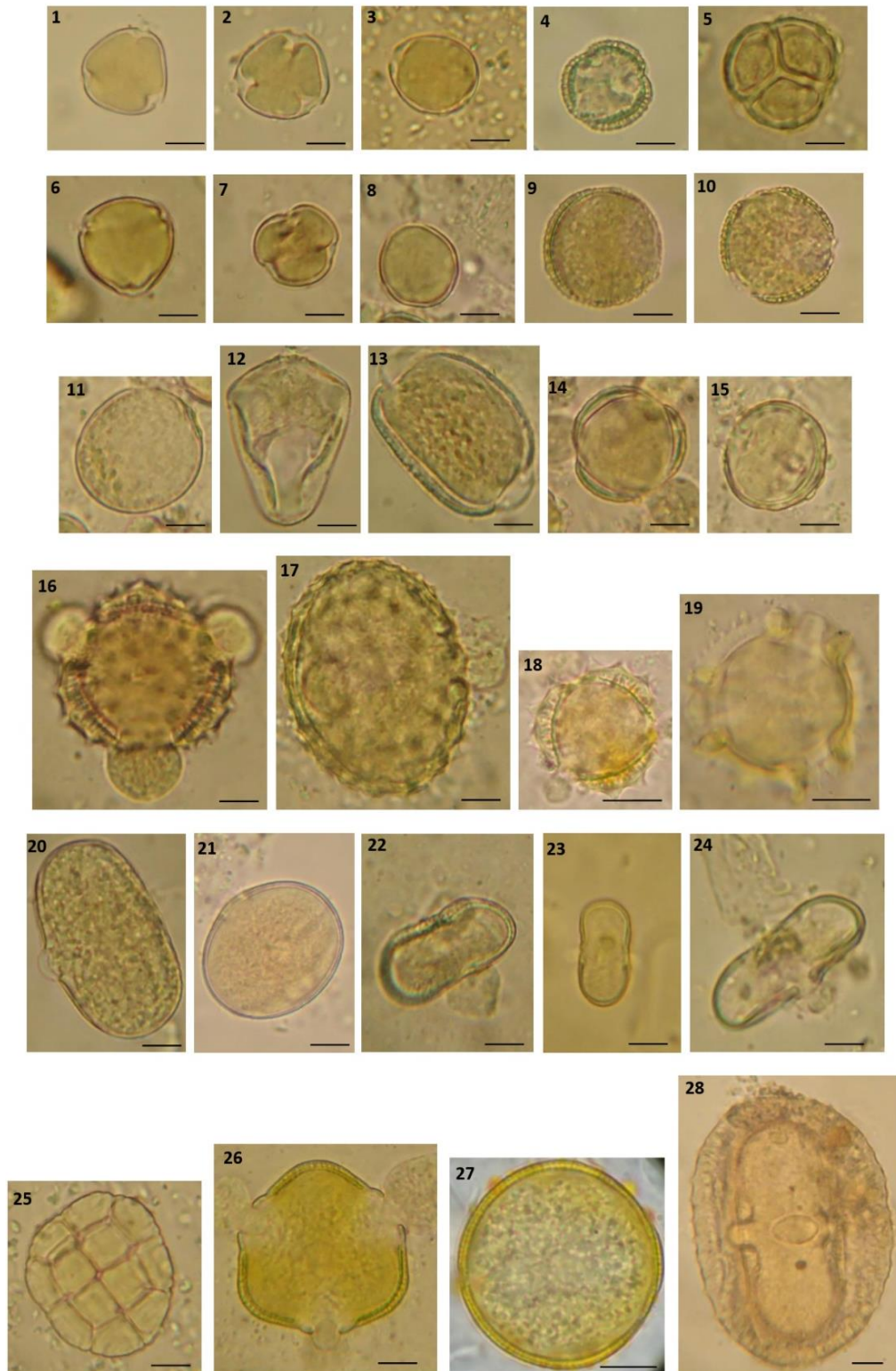


Figure 30. Quelques types polliniques identifié dans le miel de jujubier.1-3: *Ziziphus lotus*; 4: *Olea europaea*; 5: *Erica arborea*; 6-8: *Peganum harmala*; 9-10: *Brassica napus*; 11: Poaceae; 12: *Carex*; 13: *Muscari comosum*; 14-15: *Centaurea*; 16: *Carduus*; 17: *Carthamus*; 18: *Matricaria*; 19: *Taraxacum*; 20: *Vicia*; 21: *Trifolium*; 22: *Daucus carota*. 23: *Pimpinella anisum*; 24: *Eryngium*; 25: *Acacia*; 26: *Euphorbia*; 27: *Cistus*; 28: *Echinops spinosus*. Scale bars = 10 μ m (Zerrouk et al., 2020).

7-Origine des pollens dans le miel

Tout miel produit dans des conditions naturelles contient toujours de petites quantités de pollen qui varient qualitativement et quantitativement en fonction de l'origine géographique et botanique des échantillons. Ces pollens proviennent des fleurs que l'abeille a visitées. L'accès au nectar met obligatoirement les butineuses en contact direct avec les étamines, lesquelles perdent une partie de leur pollen qui est capturé par la pilosité de l'abeille. Il est par ailleurs certain qu'avant même le passage de l'abeille, le pollen peut commencer à tomber mûr sur le nectar lorsque la morphologie des fleurs le permet. Il s'agit là d'un véritable marquage car les grains associés au nectar vont le suivre dans le jabot de la butineuse, dans les cellules du rayon puis dans le miel extrait (**Homrani, 2020**).

7-1-Intérêts de l'analyse pollinique

7-1-1-Contrôle des appellations

En fonction de leurs appellations, les miels ont une valeur commerciale différente.

Dans le cas d'un miel monofloral, l'analyse pollinique donne une indication de l'origine botanique et de la provenance du miel.

Dans le cas d'un miel polyfloral, elle indique la région d'origine et la dominance de miellées.

S'il faut trancher entre miel de nectar et miel de miellat : l'absence de spores semble être caractéristique des miels de nectar. En effet, le vent transporte des spores qui peuvent se déposer sur les exsudats de pucerons mais à priori pas à l'intérieur des fleurs, sur le réceptacle floral, protégées par le périanthe.

7-1-2-Dilution des miels

Afin de vendre une quantité plus importante de miel, certains apiculteurs peuvent être tentés d'ajouter à leur récolte une certaine quantité de sirop de sucre.

Une analyse pollinique très pauvre en pollen peut laisser suspecter une telle adultération, qui sera ensuite confirmée par une technique physico-chimique (**Kerkvliet et al., 1995**).

7-1-3-Mélanges de miels

L'origine des miels commercialisés est, nous l'avons vu, très réglementée. Certains apiculteurs, toujours dans un souci de profit, mélangent leur miel d'acacia avec du miel d'acacia de Hongrie par exemple.

Cela constitue une fraude d'appellation.

L'analyse pollinique permet dans ce cas également de repérer les adultérations.

7-1-4-Propreté du miel

L'observation du miel au microscope permet de détecter la présence de souillures par des spores, débris végétaux, débris animaux, particules terreuses.

7-1-5-Conservation du miel

La présence de bactéries et de levures, susceptibles de favoriser une fermentation, est détectée lors de l'analyse pollinique (Von Der Ohe et al, 2004).

7-1-6-Identification de la plante incriminée dans la toxicité d'un miel

Comme nous l'avons vu précédemment, certains miels peuvent s'avérer toxiques (Rhododendron (*Rhododendron ponticum*), Datura stramoine (*Datura stramonium*), Bois de rempart (*Agauria salicifolia*)¹, etc.). L'analyse pollinique permet d'orienter le diagnostic et l'identification de la plante incriminée (Lequet, 2010).

7-2- Limites

Le spectre pollinique obtenu à partir de l'échantillon nous donne des renseignements intéressants, mais ne permet pas, contrairement aux idées reçues, de déterminer précisément à lui seul, l'origine florale d'un miel.

Ainsi, le profil pollinique des miels est modulé par de très nombreux facteurs. C'est pourquoi les informations données par l'analyse pollinique sont toujours à interpréter avec une très grande prudence (Schweitzer, 2008).

Conclusion

Conclusion

L'abeille est un insecte indispensable à la conservation des écosystèmes dans lesquels elle évolue. En effet, son rôle principal est de participer activement à la pollinisation de nombreuses espèces végétales. Cette pollinisation concerne les espèces de plantes sauvages, mais également les espèces cultivées. Les abeilles dépendent exclusivement du monde végétal pour leur alimentation. Le nectar, le miellat et le pollen constituent les trois aliments essentiels de la colonie. Indépendamment de ces trois aliments, un autre produit végétal est également récolté; il s'agit d'une substance résineuse qui sert, entre autres, à l'aménagement de l'habitat de la colonie : la propolis.

Les produits de la ruche sont depuis des millénaires exploités par l'homme. Ils sont issus de substances naturelles, produits par les abeilles. Leurs utilisations variées assurent un bon marché et représentent un revenu d'appoint pour l'apiculteur. Au nombre de ces produits, le miel est l'un des aliments les plus anciens de l'humanité qui a toujours été apprécié, d'une part pour ses qualités gustatives et d'autre part, pour ses nombreuses vertus thérapeutiques.

La vérification de l'origine botanique et géographique du miel passe par l'analyse pollinique ou dite melissopalynologie. L'analyse pollinique contribue étroitement à la connaissance des rapports de tout ordre existant entre l'abeille et la plante. A ce titre, elle s'intègre aux recherches écologiques, éthologiques et physiologiques car elle permet l'utilisation du grain de pollen comme marqueur et indicateur biologique dans le vaste contexte des relations plante-abeille. En effet tout miel naturel contient en suspension de nombreux grains de pollens qui, une fois isolés, identifiés et dénombrés, permettent d'établir un spectre pollinique se prêtant à diverses interprétations et donnant une image plus précise sur les plantes visitées par l'abeille pendant la fabrication du miel.

L'origine botanique des miels signifie les plantes mellifères butinées par les abeilles (source d'alimentation). Ces plantes sont identifiées par leurs grains de pollen retrouvés dans le miel. Ainsi, la présence des grains de pollen dans le miel est considérée comme un outil biologique précieux, permettant d'identifier la source végétale. L'analyse quantitative et qualitative des grains de pollen des miels permet de caractériser et de contrôler l'origine géographique et botanique des miels, d'évaluer leur valeur nutritive et thérapeutique et de tester leur authenticité. En effet, cette analyse révèle les espèces en rapport avec le couvert végétal, correspondant au climat de la région de provenance de l'échantillon.

Pour s'assurer que le miel arrive au consommateur dans sa forme naturelle et, aussi, avec toutes ses précieuses qualités , il faut donc qu'il soit soumis à un contrôle rigoureux, basé sur des analyses qui doivent répondre à un triple impératif : (i) Contrôle de l'appellation florale, (ii) Contrôle de la qualité qui se définit par la mise en évidence de la dégradation ou non du produit, liée au processus de récolte et de conditionnement.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Al –Mamary M., Al –Meeri A.,Al-Habori M(2002).** Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey . Nutrition Research 22, 1041-1047.
- Aljadi, A. M. et Kamaruddin, M.Y. (2004).** Evaluation of the phenolic contents and antioxidant capacities of two Malaysian floral honeys. *Food Chemistry*, 85: 513-518.
- Amigou M. (2016).** Les résidus de médicaments vétérinaires et de pesticides dans les produits alimentaires apicoles (miel, pollen, gelée royale et propolis). Thèse doctorat. École Nationale Vétérinaire D'Alfort. 165p.
- Amirat A. (2014).** Contribution à l'analyse physicochimique et pollinique du miel de *Thymus algeriensis* de la région de Tlemcen. Mémoire de master en biologie, Université Abou-Bek Belkaid, Tlemcen, p. 16-17.
- Anklam (1998).** Characteristics . aroma profiles of multifloral honeys obtained with dynamic headspaceGC-MS système J A pic R es 31 PP : 96-109.
- Anklam E, Radovic B . (2001) .** Suitable analytical methods for determining the origin of European honey . Am Laboratory ; (May) 60- 6.
- Avisse I. (2014).** Grand traité des miels. Le Sureau. 343p.
- Azeredo L .da C.,Azeredo M.A.A.,de Souza S.R. ,Dutra V.M.L(2003).** Protein contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of different floral origins. *Food Chemistry* 80 :249-254.
- Bakenga M., Bahati M., Et Balagizi K. (2000).** Inventaire des plantes mellifères de Bukavu et ses environs (Sud-Kivu, Est de la République Démocratique du Congo). *Tropicultura*, 18, 2, 89-93.
- Batra S.W.T., 1995.** Les abeilles et la pollinisation. *Apidologie* (26), 365-366.
- Berkani ML. 2008.** Eude des paramètres de développement de l'Apiculture Algérienne. These de Doctorat. INA Alger. 270p.
- Biri ., Melchiorre., Gogue., Yvette et Mandosio., Jean-Marc. (2010).** Tout savoir sur les abeilles et l'apiculture. Paris.
- Blanc M. 2010.** Propriétés et usage médical des produits de la ruche. Thèse de doctorat. Université de Limoges. 144p.
- Blanc M., Chulia A. (2010).** Propriétés et usage médical des produits de la ruche. Thèse de doctorat. Université de Lille.
- Bogdanov S ., Matzke A. (2003).** La propolis – un antibiotique naturel. Edition VDB 6235 Winikon ; 72 pp.
- Bogdanov, S. (2009).** The Book of Honey. Bee Product Science. 105p.

- Bray L., 2005.** Qu'est-ce qu'une plante ? In Le Truffaut - Encyclopédie pratique illustrée du jardin - Ed. Patrick Mioulane. Pub. Larousse , pp 76-77.
- Bruneau E. (2004).** Les produits de la ruche. Ed. RUSTICA. 354-384.
- Chauvin R., 1968.** Les produits de la ruche. Ed, MASSON, Paris, pp 87-89.
- Chefrour A. (2007).** Miels Algériens : Caractérisation physico-chimique et mellissopalynologiques (cas de miels de l'Est de l'Algérie). Thèse de Doctorat d'état, Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie. 194p.
- Chefrour A. (2008).** "Miels algériens : caractérisation physicochimique et melissopalynologique. (Cas des miels de l'est de l'Algérie)".Mémoire de doctorat. Université Badji Mokhra, Annaba.
- Chefrour, A. (2007) :** Miel Algérien : Caractéristique physico-chimique et melissopalynologique (cas des miels de l'EST Algérie). Thèse pour l'obtention du diplôme de Doctorat d'état des sciences, Université Badji Mokhtar Annaba.103p
- Chesnais F., 2004.** Le Traité Rustica de l'apiculture. Ed Rustica, Gravigny, France pp 14-16.
- Ciulu M ., Solinas S., Floris I ., Panzanelli A ., Pilo M I ., Piu P C ., Spano N ., Sanna G. (2011).** RP-HPLC determination of water-soluble vitamins in honey. Talanta 83 (3), 924-929.
- Clement H . (2014).** Rémy Chauvin (Préface), créer son rucher, Edition Rustica, paris. 112 p.
- Clement H. 2011.** Le traité Rustica de l'apiculture. Rustica Ed., 528 p.
- Clément, H. 2011.** Le traité rustica de l'apiculture. Editions Rustica. 528 pages.
- Clement. (2006).** Le Traité Rustica de l'Apiculture. Ed. Rustica/FLER, Paris, 528p.
- Codex Alimentation. (2001).** Programme Mixte FAO/OMS Sur Les Normes Alimentaires. Commission Du Codex Alimentarius. Alinorm 01/25, 1-31.
- Cuvillier, M A. (2015).** Miel, Propolis, Gelée royale: Les abeilles alliées de notre système immunitaire. Thèse de doctorat. Université de Lille 2.
- Desmouliere, A., Bonte, F., Couquet, Y., Rigal, M.L. (2013).** Le miel, quel intérêt en cicatrisation ? Actualités Pharmaceutiques, 52 (531), pp.17-35
- Devillers J . M ., Pham –Delégue M .H., Doré J. C (2004).** Classification of monofloral honeys based on their quality control data . Food chemistry , v 86n2 , p .305-312.
- Draiaia R. (2016).** Caractérisation physico-chimique et appellation botanique des miels Algériens (Cas des ruches Langstroth). These de Doctorat. Universite Badji Mokhtar – Annaba. 279p.
- Garnery, L. 2009.** Biodiversité de l'abeille domestique : Soutien scientifique à la gestion durable de la diversité ainsi qu'à la mise en place de conservatoires génétiques. Laboratoire de Gif/Yvette, France : CNRS.4p.

- Gheldof N. and Engesth N.J. (2002).** Antioxidant capacity of honeys from various floral sources based on the determination of oxygen radical absorbance capacity and inhibition of in vitro lipoprotein oxidation in human serum samples. *Journal of Agriculture and food Chemistry*, 50 :3050-3055.
- Gonnet M. (1982).** Le miel ; composition, propriétés, conservation. INRA station expérimentale d'apiculture. p1, 18.
- Guillaume J-M et Guillaume J-C. (2012).** L'apiculture é cologique de A à Z. Éditeur : M Pietteur. 804p.
- Homrani M. 2020.** Caractérisation physico-chimique, spectre pollinique et propriétés biologiques de miels algériens crus de différentes origines florales. Doctorat 3ème Cycle LMD. Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem. 232.
- Hoyet, C. (2005).** Le miel : De la source à la thérapeutique, Thèse en vue d'obtention de docteur en pharmacie, pharmacie, Université Henri Poincaré-Nancy-1, p. 87.
- Hoyet, C. (2005).** Le miel : de la source à la thérapeutique. Thèse de doctorat. Université Nancy1. 107p.
- Jean-Marie P. (1999).** Le guide de l'apiculture. Troisième édition révisée. p 213, 288.
- Kamal M A., & Klein P. (2011).** Determination of sugars in honey by liquid chromatography. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 18(1), 17–21.
<https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2010.09.003>.
- KERKVLiet J.D., SHRESTHA M., TULADHAR K., MANANDHAR H. (1995).** Microscopic detection of adulteration of honey with cane sugar and cane sugar products. *Apidologie*, 26, (2), 131-139.
- Koechler S. (2015).** Le miel dans la cicatrisation des plaies : un nouveau médicament?. Thèse de doctorat. Université de Lorraine.
- Küçük M., Kolayli S., Karaolu S., Ulusoy E., Baltacı C. and Candan F. (2007) .** Biological activities and chemical composition of three honeys of different types of Anatolia. *Food Chemistry*, 100 :526-534.
- Lacube J. (2015).** L'ABC de l'apiculture, Rustica éditions, p. 219-48-52.
- Laurent J.C., 1976.** Cours d'Apiculture. Inst.Tech.Agri. Mostaganem, pp 80-95.
- Lequet L. (2010).** «Du nectar a un miel de qualité : contrôle analytiques du miel et conseils pratiques a l'intention de l'apiculteur amateur». Thèse d'obtention de garde de docteur vétérinaire. Université Claude-Bernard, Lyon I.
- Lequet L. (2010).** «Du nectar a un miel de qualité : contrôle analytiques du miel et conseils pratiques a l'intention de l'apiculteur amateur». Thèse d'obtention de garde de docteur vétérinaire. Université Claude-Bernard, LYON I.
- Lobreau –Callen D., Marmion V. and Clément M-C. (1999).** Les miels. In (techniques de l'ingénieur) :1-20
- Lobreau-Callen, D et Clement, M-C. (2000).** Les miels. Techniques de l'ingénieur. Agroalimentaire, vol. 3, no F7000, p. F7000. 1-F7000. 20.

- Louveaux J. et Maurizio A. (1970).** Méthodes d'analyse pollinique des miels. Ed. Union des groupements apicoles Français. Paris. pp : 325-330.
- Louveaux J. (1985)** Les produits du rucher . In (les abeilles et leur élevage) :165-199.
- Louveaux J., 1980.** Les abeilles et leur élevage. Ed. Hachette, Paris, pp 123-130.
- Louveaux J. (1968).** L'analyse pollinique des miels. In : CHAUVIN R. Traité de biologie de l'abeille. Editions Masson et Cie, Paris, Tome 3, 325-362.
- Louveaux J. (1970).** Atlas photographique d'analyse pollinique des miels. Tome III. Des annexes microphotographiques aux méthodes officielles d'analyse. Service de la répression des fraudes et du contrôle de la qualité, 24 p.
- Louveaux J., 1975.** L'abeille dans le monde des insectes. Ed. OPIDA, Duhauffour, pp .33-35.
- Louveaux J., Abed L. (1984).** Les miels d'Afrique du nord et leur spectre pollinique, Apidologie 15, 145–170.
- Louveaux, J. 1980.** Les abeilles et leurs élevages. Ed. OPIDA. 215p.
- Makhloufi C, Kerkvliet D, Ricciardelli D.albore G, Choukri A, Samar R (2010).** Characterization of Algerian honeys by palynological and physicochemical methods. Apidologie 41:509-521.
- Marcet M. (2017).** « La cicatrisation des brûlures par le miel ».Thèse pour l'obtention du Diplôme D'état De Docteur En Pharmacie. Université De Bodeaux.
- Mateo R , Bosch –Reig F . (1997) .** Sugars profiles of Spanish unifloral honeys . Food Chem ; 60 : 33-40.
- Meda A., Lamien C. E., Marco R. (2005).** Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. *Food Chemistry*, 91(3): 571-577.
- Meda A., Lamien C. E., Marco R., Et Al. (2005).** Determination of the total phenolic, flavonoïde and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. *Food Chemistry*, volume. 91, n°3, p. 571-577.
- Nair S. (2014).** Identification des plantes mellifères et analyse physicochimiques des miels algériens .Thèse de doctorat. Université d'Oran. 235p.
- Nazarian H., Taghavizad R., And Majd A. (2010).** Origin of honey proteins and method for its quality control. *Pakistan Journal of Botany*, 42(5): 3221-3228.
- Nicolay J. (2014).** Perspectives d'avenir en Apithérapie à l'officine. Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie.
- Popek SA(2002).** Procedure to identify honey type . *Food Chem ; 79 :401-6*
- Qiu PY., Ding HB., Tang YK., Xu RJ. (1999).** Determination of chemical composition of commercial honey by near infrared reflectance spectroscopy. *Journal of the Agriculture and Food Chemistry*, 47, 2760-2765.

- Rabiet E., 1981.** Plantes mellifères, plantes apicoles. Ed. rabiet-Paris pp 12-15.
- Rabiet E., 1986.** Choix et culture des plantes apicoles. Ed. Rabiet-Paris pp 88-95.
- Renault M J. (1990).** Sopres et pollen. New Chatel, Suisse.
- Ronald, S.J. (2011).** Advanced in food nutrition research,: speciality wines. Academic press. 63, 104–105.
- Rossant A. (2011).** Le miel, un compose complexe aux propriétés surprenantes. Thèse de doctorat, Univ. Limoges, 132 p.
- Ruttner, F., Tassencourt, T. L. et Louveaux, J. (1978).** Biometrical statistical analysis on the geographic variability of *Apis mellifera* L. *Apidologie*, 9(4), 363 – 381.
- Sahinler, N., Sahinler, S. et Gul, A. (2004).** Biochemical Composite ion of Honeys Produced in Turkey. *J. Apic. Res.*, 43: 53–56. 7 – 9.
- Schmidt A.V. (2013).** Miel.185p.
- Schweitzer P. (2005).** Miel étranger. *L’abeille de France* Décembre .920.
- Schweitzer P. (2004).** La cristallisation des miels. *L’Abeille de France*, 901, 149-157.
- Schweitzer P. (2008).** Appellations monoflorales et idées reçues. *L’Abeille de France*, 946, 187-189.
- Terrab A, Diez MJ, Heredia FJ(2002).**Characterisation of Moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristics . *Food C hem* ; 79 :337-73
- Tonks, A., Cooper, R.A., Price, A.J., Molan, P.C., Jones, K.P. (2001).** Stimulation of TNF- α release in monocytes by honey. *Cytokine*, 14 (4): 240-242.
- Tonks, A.J., Cooper, R.A., Jones, K.P., Blair, S., Parton, J. and Tonks, A. 2003.** Honey stimulates inflammatory cytokine production from monocytes. *Cytokine*. 21(5) : 242-247.
- Vincent A. (2016).** Abeilles Sauvages : les connaitre, les accueillir, les protéger, ED Delachaux et Nieslté, paris. 128p.
- Von Der Ohe, W., Persano Oddo, L., Piana, M. L., Morlot, M. And Martin P. (2004).** Harmonized methods of melissopalynology. *Apidologie*, 35: S18-S25.
- Widmann S. (2008).** *Free Radical Biology & Medicine*, 52(69), 1–124.
- Zerrouk S, Escuredo O, Rodríguez-Flores MS & Seijo MC. (2020).** Palynological characterisation of sedra honeys (*Ziziphus lotus*) produced in Algeria, Grana, DOI: 10.1080/00173134.2020.1770853
- Zerrouk S., Seijo.M. C., Boughediri L., Escuredo O. and Rodriguez-Flores M. S. (2014).** Palynological characterization of Algerian honeys according to their geographical and botanical origin. *Grana*, 53(2), 147-158.