

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

جامعة عمار ثليجي بالأغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT

كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
قسم البيولوجيا
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire

*En vue de l'obtention du diplôme de **Master***

***Filière** : Sciences Biologiques*

***Option** : Microbiologie Appliquée*

THEME

L'activité antibactérienne de quelques échantillons de miels monofloraux

Présenté par :

Tounsi Khadidja

Zebiri Nour El Houda

Devant le jury composé de :

Président : M. Ahmed Hocine Zerrouki MAA

Examineur: M. Mohamed Chetatha MAA

Rapporteur : M. Zerrouk Salim MCA

Co-Rapporteur : M. MessaoudiOmar MCB

Année universitaire: 2020/2021

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

قَالَ تَعَالَى: ﴿وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَى النَّحْلِ أَنْ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ
بُيُوتًا وَمِنَ الشَّجَرِ وَمِمَّا يَعْرِشُونَ ﴿٦٨﴾ ثُمَّ كُلِي مِن كُلِّ الثَّمَرَاتِ
فَأَسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلُلًا يَخْرُجُ مِنْ بُطُونِهَا شَرَابٌ مُّخْتَلِفٌ
أَلْوَانُهُ فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿٦٩﴾﴾

النحل: ٦٨ - ٦٩

صِدْقَ اللَّهِ الْعَظِيمِ

« O Prophète, ton Seigneur a inspiré aux abeilles leur mode de vie et leurs moyens de subsistance. Il leur a inspiré de prendre les cavernes des montagnes, les cavités des arbres et les treilles pour demeures (68). -Puis Allah - qu'Il soit exalté- leur a inspiré de se nourrir de tous les fruits des arbres et des plantes ; Il leur a rendu disponibles, à cette fin, des moyens que leur Seigneur leur avait préparés et rendus faciles. De leurs estomacs sort un liquide de différentes couleurs, qui apporte une guérison pour les hommes. Il y a dans cette chose merveilleuse des preuves évidentes de l'existence d'un Créateur Tout-Puissant et Sage, pour un peuple qui réfléchit pour en tirer profit et gagner ainsi un bonheur permanent (69) »

(Sourate El Nahl : verset 68 – 69).

REMERCIEMENTS

*En premier lieu, nous remercions Allah le tout puissant
pour
son aide et pour nous avoir donné l'énergie, le courage et
l'enthousiasme pour terminer notre travail.*

*Nous voudrions présenter nos remerciements à notre
encadreur Mr Zerrouk Salim maître de conférences « B »
à l'université d' Ammar thlidji de laghouat pour avoir
accepté diriger ce travail, pour le temps qu'il a consacré à
nous apporter les outils indispensables à la conduite de
cette recherche, pour le temps qu'il consacré pour le
terrain et pour ses conseils ainsi que la confiance qu'elle
nous a donné au cours de cette étude.*

*Ainsi que les personelles de laboratoire de biologie pour
leurs aides, et une salutation d'appréciation et de respect
au professeur GOUZI pour son aide et biensur ses précieux
conseils et aux honorables membres du jury merci à tous
pour votre accord à l'évaluation de notre recherche et
d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs
propositions.*

*Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à
nos parents, nos amis en particulier Dr Rayane et
feriel ainsi que tous ceux qui nous ont toujours soutenus et
encouragés au cours de la réalisation de ce modeste
travail.*

DÉDICACE

Au nom du DIEU clément et miséricordieux et que le salut de DIEU, soit sur son prophète MOUHAMED.

Avant tous je remercie mon Dieu qui m'a donnée la volonté de continuer mes études et faire ce modeste travail.

A mes chères parents pour leurs amours et leur support continu, pour leurs conseils d'or tout à la longue de ma vie

A mon frère mohammed qui m'a aidé et encouragé pour continuer mon chemin Universitaire.

A toute ma famille mes soeurs et frères qui sont toujours à mes côtés.

A tous ce qui m'ont aidé de près ou de loin dans la réalisation de ce travail

A tous mes enseignants, je leurs exprime ma profonde gratitude.

Khadija

اهداء

الحمد لله الذي الف صلاة وسلام على خير الانام محمد وعلى اله وصحبه اجمعين
الحمد لله الذي وفقني لاتمام هاته الدراسة واسبل علي من فضل توفيقه لي لكي اصل لهاته المرحلة
واقدم هذا العمل فالشكر للواحد الاحد.

اهدي ثمرة هذا العمل الى اغلى واروع والطف واحن وارقى ماخلق ربي ...

الى ابي

الى من تعب واكدى لكي يرى راحته في نجاحي...

ربما لن يكون لهاته الحروف سوى صدى الذكريات لا مجال لان ننتظر من سافرت ارواحنا شوقا لهم
لمن احترقت عبراتنا حيننا لحلاوة ابتسامتهم وللفرح الذي ينثرونه فقط لوجودهم بجانبنا تلك هي
السعادة السريالية التي لن نعيشها وهذا الواقع الذي يصبح حقيقة مطلقة في كل ما يمر بنا ليت لنا
من لقاءهم سطوة وهلة فقط ليدركوا ان كل ما وصلنا وسنصل له باذن المولى كان لوجودهم بجانبنا
لدفء الامل الذي يغرسون فرحه بنا طيب الله ثراك يا اغلى روح سكنت روحي يا ابي الغالي رحمك
الله واسكنك جنان الفردوس يارب العالمين.....

الى امي...

الى ياسمينتي وحلاوة ايامي ودهري لاجمل ما رات عيناى وعشقت روحي لسيدتي وحببتي وتاج
وقاري لنور عيني ورود الكون تستحي من طيبة ابتسامتك امي الحبيبة حفظك الله لي واطال في
عمرى وادام ايتسامة الامل تلك الرفيقة التي تحتضن حزني بفرح السنين .

الى اخوتي

عيسى. احمد. وفتح الله كل الشكر لاحباى لدمكم ومحبتكم كل الشكر لتواجدكم معي وبجانبي
حفظكم الله ووفقكم وسدد خطاكم...

نور الهدى..

Liste des abréviations

M : miel

MH : Muller Hinton

MHB : Muller Hinton Bouillon

GN : Gélose nitritif

DO : densité optique

CMI : concentration minimale inhibitrice

CMB : concentration minimale bactéricide

μL : microlitre

mm : millimètre

ml : millilitre

°C : degré Celsius

H: heure

HMF: hydroxymethylfurfuraldehyde

MCD: mast cell degranulating peptide

Liste des figures

Numéro	TITRE	PAGE
1	Schémas comparatifs de différentes espèces d'abeilles.	7
2	Morphologie générale de l'abeille	8
3	La reine, l'ouvrière et le mâle	9
4	Le développement des trois castes	10
5	Cire d'abeille	12
6	Propolis	14
7	Deux cellules royales montrant des larves d'abeilles européennes dans de la gelée royale	16
8	Le venin	18
9	phénomène de cristallisation du miel	27
10	l'aspect de miel de colza et d'acacia	31
11	les différentes couleurs du miel	32
12	Le miel et la cicatrisation des plaies	36
13	Production de peroxyde d'hydrogène (H ₂ O ₂).	37
14	observation microscopique de la morphologie des grains de pollen	41
15	schéma d'un grain de pollen	42
16	Les échantillons du miel étudiés	45
17	refractomètre	48
18	Lecture de degré Brix sur le Refractomètre	49
19	les repiquages des souches.	52
20	les souches après le repiquage	53

21	Technique de séchage des boites de pétri.	54
22	Technique de culture en nappe par écouvillonnage	55
23	Echantillon de miel de jujubier (à l'objectif x40)	59
24	Echantillon de miel d'Eucalyptus (à l'objectif x40)	60
25	Echantillon de miel Toutes fleurs (à l'objectif x40)	60
26	Echantillon de miel des agrumes (à l'objectif x40)	61
27	Distribution de la teneur en eau des miels analysés	62
28	Distribution des sucres totaux des miels étudiés	64
29	Le pouvoir antibactérien des miels testés selon la méthode de puits.	66

Liste des tableaux

Numéro	TITRE	PAGE
1	Composition moyenne de la gelée royale.	13
2	Composition moyenne de la matière sèche du venin d'abeille	15
3	Composition moyenne des miels	20
4	Lieux, date de récolte et aspect caractéristique des échantillons de miel	42
5	Résultats des analyses physicochimiques	56

Sommaire

Dedicaces et Remerciment

Liste des tableaux et figures

Liste des abréviations

Résumé

Introduction.....1

PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.

Chapitre I : Généralité.

I.1.L' abeille.....4

I.1.1 Organisation sociale et morphologique chez l'abeille domestique6

I.2 Les produits de la ruche.....9

I.2.1. La cire.....9

I.2.2. La propolis.....10

I.2.3. La gelée royale.....12

I.2.4. Le venin.....14

I.2.5. Le miel.....16

I.2.5.1. origine du miel16

I.2.5.2.Elaboration du miel16

I.2.5.3. Types du miel.....18

I.2.5.3.1. Miel mono floraux (miel cru).....18

I.2.5.3.2 .Miel poly floraux (multi floraux).....18

I.2.5.3.3. Miel de miellat.....18

I.2.5.4. Qualité du miel.....19

1.2.5.5. Composition chimique du miel.....	20
--	----

Chapitre II : Les Propriétés du miel.

2.1 Propriété physicochimiques.....	22
2.1.1 Propriété physique.....	23
2.1.1.1 Poids spécifique.....	23
2.1.1.2 Indices de réfraction.....	23
2.1.1.3 Hygroscopicité.....	23
2.1.1.4 Cristallisations du miel.....	23
2.1.1.5 Viscosités.....	24
2.1.1.6 Densités.....	24
2.1.1.7 Conductivités électriques.....	25
2.1.2 Propriété chimique.....	25
2.1.2.1 PH et l'acidité	25
2.1.2.2 Indice de réfraction	25
2.1.2.3 Activités de l'eau.....	26
2.1.2.4 Conductivités thermiques.....	26
2.1.2.5 L'abaissent du point de congélation.....	26
2.2 Propriété organoleptique.....	26
2.2.1 Aspect.....	26
2.2.2 Couleur.....	27
2.2.3 Odeur.....	27
2.2.4 Gout.....	27
2.3 Propriété thérapeutique.....	28
2.3.1 Propriété anti inflammatoire.....	28
2.3.2 Propriété antioxydants.....	29
2.3.3 Propriété respiratoire.....	29

2.3.4 Propriété digestives.....	29
2.3.5 Propriété nutritionnelles.....	29
2.3.4. L'effet antimicrobien du miel.....	30
2.4.1 L'effet antibactérien.....	30
2.4.1.1 L'effet osmotique.....	31
2.4.1.2 Le pH acide.....	32
2.4.1.3 Peroxyde d'hydrogène.....	32
2.4.1.4 Activité non peroxydique.....	33
2.4.1.5 La défensine-1	34
2.4.2 L'effet antifongique.....	34
2.4.3 L'effet antiviral.....	34
2.4.5 Analyse pollinique du miel.....	35
2.5.1 Généralités.....	35
2.5.2 Application de la méliissopalynologie.....	35
2.5.3 Description des grains de pollens.....	35
2.5.3.1 L'intine.....	36
2.5.3.2 L'exine.....	36
2.5.4 La morphologie des grains de pollen.....	37
2.5.4.1 Taille de grain de pollen.....	37
2.5.4.2 Couleur de grain de pollen.....	37
2.5.4.3 Symétrie et forme.....	37
2.5.4.4 Apertures.....	37
2.6 Les microorganismes dans le miel.	38

DEUXIEME PARTIE

Chapitre III : Matériel et Méthode

3.1 Lieu de travail	40
3.2 Echantillonnage.....	40
3.3 Le mode opératoire.....	42
3.3.1 Analyse pollinique.....	43
3.3.2 Analyses physicochimiques.....	43
3.3.2.1 Détermination de l'indice de réfraction et la teneur d'eau.....	44
3.3.2.2 Les sucres totaux.....	45
3.3.3 Etude de l'activité antimicrobienne.....	45
3.3.3.1 Matériel biologique.....	45
3.3.3.2 Repiquage revivification et conservation des souches.....	47
3.3.3.3 Méthodes.....	48

Chapitre IV : Résultats et Discussions.

4. 1 Analyse pollinique.....	53
4. 2 Analyses physico-chimiques	56
4. 2.1 La teneur en eau	56
4. 2.2 Les sucres totaux	57
4. 3 Etude de l'activité antimicrobienne.....	57
Conclusion et perspectives.....	62

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Le présent travail est une contribution à l'évaluation de l'activité antimicrobienne de quatre échantillons de miel naturel (jubar, eucalyptus, agrumes et toutes fleurs) sur cinq souches microbiennes à caractère pathogène : *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* et *Candida attc 444*.

Notre étude est basé sur l'évaluation physicochimique (la teneur en eau et en sucres) et l'effet antimicrobien de quatre type de miels, par la technique de diffusion en gélose à travers des puits contient de miel pur et à travers des deux dilutions successifs de 25% et 50%. Les résultats obtenus montrent clairement l'impact du miel naturel sur les souches microbiennes. Cet effet inhibiteur a été constaté pour les quatre échantillons testés avec des différences d'un échantillon à un autre et d'une souche microbienne à une autre.

Mots clés : Miel, Abeille, Miel monfloraux, Activité antimicrobien, Défensine.

Abstract

This work is a contribution to the evaluation of the antimicrobial activity of four samples of natural honey (jube, eucalyptus, citrus fruits and all flowers) on five microbial strains of pathogenic nature: *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* and *Candida attc 444*.

Our study is based on the physicochemical evaluation (the water and sugar content) and the antimicrobial effect of four types of honey, by the technique of diffusion in agar through wells contains pure honey and through two dilutions successive 25% and 50%. The results obtained clearly show the impact of natural honey on microbial strains. This inhibitory effect was seen in all four samples tested with differences from sample to sample and from one microbial strain to another.

Keywords: Honey, Bee, Monfloral honey, Antimicrobial activity, Defensin.

المخلص:

العمل الحالي هو مساهمة في تقييم النشاط المضاد للميكروبات لأربع عينات من العسل الطبيعي (الصدر، الكافور، الحمضيات وجميع الزهور) على خمس سلالات ميكروبية ذات طبيعة ممرضة :

Staphylococcus aureus, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Candidaattc 444*.

تعتمد دراستنا على التقييم الفيزيائي الكيميائي (محتوى الماء والسكر) والتأثير المضاد للميكروبات لأربعة أنواع من العسل ، بتقنية الانتشار في الأجار من خلال أبار تحتوي على عسل نقي ومن خلال تخفيفين متتاليين 25% و 50%. النتائج تم الحصول عليها تظهر بوضوح تأثير العسل الطبيعي على السلالات الميكروبية. شوهد هذا التأثير المثبط في جميع العينات الأربعة التي تم اختبارها مع وجود اختلافات من عينة إلى عينة ومن سلالة جرثومية إلى أخرى.

الكلمات المفتاحية: عسل ، نحل، عسل أحادي الأزهار ، نشاط مضاد للميكروبات، ديفينسين.

INTRODUCTION

INTRODUCCION

L'abeille est apparue sur Terre il y a environ 80 millions d'années. Parmi 20 000 espèces d'abeilles présentes dans le monde du fait de ses grandes potentialités pour la récolte du miel, l'abeille domestique *Apis mellifera* est la plus répandue et celle que l'on connaît le mieux, du fait de ses grandes potentialités pour la récolte du miel (**Pascale et al, 2009**).

L'homme a réussi, au fil du temps, à extraire et exploiter les produits que pouvait fournir une ruche. Il a réussi à tourner à son avantage et à trouver à quoi pouvait lui servir ces dons de la nature : le miel pour ses nombreuses qualités ; le pollen, qui sert à la pollinisation ; la propolis a de nombreuses propriétés ; la gelée royale, source de longévité de la reine ; la cire, utilisée en médecine et cosmétologie ; le venin, trouve une application dans les dermatoses et utilise comme un traitement.

Le miel est une substance de sucre naturel produite par les abeilles (*Apis mellifère*) à partir du nectar des fleurs ou de sécrétions issues des parties vivantes des plantes (miellat). C'est l'un des aliments les plus complexes qui représente une solution hautement concentré en sucres, dont les principaux sont le glucose et le fructose. Il renferme aussi une large gamme de composés mineurs tels que, les vitamines, les minéraux, les protéines, les acides organiques, les flavonoïdes (**Yaiche-et Khali, 2014**).

Selon l'origine sécrétoire on peut distinguer de nombreuses variétés de miel, tel que : le miel du nectar et du miel de miellat. L'origine botanique qui repose sur l'analyse pollinique permet de distinguer : le miel mono floraux et le miel poly floraux.

Les principaux paramètres de miel sont la coloration, l'humidité, la teneur en matière insolubles dans l'eau, la conductivité électrique, le pH, hydroxyméthylfurfural (HMF), activités enzymatique, l'acidité et le spectre de sucre.

Des chercheurs ont récemment démontré scientifiquement les multiples vertus du miel : antibactérien, antifongiques, antiviral, cicatrisant.... (**Clémence, 2005**).

Dans cette optique, le présent travail a pour principal objectif l'évaluation du pouvoir antimicrobien du miel, vis-à-vis de certains micro-organismes pathogènes.

Dans la première partie nous avons étudié la partie théorique qui inclut l'abeille, les produits de la ruche spécialement le miel avec ces propriétés et leur l'effet antimicrobienne, ensuite on présente la deuxième partie pratique incluant matériel et méthodes, et on fin la partie de résultats et discussion. On termine notre travail par une conclusion et quelques perspectives.

Chapitre I: Généralités

I.1 L'abeille

A- Définition

L'abeille est un insecte social appartenant à l'ordre des hyménoptères. Ils sont apparus il y a 45 millions d'années nettement avant l'homme cependant, certains paléontologues découvrirent leurs fossiles dans les ambres de la Baltique depuis plus de 60 millions d'années. (**Hacenefatima, 2016**).

Les familles d'abeilles sauvages sont représentées par 34% des espèces observées appartenant à la famille des Apidae. Cette famille apparaît comme la famille la plus diversifiée au Nord-Ouest d'Algérie (**Bendifallaha et al, 2013**).

Les abeilles sauvages comprennent des espèces de bourdons solitaires, de papillons nocturnes ou encore des mouches syrphes, et ne font pas de miel (le nectar butiné est mélangé avec le pollen, pour en faire de la nourriture pour les jeunes) (**Charlie, 2021**).

Les abeilles dites domestiques, les plus connues, sont celles qui produisent du miel. Leur nom scientifique est *Apis mellifera* pour les abeilles à miel occidentales, et *Apis cerana*, pour les abeilles à miel orientales (**Charlie, 2021**).

B-Classification

L'abeille est un insecte appartenant :

-à la famille des Apidae

-au Genre *Apis* qui regroupe des insectes sociaux vivants en colonies et se multipliant par essaimage (division d'une colonie devenue trop nombreuse aboutissant à la formation de deux colonies).

Les abeilles sont des insectes sociaux en ce sens qu'elles sont capables de récolter de la nourriture et de la mettre à la disposition des habitants de la ruche (**Nadine, 1996**).

L'abeille se caractérise par :

- une métamorphose complète

Généralité

- un métathorax soudé au premier segment abdominal
- des ailes membraneuses avec des nervations formant des dessins d'au maximum seize unités dans l'aile supérieure
- dix à cent tubes de Malpighi qui font partie du système digestif.

Le genre *Apis* compte neuf espèces, réparties comme suit (**Figure 1**):

- *Apis dorsata* et *Apis laboriosa*, qui sont deux grandes abeilles de l'Inde
- *Apis florea* et *Apis andreniformis* ou petite abeille de l'Inde
- *Apis cerana*, *Apis koschewnikovi*, *Apis nigrocincta* et *Apis nuluensis*, qui sont de la taille de notre abeille et se trouvent en Asie du Sud.
- *Apis mellifera*, notre abeille européenne, répandue par l'homme dans le monde entier (**Élodie, 2013**).

ABEILLES, Apidae, Apini, genre Apis
Dessins schématiques et comparatifs de pelages
a) ouvrière b) reine c) mâle

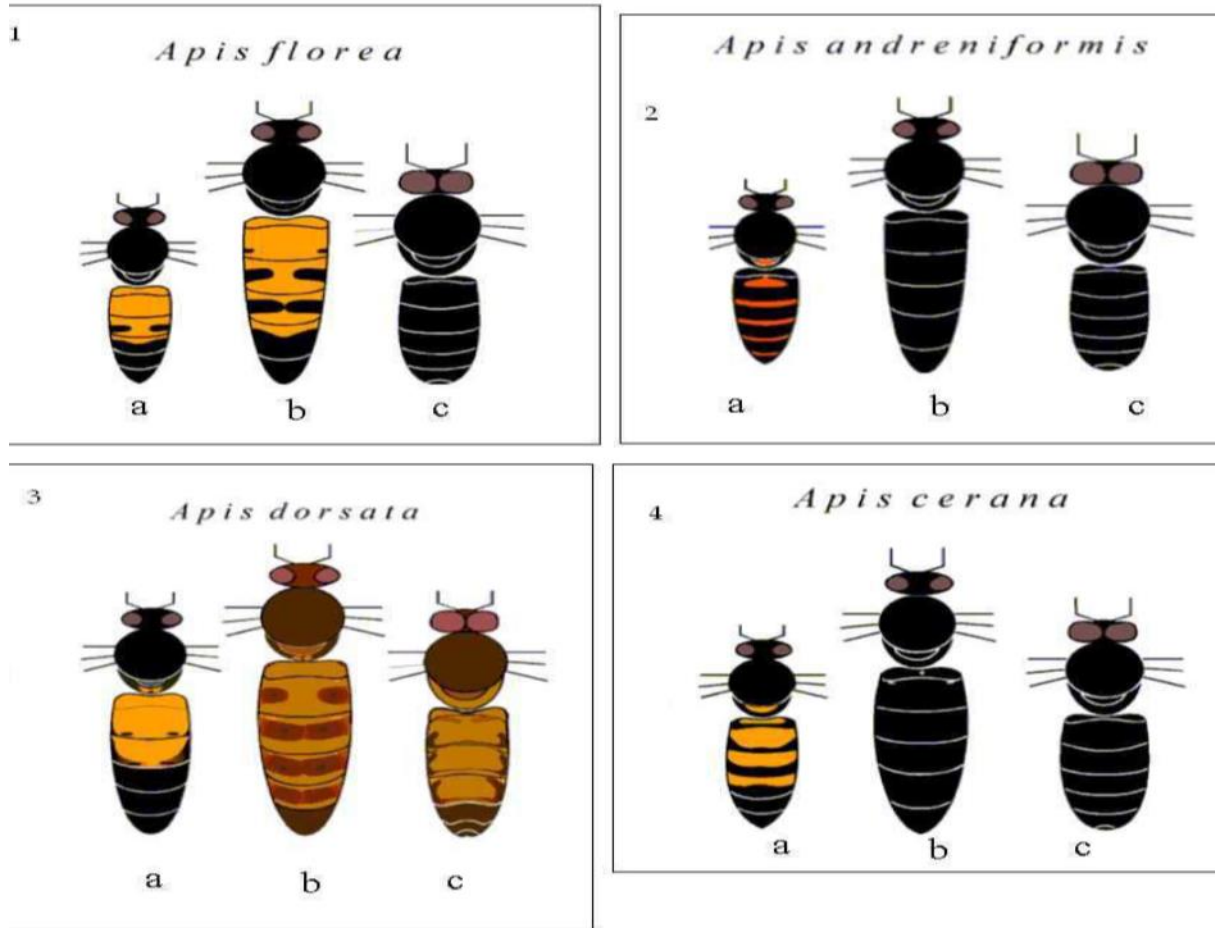


Figure 1 : Schémas comparatifs de différentes espèces d'abeilles (Site web 1)

I.1.1 Organisation sociale et morphologique chez l'abeille domestique

I.1.1.1 Morphologie de l'abeille

Le corps de l'abeille est divisé en plusieurs segments (**Figure 02**). On distingue facilement trois parties, caractéristiques de la classe de insectes, composant le corps de l'abeille : la tête, le thorax et l'abdomen.

La tête est en quelque sorte le centre nerveux et sensitif de l'abeille.

Généralité

On y retrouve les organes des sens (antennes, ocelles, yeux composés) et les pièces buccales. La tête renferme le cerveau de l'abeille, très développé, dû au haut niveau de socialisation de l'abeille. Les glandes hypopharyngiennes, labiales et mandibulaires sont également situées dans la tête de l'abeille.

Le thorax est composé de trois segments soudés: le pro-, méso- et métathorax. Il porte les éléments locomoteurs de l'abeille: trois paires de pattes et deux paires d'ailes membraneuses. Le thorax contient de puissants muscles alaires (**Gilles, 2010**).

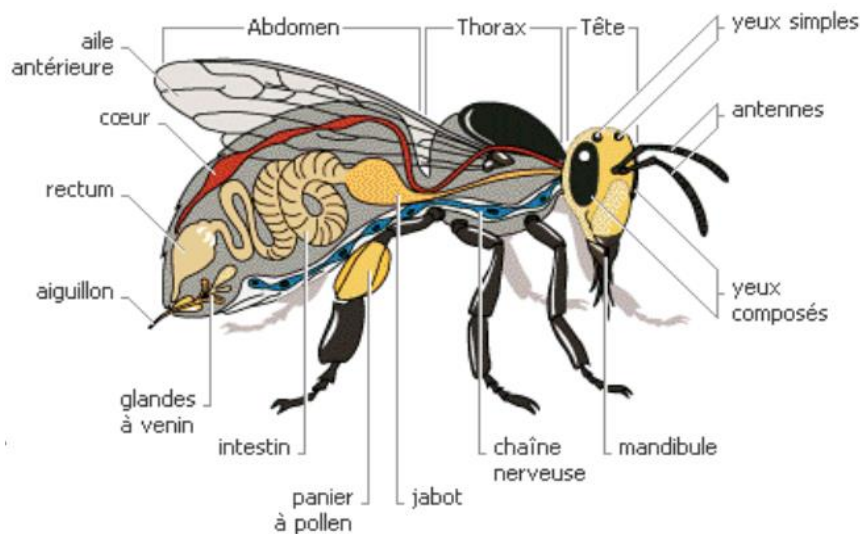


Figure 02. Morphologie générale de l'abeille (**Mackowiak, 2009**)

I.1.1.2 Organisation sociale

Les abeilles possèdent une organisation fascinante. En effet, trois castes structurent la société des abeilles : la reine, les ouvrières et les faux bourdons (**Figures 03, 04**).

Fort différents sur le plan morphologique comme dans leur espérance de vie, les membres de chaque caste assurent une tâche particulière.

Chez les abeilles, Chacun travaille dans l'intérêt du groupe, et de la vitalité de ce dernier dépend la survie de chacun. Au sein de la ruche, aucun individu ne peut vivre seul.

En fonction de la taille et du stade de développement de la colonie, l'effectif de la population peut varier de 20 000 à 80 000 individus, dont : une reine, 1000 à 4000 mâles, le reste étant constitué par les ouvrières (**Alexandra, 2011**).

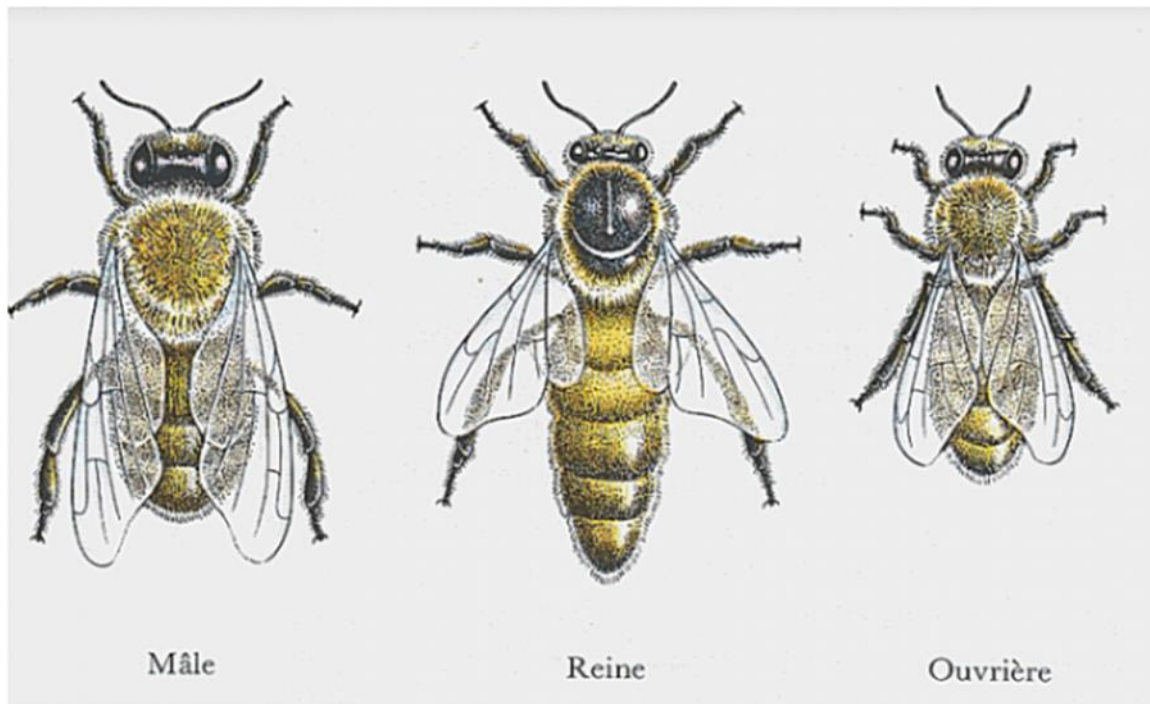


Figure 03 : La reine, l'ouvrière et le mâle (**Site web2**).

I.1.1.2.1 La reine

C'est le seul individu fécondé dans la ruche, la reine assure la ponte des œufs (jusqu'à deux mille œufs par jour en été). Elle vie 4 à 5 ans grâce à son régime à base de gelée royale (**Figure 03**). Elle se reconnaît à son thorax et surtout son abdomen plus développé. La reine agit sur le comportement des ouvrières au moyen de ses phéromones.

I.1.1.2.2 Les ouvrières

Elles portent bien leur nom puisqu'à part la ponte, elles assurent toutes les tâches essentielles à la colonie: entretien, régulation thermique et défense de la ruche, elles nourrissent et élèvent les larves, produisent de la cire, le miel et la gelée royale et élaborent des rayons, elles récoltent aussi du nectar, du pollen et de la propolis.

Au printemps et en été, pendant la période de pleine activité de la colonie, la durée de vie d'une ouvrière est de 27 jours. En hiver, à la faveur d'une activité réduite, celle-ci peut atteindre 5 à 6 mois.

I.1.1.2.3 Les mâles ou "faux-bourdons"

Un peu plus gros que les ouvrières (notamment les yeux), leur seul rôle connu est la fécondation de la reine, au cours de son "vol nuptial". Ils ne possèdent pas de dard (donc pas de piqûre) et ne peuvent se nourrir seuls: leur trompe est trop courte et se sont les ouvrières qui les alimentent (Bakiri, 2017).

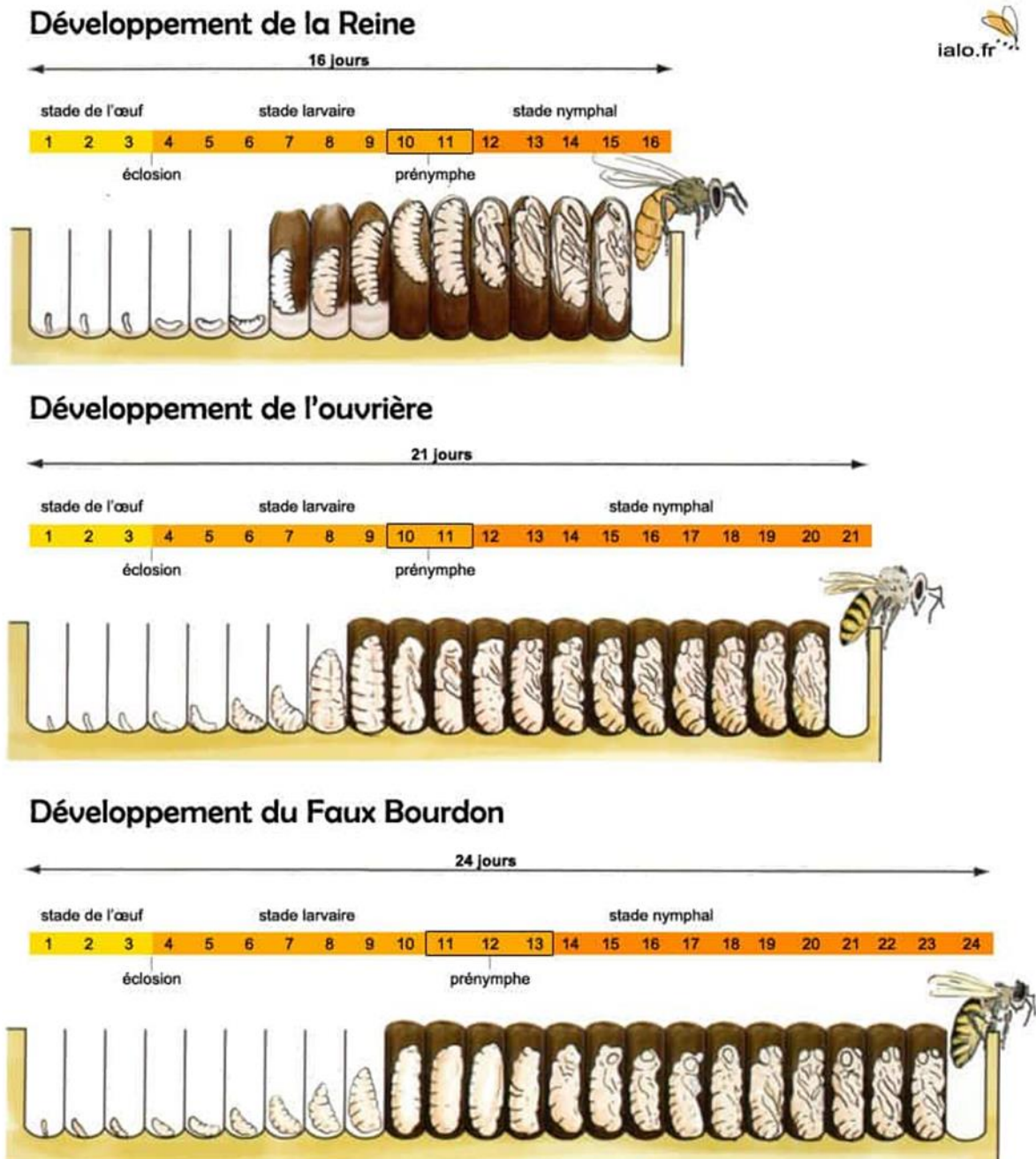


Figure 04: Le développement des trois castes (Site web 3)

I.2 Les produits de la ruche

I.2.1. La cire

La cire d'abeille est une substance grasse fabriquée par les ouvrières, âgées environ de deux semaines, par les quatre paires de glandes à cire qui sont localisées sur la partie ventrale de l'abdomen, elle est fabriquée à partir du miel par la réduction chimique des sucres et en utilisant les protéines du pollen. Cette cire va être triturée, malaxée, mélangée avec d'autres sécrétions et va être appliquée sur les côtés des rayons en construction. Au contact du miel, pollen et propolis, elle va se colorer et perdre sa couleur blanche initiale (**Phillippe, 1999**).

I.2.1.1 Composition chimique

C'est un composé très complexe qui contient plus de 300 molécules d'esters alcooliques, d'acides gras et d'acides libres (acide cérotique), des sucres, avec des traces de propolis, de pollen, de pigments et d'éléments volatils qui lui donnent son parfum caractéristique, des lactones, des hydrocarbures saturés, des alcools libres, de la chrysin, de l'eau et d'autres composés divers comme la propolis, certains pigments, de la vitamine A et des substances non identifiées (**Chorfi et Gattoche, 2019**).

I.2.1.2 Propriétés générales de la cire

La cire (**Figure 05**) est employée en cosmétologie car elle est préconisée pour nettoyer l'épiderme, nourrir et adoucir le derme et prévenir le vieillissement cutané.

De plus, elle a des propriétés anti-inflammatoires et cicatrisantes, utiles dans le traitement de brûlures, d'escarres, de plaies, d'abcès, de vergetures.

Egalement, la cire possède des propriétés anti-oxydantes et antibiotiques issues de la propolis appliquée par les abeilles sur les alvéoles pour protéger la colonie des infections fongiques ou bactériennes (**Blanc, 2010**).



Figure 05 : Cire d'abeille (Amandine, 2019).

I.2.2.La propolis

Est une substance résineuse, aromatique, gommeuse, de couleur variable, récolté par les abeilles sur l'écorce et les bourgeons de certaines plantes ou arbres à laquelle elles ajoutent leurs propres sécrétions comme la salive et la cire (Biri, 2010).

I.2.2.1 Composition chimique

L'origine botanique dont sera issue la propolis constitue le principal facteur responsable de sa composition spécifique. L'autre facteur sera les modifications générées à travers les sécrétions hypopharyngiennes de l'abeille qui vont apporter d'autres éléments spécifiques en plus de certaines transformations (hydrolyse des hétérosides de flavonoïdes en aglycone). De manière générale, la propolis est constituée de 50 à 55 % de résines et baumes, de 30 % de cires et acides gras, de 10 % d'huiles essentielles, de 5 % de pollen et de 5 % de substances organiques et minérales. Parmi ces dernières, on retrouvera beaucoup de flavonoïdes et autres dérivés phénoliques ainsi que leurs esters, des dérivés aromatiques

299 volatils, des minéraux (fer, calcium, zinc, cuivre, manganèse) et des vitamines (C, E et du groupe B) (Nicolas, 2012).

I.2.2.2 Propriétés générales de la propolis

La propolis a tout d'abord une forte action antibactérienne, bactériostatique pour être plus précis, ainsi qu'une action antivirale, grâce à la présence de flavonoïdes et de composés aromatiques (galangine, pinocembrine...) (Figure 06).

Cette action protège la ruche de la pourriture du couvain ou maladie de la loque causée par un bacille.

Elle inhibe aussi le développement des levures pathogènes, ce qui permet d'éviter la décomposition de certains intrus par exemple.

De plus, elle possède des propriétés anesthésiantes locales dues aux huiles essentielles ou encore des propriétés cicatrisantes. Elle lutte aussi contre les caries dentaires, les gingivites, réduit l'inflammation, le risque de thrombose, aide à soigner les troubles ORL, les aphtes, les ulcères gastriques, l'hypertension, les affections pulmonaires, la tuberculose.

La propolis est également connue pour ses actions anti-oxydantes (dus en partie aux flavonoïdes), ses actions antiparasitaires (contre la toxoplasmose), digestives en inhibant les spasmes et l'acidité gastrique ou encore pour son activité anti-cancéreuse in vivo sur des animaux (Cuvillier, 2014).



Figure 06 : propolis (Holtzmann, 2020).

I.2.3. La gelée royale

La gelée royale définit comme un mélange de sécrétions de glandes hypopharyngiennes et mandibulaires d'abeilles ouvrières, sans aucun additif, et précisément : Elle constitue la nourriture des reines au stade larvaire et au stade adulte. Il s'agit d'un aliment brut et naturel, non transformé (hormis la filtration) et exempt d'additifs. La couleur, le goût et la composition chimique de la gelée royale sont déterminés par l'absorption et la transformation par les abeilles nourries avec les deux types d'aliments suivants pendant la période de production de gelée royale :

-type 1 : uniquement les aliments naturels de l'abeille (pollen, nectar et miel);

-type 2 : les aliments naturels de l'abeille et d'autres nutriments (protéines, hydrates de carbone, etc.) (Layazid & Asmani, 2017).

I.2.3.1 Composition chimique

La composition moyenne de la gelée royale est décrite dans le tableau ci-dessous :

Types de composés	Teneur	Détail
Eau	67%	
Glucides	11%	Glucose, fructose, sucrose...
Protéines	12.5%	Acides aminés (dont les 8 essentiels)
Lipides	05%	2 HDA, 10 HDA, acide gluconique, acide dicarboxylique
Vitamines	0.1%	B1, B2, B6, C, E
Minéraux	0.1%	calcium, zinc, sodium, fer, magnésium, potassium
Stérols	0.1%	24-Méthylènecholestérol, β -stigmastérol

Tableau 01: Composition moyenne de la gelée royale (Nenni, 2018).

I.2.3.2 Propriétés générales de la gelée royale

La gelée royale possède de nombreuses propriétés notamment au niveau métabolique, nutritif et énergétique (**Figure 07**).

Elle est, de plus, d'une innocuité totale même à doses élevées. Elle peut par exemple favoriser l'oxygénation des tissus, augmenter la résistance au froid, stimuler l'appétit et accroître la vitalité.

Ses propriétés eupeptiques, analgésiques, hypocholestérolémiantes, érythropoïétiques sont connues et elle possède des applications intéressantes dans certaines douleurs rhumatismales, dans la croissance des prématurés et dans certains symptômes rénaux rencontrés au cours de la grossesse.

On peut également l'utiliser comme antiviral contre l'herpès ou la grippe ou comme antibactérien contre *Escherichia coli* et *Proteus* (**Blanc, 2010**).



Figure 07 : Deux cellules royales montrant des larves d'abeilles européennes dans de la gelée royale (Sylvie, 2016).

I.2.4. Le venin

Dans une colonie d'abeilles domestiques, les ouvrières sont là pour assurer le bon fonctionnement et la défense de la colonie. Si plusieurs ouvrières meurent après avoir piquées, cela n'est pas très grave, car la colonie sera sauvée et l'espèce survivra. Le sacrifice chez ces animaux sociaux fait partie de leur mission. Lorsque l'abeille naît, les sacs qui contiennent le venin sont vides et c'est au bout de 18 jours que le venin atteint sa pleine puissance. C'est à ce moment que l'abeille doit sortir et tenir le rôle de gardienne. Le venin est sécrété par les glandes des abeilles ouvrières et de la reine. La reine possède un dard lisse, qui lui permet de ne pas rester accroché à la victime. Le venin est emmagasiné dans trois réservoirs : deux de substances acides et un de substance basique. Le venin est un liquide incolore ayant une odeur forte, qui varie en fonction de l'alimentation de l'abeille et de la saison. Les mâles, que l'on appelle les faux-bourçons, n'ont pas de dard. Les abeilles piquent principalement lorsque la colonie est en danger, mais elles peuvent également piquer si elles se sentent coincées (Dominic, 2017).

I.2.4.1. Composition chimique

La composition moyenne du venin est décrite dans le tableau ci-dessous :

Types de composés	Teneur
Mellitine	30-50 %
Phospholipase A2	10-20%
Apamine	3%
Hyaluronidase	2%
Peptide MCD (mast cell degranulating peptide)	1%
Histamine	<1

Tableau 02:Composition moyenne de la matière sèche du venin d'abeille (Nenni, 2018).

I.2.4.2 Propriétés générales du venin d'abeille

Le venin et particulièrement la mellitine sont actifs au niveau du système nerveux en bloquant l'influx nerveux. Il stimule également l'axe « hypophyse-surrénale » et donc les mécanismes protecteurs de l'organisme (**Figure 08**).

Il entraîne une vasodilatation cérébrale, abaisse la tension artérielle, interrompt les crampes, diminue la sensation de douleur, est anti-inflammatoire, cardiotonique, anticoagulant et reste un agent immunologique actif. Celui-ci va être utilisé dans le cadre de myalgies, sciatiques, névralgies intercostales, cicatrices douloureuses en diminuant la douleur et l'inflammation créée. De même, le venin trouve une application dans les dermatoses, par exemple le psoriasis ou l'eczéma.

Le venin est impliqué dans une méthode de traitement de la sclérose en plaque, appelé « Bee VenomTherapy » aux Etats-Unis où 40000 à 60000 patients sont traités chaque année par cette substance (**Blanc, 2010**).



Figure 08 : Le venin (Bouchama et Djaouani, 2015).

I.2.5. Le miel

Le miel est la substance sucrée produite par les abeilles à partir du nectar, du miellat et autres matières sucrées qu'elles récoltent sur les végétaux, enrichissent de substances provenant de leur corps, transforment de leur corps, entreposent dans les rayons font murir...

C'est une substance visqueuse d'une coloration très variable pouvant aller du jaune le plus clair au brun très foncé, de saveur très sucrée, acide et plus ou moins aromatique (Nadine, 1996).

I.2.5.1. Origine de miel

Le miel est produit par les abeilles et dérive des plantes qui sont butinées. C'est un composé complexe qui est le fruit de l'interaction entre les fleurs, le sol et les systèmes métaboliques subtils liés à la spécificité génétique des abeilles (Frédéric et al, 2011).

La sève élaborée, matière première du miel, est extraite des vaisseaux du liber de la plante qui la contient essentiellement de deux manières principales :

- Par les nectaires, élaborant le nectar (origine direct du miel) ;
- Par des insectes piqueurs-suceurs (pucerons principalement), excréant du miellat (origine indirecte du miel).

En absence de nectar sur les fleurs, les abeilles prélèvent aussi les matières sucrées des fruits (Bouchama et Djaouani, 2015).

I.2.5.2 Elaboration de miel

I.2.5.2.1 Les éléments de base

a- Le nectar des fleurs

Le nectar, qui est en général la source principale de miel, est le liquide sucré sécrété par les glandes, dites nectarifères, présentes sur de nombreuses plantes. Les nectaires qui abritent ces glandes sont situés le plus souvent dans les fleurs, mais peuvent aussi se trouver à la base de certaines feuilles (**Lequet, 2010**).

b-Le pollen

Le pollen se récolte au moyen d'une trappe (dite «trappe à pollen») disposée à l'entrée de la ruche. Il s'agit d'une grille trop étroite pour que les abeilles puissent la franchir avec les sacs à pollen qui se trouvent sur leurs pattes postérieures. Ainsi, les pelotes de pollen sont retenues par la grille et tombent dans un réceptacle (ou tiroir). La récolte du pollen ne peut se faire que sur une courte période afin de ne pas affaiblir la colonie qui l'utilise pour nourrir ses larves (**Élodie, 2013**).

c- Le miellat

Le miellat est un liquide sucré, par certains insectes tels que les pucerons qui se nourrissent de la sève de certains arbres (sapin, épicéa, chêne, érable, tilleul, peuplier, bouleau...). Ces derniers piquent le végétal, pour prélever l'élément azoté de la sève, et rejettent des gouttelettes sucrées qui se fixent sur les feuilles. Il est plus dense en sucre que le nectar. La récolte du miellat par les abeilles est très aléatoire et dépend de nombreux facteurs, climatiques notamment, Cependant, lorsque les conditions climatiques sont défavorables, le miellat peut représenter une source nutritive intéressante pour l'abeille (**Climent, 2008**).

d-L'eau

Les abeilles transportent l'eau jusqu'à la ruche grâce à leur jabot. Elle est indispensable car les larves en pleine croissance en consomment beaucoup (**Frédéric et al, 2011**).

e-La propolis

Les abeilles récoltent la propolis sur les bourgeons de certains arbres, bouleau, orme, saule, chêne, marronnier d'Inde, et frêne notamment, et sur les écorces d'épicéa, de pin et de sapin. Ce n'est pas un aliment mais elles l'utilisent dans la ruche comme un mastic pour colmater les trous et aseptiser l'atmosphère (**Cardinault et al, 2012**)

I.2.5.2.2 Du nectar au miel

La transformation du nectar en miel commence dans le jabot de la butineuse. En effet, c'est dans le tube digestif que s'amorce la longue conversion : des ferments ou enzymes agissent sur le nectar. Le saccharose du nectar 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. En effet, la butineuse transfère alors sa récolte à des abeilles ouvrières d'intérieur qui vont, par régurgitations successives d'une abeille à une autre, compléter et terminer la transformation commencée, avant d'aller dégorger ce liquide dans les alvéoles de cire disponibles. D'individu en individu, la teneur en eau s'abaisse et le liquide s'enrichit de sucres gastriques et de substances salivaires, notamment des enzymes : invertase, diastase et glucose-oxydase. Simultanément, d'autres sucres sont synthétisés, qui n'existaient pas au départ comme l'erylose et le raffinose. Sucée et étalée plusieurs fois, la solution sucrée va alors subir une nouvelle concentration par évaporation qui s'effectue sous la double influence de la chaleur régnant dans la ruche et de la ventilation assurée par les abeilles ventileuses qui créent, par un mouvement rapide de leurs ailes, un puissant courant d'air ascendant dans la ruche. En moins de cinq jours, le miel passe de 50 % à un peu moins de 18 % d'eau pour 80 % de sucre. Une fois remplie de miel, l'alvéole est obturée par un opercule de cire qui permet de le garder dans de bonnes conditions. Pour obtenir un kilo de miel de nectar on estime

que les abeilles doivent parcourir 40 000 km et doivent visiter plus de 5 millions de fleurs (**Frédéric et al, 2011**).

I.2.5.3. Types du miel

Il existe de nombreuses variétés de miel qui peuvent être classées de façon diverses.

Outre l'origine sécrétoire qui permet de distinguer le miel du nectar, du miel de miellat, l'origine géographique qui repose sur l'analyse pollinique permet de distinguer :

I.2.5.3.1. Miel mono floraux

Un miel uni florale est un miel récolté par les abeilles sur une espèce végétale unique. Detels miels sont exceptionnels, car il est rare que l'abeille ne butine qu'une seule espècemellifère. On peut donc considérer que ces miels unis floraux naturels, sont des mielsprovenant d'une plante déterminée mais non à 100%.

La production d'un miel mono floral reste difficile, elle nécessite l'abondance de fleurs d'une même espèce, l'absence d'espèces concurrentes et la séparation des différentes récoltes par l'apiculteur (**Boudjelloua, 2017**).

I.2.5.3.2 .Miel poly floraux (multi floraux)

Ces miels sont élaborés à partir du nectar et/ou du miellat provenant de plusieurs espèces végétales. Il peut y avoir la dominance d'un pollen accompagné par d'autre en petite quantités ou bien il peut présenter une mosaïque de pollens. Pour valoriser leur spécificité et permettre au consommateur de reconnaître leur caractère dominant, les apiculteurs indiquent leur origine géographique (**Boudjelloua, 2017**).

I.2.5.3.3. Miel de miellat

Le nectar n'est pas la seule matière première naturelle que les abeilles utilisent pour fabriquer le miel. Dans certaines régions, elles utilisent aussi largement le miellat (**Boudjelloua, 2017**).

Le miellat est récolté par les abeilles en complément ou en remplacement du nectar afin de produire un miel plutôt sombre, moins humide que le miel de nectar Toutefois, a récolté du miellat par les abeilles est très aléatoire

Généralité

essentiellement sur les arbres forestiers ou d'ornementation comme le sapin, l'épicéa, le pin sylvestre, le tilleul et le chêne (**Frédéric et al, 2011**).

I.2.5.4. Qualité du miel

Un miel de qualité est avant tout un miel fraîchement récolté dont le taux d'humidité est en dessous de 18%, et qui a été bien filtré et décanté (**Figure 9**).

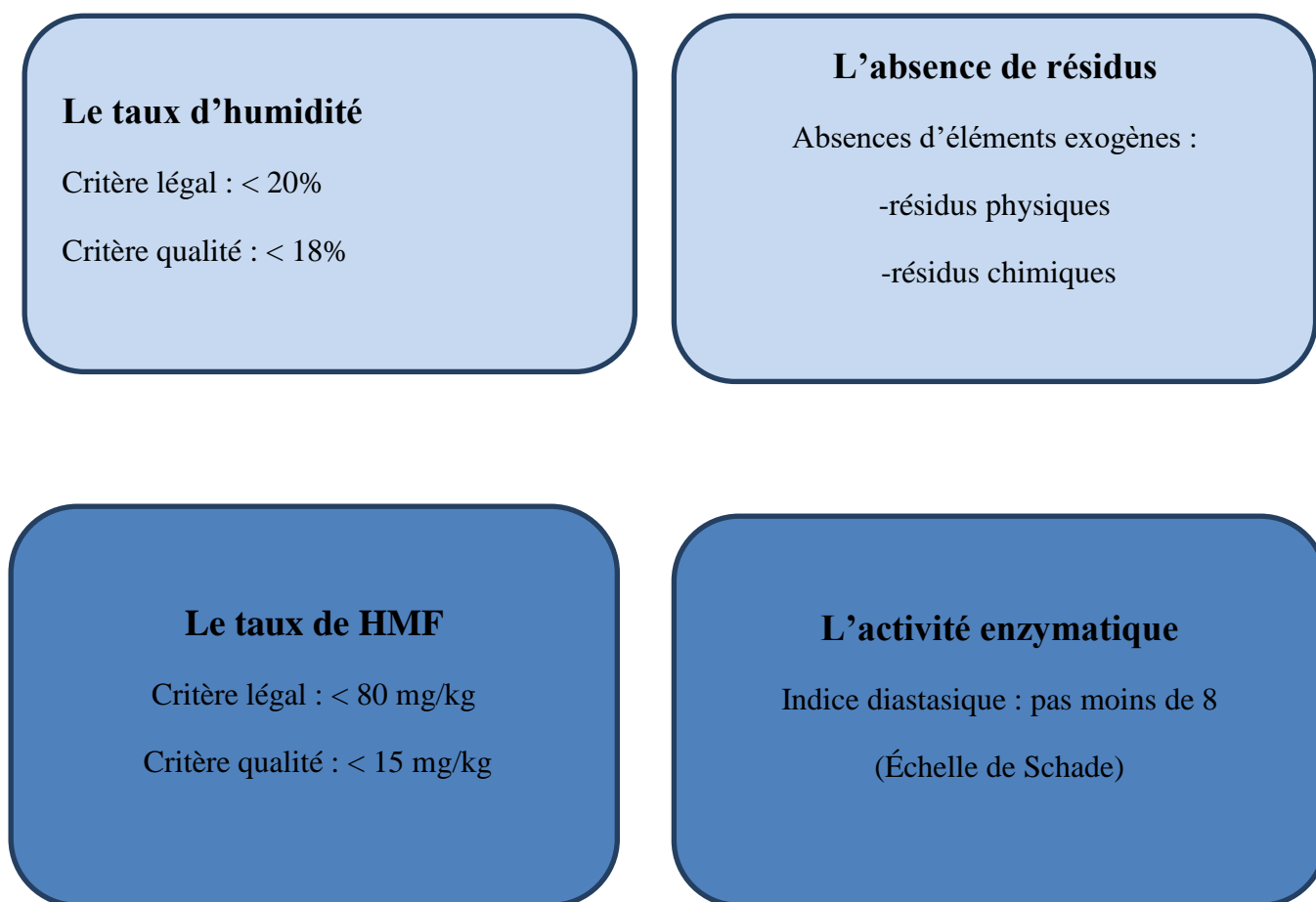


Figure 9 : Les 4 principaux critères de qualité d'un miel (Site web 04)

I.2.5.5. Composition chimique du miel

La composition moyenne d'un miel est décrite dans le tableau ci-dessous :

Types de composés	Teneur	Détails
Eau	18-20 %	
Glucides	78-80 %	Monosaccharides: glucose, fructose Disaccharides: maltose, isomaltose, saccharose Polysaccharide: erlose, raffinose, mélézitose
Acides organiques	traces	Acides gluconique, formique, malique, citrique, succinique, oxalique, acétique
Protéines et acides aminés	0-0.18 %	Défensine, albumine, globuline, proline, tyrosine, leucine, histidine, glycine, méthionine, acide aspartique
Lipides	traces	Acides palmitique, oléique, linoléique, butyrique, caprique, caproïque, valérique
Minéraux et oligo-éléments	0.3 %	Potassium, fer, calcium, zinc, chrome, sodium, manganese, magnesium, cuivre, nickel, cobalt
Enzymes		Gluco-oxydase, catalase, diastase, phosphatase, amylase α et β , invertase, α -glucosidase
Vitamines	traces	B1, B2, B3, B5, B6, B8, B9 et parfois C, A, E, D, K
Pigments		Caroténoïdes, polyphénols
Substances aromatiques		Alcool, aldéhyde, acétone, esters
Divers		Peroxyde d'hydrogène, HMF, résidus médicamenteux, pesticides, métaux lourds

Tableau 03 : Composition moyenne des miels (Nenni, 2018).

CHAPITRE II : Les Propriétés du miel

Propriétés du miel

Le miel est un mélange très complexe. Sa composition ainsi que ses qualités organoleptiques (couleur, odeur, consistance, saveur) dépendent de la période de l'année et, surtout de l'emplacement des ruches au sein de l'environnement végétale, ainsi que de la zone géographique et de l'origine botanique de la source du nectar.

2.1 Les Propriétés du miel

Le miel est un aliment naturel, visqueux, aromatique qui est apprécié pour son goût, sa saveur ainsi que ses valeurs nutritives, consommé par plusieurs personnes dans le monde entier.

Le miel est un produit vivant qui subit au cours du temps un certain nombre de modifications aboutissant à la perte de ses qualités essentielles.

La composition et les propriétés du miel dépendent de plusieurs facteurs parmi lesquels on cite l'origine botanique et type d'abeille.

Le fait de la variété importante des produits de la récolte des butineuses, les caractéristiques physico-chimiques et gustatives peuvent être très distinctes d'un miel à l'autre, de ce fait, il n'existe pas un type de miel mais une multitude de variétés de miels aux propriétés différentes (**Gheldof et al, 2002**).

2.1 Les Propriétés physico-chimiques

Le miel contient un très grand nombre de substances, mais il existe entre les miels des variations de composition relativement importantes qui sont liées à leur origine florale et géographiques.

Les principaux paramètres de miel sont la coloration, l'humidité, la teneur en matière insolubles dans l'eau, la conductivité électrique, le pH et l'acidité, le spectre de sucre, l'activité de l'amylase également appelé indice diastasique, l'activité de l'invertase, et pouvoir rotatoire.

Les caractéristiques physico-chimiques des miels sont très importantes, leur interprétation permet de déduire non seulement l'état de fraîcheur du miel mais également ses conditions optimales de conservation ainsi que sa qualité.

Propriétés du miel

Certaines d'entre eux participent aussi à l'identification de l'origine florale d'un miel. Ces propriétés consistent l'un des facteurs majeurs déterminants la qualité du miel (Bogdanov et al, 1997).

2.1.1 Propriété physique

Le miel présente selon l'origine de la plante à partir de laquelle il a été fabriqué, et selon la composition de ses sucres, des caractéristiques physico-chimiques particulières (Oussama, 2010).

2.1.1.1 Poids spécifique

Il s'apprécie avec un densimètre, c'est une donnée très utile pouvant être utilisée pour mesurer la teneur en eau des miels. On peut admettre une moyenne de 1.4225 à 20°C (Descottes, 2004).

2.1.1.2 Indice de réfraction et l'humidité

Il est inversement proportionnel à l'humidité du miel, cette propriété est d'ailleurs utilisée pour mesurer la teneur en eau d'un miel en se référant à des tables de correspondance.

L'indice de réfraction permet de calculer une variable très importante, la teneur en eau. Il est d'autant plus élevé que la teneur du miel en eau est faible. Il oscille entre 1,47 et 1,50 à une température de 20 °C. La teneur en eau d'un miel provient essentiellement de l'humidité.

L'humidité du miel est un paramètre de qualité qui affirme la capacité de miel à empêcher le développement de micro-organismes tels que les levures, les champignons et les bactéries.

Si le produit est mis en contact de l'air ambiant plusieurs mois, son hygrométrie augmente ce qui va permettre la survenue de la fermentation (Werner et Laccourreye, 2011). La norme de Codex Alimentarius (2001) indique que la teneur en eau maximale est de 21 %. Au-delà de cette valeur, le miel est considéré comme étant facile à se fermenter (Kantaoui et Kherazze, 2016).

Propriétés du miel

2.1.1.3 hygroscopicité

Le miel a tendance à absorber l'humidité de l'air, en effet, le fructose à un grand pouvoir hygroscopique. Ainsi, un miel contenant 18% d'eau peut contenir au bout de trois mois 55% d'eau si on le laisse en atmosphère humide (**Bogdanov, 2019**).

2.1.1.4 Cristallisations du miel

Dans les conditions naturelles, tous les miels finissent par cristalliser dans un laps de temps plus ou moins court, du fait de leur sursaturation en sucres (**Figure 10**).

La cristallisation dépend de la composition du miel, et par conséquent de son origine florale. La grande variété de miels disponibles permet donc à chacun de trouver son bonheur sensoriel. Certains consommateurs apprécient une texture pâteuse, plus facile à tartiner, d'autres préfèrent conserver un miel liquide le plus longtemps possible (**Blanc, 2010**).



Figure 10: Phénomène de cristallisation du miel (**Blanc, 2010**).

2.1.1.5 Viscosité

Se définit comme la résistance à l'écoulement d'une substance. Dans le cas du miel, elle dépend de sa teneur en eau, de sa composition chimique et de sa température.

La plupart des miels se comportent comme des liquids newtoniens (il n'y a pas de résistance à l'écoulement) ; toutefois, il existe des exceptions notamment pour certains miels qui ont une composition particulière.

Propriétés du miel

Le miel d'eucalyptus, est dilatant au repos, il coule sans difficulté alors que, si on l'agite, sa viscosité augmente et il devient de plus en plus dur, jusqu'à bloquer l'extracteur en fonctionnement. Cette propriété est due à la présence d'une substance proche d'un sucre, une dextrine de formule $(C_6H_{12}O_5)_n$ (**Garcia, 1986**).

2.1.1.6 Densités

La densité, c'est-à-dire le rapport de la masse d'un miel avec le même volume d'eau, se détermine au pèse sirop ou au densimètre, La valeur moyenne de la densité du miel est de 1,4225 à 20°C (**Gonnet, 1982**).

2.1.1.7 Conductivités électriques

La conductivité électrique représente la capacité d'un corps à permettre le passage du courant électrique.

Elle est exprimée en Siemens par centimètre (S/cm). Selon leur origine florale, les miels ont une conductivité variable.

D'une manière générale, les miels de miellat conduisent beaucoup mieux le courant que les miels de fleurs. Le goût et l'arôme varient et dépendent de l'origine végétale, mais le miel ne doit pas présenter de goût étranger ou d'odeur étrangère (fumée, etc.) ni avoir commencé à fermenter (**Bogdanov, 2019**).

2.1.2 Propriété chimique

La composition chimique du miel dépend de la fleur butinée, cela influe la proportion de chaque sucre (glucose et fructose) mais également la présence de pollen. Cet équilibre particulier détermine les propriétés chimiques du miel.

2.1.2.1 pH et l'acidité

Le pH d'un miel est en fonction de la quantité d'acide ionisable qu'il renferme (ions H^+) ainsi que de sa composition minérale (ions OH^-), Plus le taux de la matière minérale est fort, et plus le pH de miel se rapproche de la neutralité (**Gonnet, 1982**). Selon **Donadieu (1984)**, le miel est acide et son pH oscille en moyenne entre 3.5 et 6.

Propriétés du miel

L'acidité est un critère de qualité important durant l'extraction et le stockage, en raison de son influence sur la texture et la stabilité du miel.

L'acidité provient d'acides organiques dont certains sont libres et d'autres combinés sous forme de lactones. Certains de ces acides proviennent du nectar ou du miellat mais leur origine principale provient des sécrétions salivaires de l'abeille.

Le principal acide dérive du glucose sous forme d'acide gluconique, sa formation s'accompagne de dégagement d'eau oxygénée (**Gomes et al. 2010; Bogdanov et al, 2004; Louveaux, 1968**).

2.1.2.2 Indice de réfraction

Puisque le miel est composé de plusieurs substances en solution dont : des sucres (glucose, fructose, saccharose, etc.), des acides organiques, des minéraux et bien d'autres composés, le système peut être modélisé en un système multi couches transparent.

Le rayon lumineux incident traverse successivement ces différentes couches en subissant des réfractions dont les angles dépendent de la nature de chacune des substances. L'indice de réfraction du miel est donc, le rapport de la vitesse de la lumière à travers les différentes substances sur la célérité. Il a été lu avec le réfractomètre d'Abbe (**Bogdanov et al, 2014**).

2.1.2.3 Activités de l'eau

Une autre propriété importante du saccharose est sa capacité d'hydratation, cette caractéristique affecte l'activité de l'eau (a_w) de la solution ou du produit dans lequel le saccharose est présent. L'apparence et la texture du produit, la sensation du produit dans la bouche et le temps de conservation du produit est ainsi affectée (**Louveaux, 1959**).

2.1.2.4 Conductivités thermiques

C'est la qualité d'un corps de permettre la diffusion de la chaleur dans sa masse, elle est sujette à des variations considérables entre ce qu'elle est pour les métaux et ce qu'elle est pour des matériaux tels que le liège, elle permet de différencier les miels et de miellats mais en général, le miel n'est pas un bon coconducteur.

Propriétés du miel

Bien entendu la conductibilité thermique varie avec la température et la teneur en eau. On peut dire pratiquement que le miel à 20% d'eau conduit très mal la chaleur à basse température (**Blanc, 2010**).

2.1.2.5 L'abaissement du point de congélation

Il dépend de la proportion en sucres, il serait de 1,42 à 1,53°C en solution aqueuse à 15 %, de 2,75 à 3,15°C en solution aqueuse à 25 % (**Huchet et al, 1996**).

2.2 Propriété organoleptique

Le miel possède un large éventail de couleurs, d'odeurs, de parfums et de saveurs selon l'origine géographique et botanique.

2.2.1 Aspect

Le miel peut être plus ou moins fluide ou au contraire solide, voire dure, suivant la provenance, le mode de stockage et le degré de cristallisation. Cristallisé finement ou grossièrement, dur ou souple, pâteux ou liquide, le miel peut se présenter sous de nombreux aspects (**Figure 11**).

S'il est parfaitement fluide au moment de son extraction, le miel ne reste cependant pas dans cet état de façon indéfinie. Certains miels cristallisent dans les jours qui suivent la mise en pot (comme le miel de colza), alors que d'autres restent à l'état liquide pendant des années à température ordinaire (c'est le cas du miel d'acacia et des miels de miellat) (**Meda et al, 2005**).

Propriétés du miel



Figure 11: L'aspect de miel de colza et d'acacia.

2.2.2 Odeur et goût

L'odeur du miel est variable (**Blanc, 2010**), L'arôme est le goût et la couleur du miel dépendent des plantes où les abeilles ont récolté le nectar. Les tournesols, par exemple, donne un miel jaune d'or; le trèfle donne un miel sucré et blanc. Le miel foncé a généralement un goût plus prononcé et sa teneur en sels minéraux est élevée; le miel clair a une saveur plus délicate (**Bradbear, 2005**). La plante mellifère dominante confère au miel une odeur qui lui est spécifique. En principe, cette odeur permettrait de reconnaître l'origine botanique du miel.

2.2.3 Couleur

Du miel va du jaune très pâle (presque blanc) au brun très foncé en passant par toutes les gammes de jaunes, d'oranges, de marrons et même parfois de verts (**Figure 12**), si le nectar ou le miellat n'ont pas de pigments, les miels liquides seront incolores et les miels cristallisés seront blancs (exemple du miel de colza).

Dans le cas contraire, la palette de couleur est très large, les miels de lavande, de rhododendron, et de tilleul sontivoires, les miels de tournesol et de pissenlit sont jaune intense, les miels de châtaigner, de bruyère, et de miel latsont bruns.

Comme mentionné ci-dessus, on peut même retrouver des pigments verts dans certains miels de saule ou de sapin (**Bruneau, 2002**).

Propriétés du miel



Figure 12: Les différentes couleurs du miel.

2.3 Propriété thérapeutique

Pendant des siècles, le miel a été utilisé comme un antiseptique et un antibiotique. L'action thérapeutique du miel lui a été attribuée juste au fait qu'il contient un taux de sucre élevé, bactérienne (Salmon et al, 2010; Werner, 2011).

Faibles concentrations en eau et à pH acide, ces propriétés génèrent l'osmolarité élevée qui produit l'action antimicrobienne (Molan, 1997; Wahdan, 1998). Récemment, plusieurs études ont prouvé que le miel contenait également des molécules inhibant la croissance de plusieurs variétés de microorganismes.

2.3.1 Propriété anti inflammatoire

L'action anti-inflammatoire du miel joue un rôle thérapeutique important, l'inflammation peut devenir délétère et empêcher la guérison lorsqu'elle est excessive et prolongée, surtout avec la production de radicaux libres dans les tissus, même si les antioxydants n'agissent pas directement sur l'inflammation, ils éliminent les radicaux libres et évitent leurs effets néfastes.

En plus d'éliminer les radicaux libres formés, le miel possède une activité antioxydante, par le biais du peroxyde d'hydrogène qui génère la séquestration des ions

Propriétés du miel

métalliques, tels le fer et le cuivre, et constitue un important système antioxydant (**Fanny, 2015**).

2.3.2 Propriété antioxydants

Le stress oxydant, défini comme le déséquilibre entre la production de radicaux libres et le système de défense antioxydant, joue un rôle significatif dans l'apparition de nombreuses maladies.

En effet, l'agression de l'ADN cellulaire par les radicaux libres peut générer des cancers, des perturbations métaboliques, mais aussi accélérer le vieillissement tissulaire et cérébral (**Clémence, 2005**).

2.3.3 Propriété respiratoire

Par son pouvoir antitussif, expectorant et adoucissant, le miel lutte contre les rhinites, sinusites et bronchites (**Alexandra, 2011**).

2.3.4 Propriété digestives

Il est utilisé pour son action de protection sur la paroi de l'estomac, et on l'emploie pour le traitement des ulcères gastroduodénaux (notamment le miel de manuka), des infections intestinales et des insuffisances hépatiques de toutes sortes.

Il est également recommandé en cas de perte d'appétit, dans les troubles de l'assimilation ou dans les insuffisances digestives, notamment enzymatiques, ou encore pour son pouvoir laxatif doux (**Alexandra, 2011**).

2.3.5 Propriété nutritionnelles

Le miel, aliment de tous les âges, est resté, jusqu'au siècle dernier, l'agent sucrant de choix pour l'alimentation, jusqu'à l'arrivée du sucre de canne.

Le miel représente un apport énergétique de l'ordre de 300 kcal pour 100 g, les sucres contenus dans le miel sont rapidement utilisés. De plus, le miel manifeste un pouvoir sucrant supérieur à celui du saccharose.

Propriétés du miel

En effet, le pouvoir sucrant du fructose et du glucose est en moyenne de 1,3 par rapport à une base de 1 pour le saccharose du sucre de canne ou de betterave. Ainsi, pour exercer un même pouvoir sucrant, il faudra seulement 7,5 g de miel contre 10 g de sucre soit 22 calories pour le miel contre 40 calories pour le sucre, c'est-à-dire presque la moitié (**Sablé, 1997**).

2.4. L'effet antimicrobien du miel

De nombreuses études ont démontré que le miel présentait une activité antibactérienne *in vitro*, le miel inhibe la croissance des micro-organismes et des champignons.

L'activité antibactérienne du miel, principalement sur les bacilles gram positifs est largement documentée (**Bogdanov et al, 2008**). Les activités bactériostatiques et bactéricides ont été démontrées sur de nombreuses souches, dont certaines résistantes à des antibiotiques (comme le staphylocoque résistant à la méticilline).

L'effet antimicrobien du miel est dû à différentes substances et dépend de son origine botanique (**Molan, 1992; Molan, 2001**).

On ne connaît pas encore précisément tous les composants antibactériens du miel mais quatre facteurs sont largement mis en avant : l'osmolarité, le pH acide, le peroxyde d'hydrogène, et le système non-péroxyde.

2.4.1 L'effet antibactérien

Cette production d'eau oxygénée est influencée par la chaleur et la lumière, la glucose oxydase étant thermolabile et photolabile.

Le peroxyde d'hydrogène n'est pas antibactérien en lui-même. L'action antibactérienne est due aux radicaux hydroxyles libres générés par l'action catalytique d'ions métalliques provenant des cellules bactériennes. Des recherches sur diverses lignées cellulaires en culture montrent que le peroxyde d'hydrogène possède d'autres rôles dans la cicatrisation séparément de son action antibactérienne, dont celui de messenger cellulaire. Comme vu précédemment, la catalase représente l'antagoniste du glucoseoxydase, et réduit l'eau oxygénée. La concentration en peroxyde dépend donc directement de l'activité de ces deux enzymes. Le peroxyde d'hydrogène est un agent antibactérien efficace s'il est présent à

Propriétés du miel

des doses suffisamment élevées, mais il peut devenir toxique et altérer les protéines et les cellules dans les tissus en libérant des radicaux oxygénés, ce qui provoque alors la mort des cellules et la destruction des tissus.

Les concentrations de peroxyde d'hydrogène atteintes lors de la dilution du miel sont de l'ordre d'une millimole par litre soit environ mille fois moins que les solutions utilisées comme antiseptique.

Si l'on utilise une solution de peroxyde d'hydrogène comme antiseptique, elle ne sera pas aussi efficace qu'une libération lente et prolongée obtenue lors de l'application sous forme de miel.

La dilution du miel dans les tissus produit une activité antiseptique distribuée lentement et de façon prolongée ayant une action antibactérienne et n'altérant pas les tissus (**Blanc, 1987**).

2.4.1.1 L'effet osmotique

Le miel est une solution saturée ou sursaturée de sucres, les principaux étant le glucose et le fructose, il possède donc une osmolarité élevée, liée à sa forte concentration en sucres, qui lui confère une partie de ses propriétés thérapeutiques (**Figure 13**).

L'effet osmotique permet de drainer le plasma et la lymphe (qui peuvent contenir des éléments favorisant la reconstitution cutanée) à partir des tissus sous-jacents. De plus, l'osmolarité du miel favorise l'exsudation et donc la diminution de l'œdème au sein de la plaie (**Descottes, 2009; Rossant, 2011**).

Enfin, l'effet osmotique du miel favorise un milieu humide qui facilite les différentes étapes de la cicatrisation.

Propriétés du miel

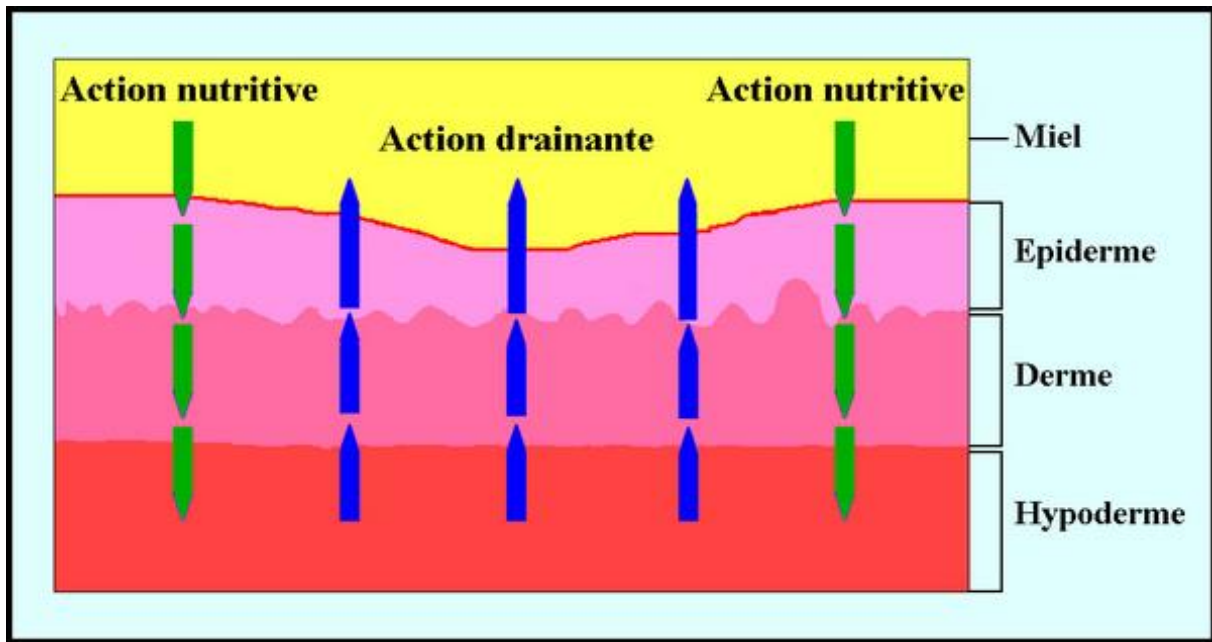


Figure 13: Le miel et la cicatrisation des plaies (Site web 7)

2.4.1.2 Le pH acide

Le pH du miel est compris entre 3 et 6 ; il est donc suffisamment acide pour ralentir ou inhiber le développement de nombreux microorganismes pathogènes. De ce fait, il renforce les propriétés antibactériennes du miel (Marie-Laure, 2012).

2.4.1.3 Peroxyde d'hydrogène

La principale activité antibactérienne du miel est liée à la production enzymatique de peroxyde d'hydrogène (Figure 14).

Le glucose oxydase est une enzyme qui est sécrétée par les glandes hypopharyngiennes des abeilles. Au moment de la récolte du nectar ou du miellat, ainsi que pendant les trophallaxies successives, cette enzyme est mélangée au mélange sucré qui va devenir le miel, L'enzyme au contact du glucose produit la réaction suivante:

Propriétés du miel

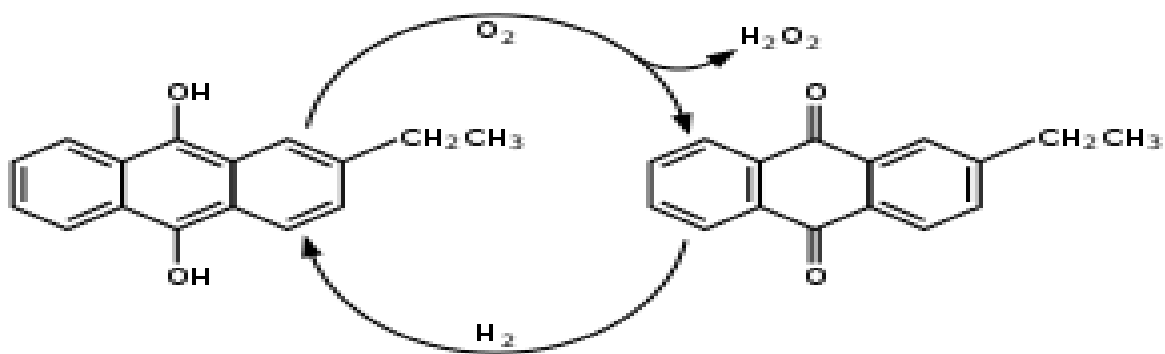


Figure 14: Production de peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) (Site web 8)

Avant son identification par Whiteen 1962, le peroxyde d'hydrogène était appelé "inhibine."

Le glucose oxydase est une enzyme thermolabile et photosensible, les miels qui ont été stockés dans de mauvaises conditions perdent donc la capacité de produire du peroxyde d'hydrogène et ont une activité antibactérienne moindre.

Le peroxyde d'hydrogène est détruit par les catalase et notamment celles de la peau ce ci est un inconvénient non négligeable pour l'utilisation opique de miel (**Clémence, 2005**).

Il existe d'autres substances antibactériennes hormis le peroxyde d'hydrogène avec différentes origines chimiques comme les acides aromatiques, les flavonoides, et différents composés inconnus.

En effet, l'activité antibactérienne n'est pas uniquement corrélée au taux de peroxyde, les principaux composants ayant une activité non peroxyde sont la pinocembrine (un flavonoïde présent dans le miel et produit par les abeilles), les lysozymes (enzyme bactériostatique présente dans le miel et produite également par les abeilles), et d'autres nombreux composants chimiques comme les terpènes, l'alcool benzénique, l'acide syringique, etc...

Ces facteurs sont présents de manière variable selon les plantes butinées qui contiennent différents types de facteurs à activité non peroxyde, ces facteurs antibactériens sont beaucoup moins sensibles à la lumière, la chaleur et la durée du stockage, contrairement aux composants à activité peroxyde (**Bogdanov et Bulmer, 2001**).

Propriétés du miel

2.4.1.5 La défensine-1

Egalement connue sous le nom de royalisine, est un peptide antibactérien synthétisé par les glandes hypopharyngiennes et mandibulaires des abeilles, les défensines sont aussi présents chez l'homme, elles sont divisées en deux groupes:

α - Les défensines qui se situent au sein de certains granules sécrétoires dans les leucocytes ou au niveau des cellules immunitaires spécialisées.

β - Les défensines, qui se trouvent dans l'ensemble des épithéliums et au sein de nombreux organes, elles jouent un rôle prépondérant dans les pathologies infectieuses, et module la réponse immunitaire (**Rossant, 2011**).

Une étude publiée en 2010 (**Kwakman et al, 2010**) a permis de mettre en évidence l'activité antibactérienne de la défensine, après neutralisations successives des facteurs bactéricides déjà connus dans le miel, elle a une action puissante sur les bactéries gram positif.

2.4.2 L'effet antifongique

Il a été démontré que le miel est capable d'éliminer certaines toxines, notamment d'origine fongique, une solution de miel comparée à une solution isotonique de saccharose inhibe complètement la croissance des moisissures comme *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus parasiticus*, *Candida albicans*, *Penicillium spp*, *Penicillium chrysogenum* (**Site web 09**).

2.4.3 L'effet antiviral

Le miel a prouvé son efficacité dans le traitement de l'herpès, notamment dans l'étude d'AlWaili qui a donné une conclusion intéressante, malgré la faiblesse de l'effectif des patients testés⁵³, Huit patients atteints d'herpès génital ou labial récidivant fréquemment ont été traités par l'application externe d'Aciclovir (traitement anti-herpétique de référence) lors d'une première crise d'herpès puis au miel lors d'une autre crise. L'étude révèle une amélioration de la durée de la crise en faveur du miel, le miel n'est pas seulement plus efficace que l'Aciclovir.

Propriétés du miel

Une étude chinoise a mis en exergue une véritable synergie d'action entre le miel et ce dernier, l'association à cet antiviral classiquement utilisé dans la prise en charge de l'herpès accroît l'efficacité du traitement. (Clémence, 2005)

2.5 .L'analyse pollinique du miel

La source florale d'un miel est identifiée par l'analyse pollinique, cependant, les approches chimiques pourraient être plus précises et facilement entreprises dans la caractérisation du miel.

2.5.1 Généralités

L'analyse pollinique d'un miel peut servir à détecter les fraudes, soit par l'absence de pollen, soit par l'identification du pollen de plantes exotiques; à déterminer ou à confirmer l'origine géographique; à connaître son origine botanique (liste des plantes visitées par les abeilles).

2.5.2 Application de méliissopalynologie

- melisso : le miel
- palynologie : étude des pollens et des spores

La méliissopalynologie est donc l'étude des pollens et des spores présents dans le miel, elle s'effectue obligatoirement grâce à un microscope.

La méliissopalynologie étudie le miel et son contenu pollinique. En analysant le pollen d'un échantillon de miel, il est possible de déterminer son origine géographique et de savoir quelles plantes ont été visitées par les abeilles (Schweitzer, 2010). Elle intervient dans le repérage des miels de sucre, obtenus frauduleusement par nourrissage des abeilles au saccharose, et dans le contrôle et l'expertise des produits alimentaires, diététiques et cosmétiques à base de pollen, de miel ou de gelée royale (Karilegeay, 2007).

2.5.2 Description des grains de pollens

Le pollen est la semence mâle produite par les étamines des fleurs, il est constitué d'une multitude d'éléments microscopiques, les grains de pollen forment une poussière facilement emportée par le vent, ce qui leur permet d'aller féconder les organes femelles des fleurs (pistils). . Toutes les espèces végétales supérieures, c'est-à-dire celles qui produisent des fleurs, si petites soient-elles, produisent du pollen (**Figure 15**).

Le pollen d'abeille est composé de 30 % à 55 % de glucides (sucres), de 25 % à 30 % de protides (protéines et acides aminés libres), de 1 % à 20 % de lipides (gras) et, pour le reste, de vitamines (principalement du groupe B) et de minéraux (calcium, chlore, cuivre, fer, magnésium, manganèse, phosphore, potassium, silicium, soufre). Il contient aussi de petites quantités d'antioxydants et de substances immunostimulantes (**Pierre et Françoise, 2009**).

Propriétés du miel

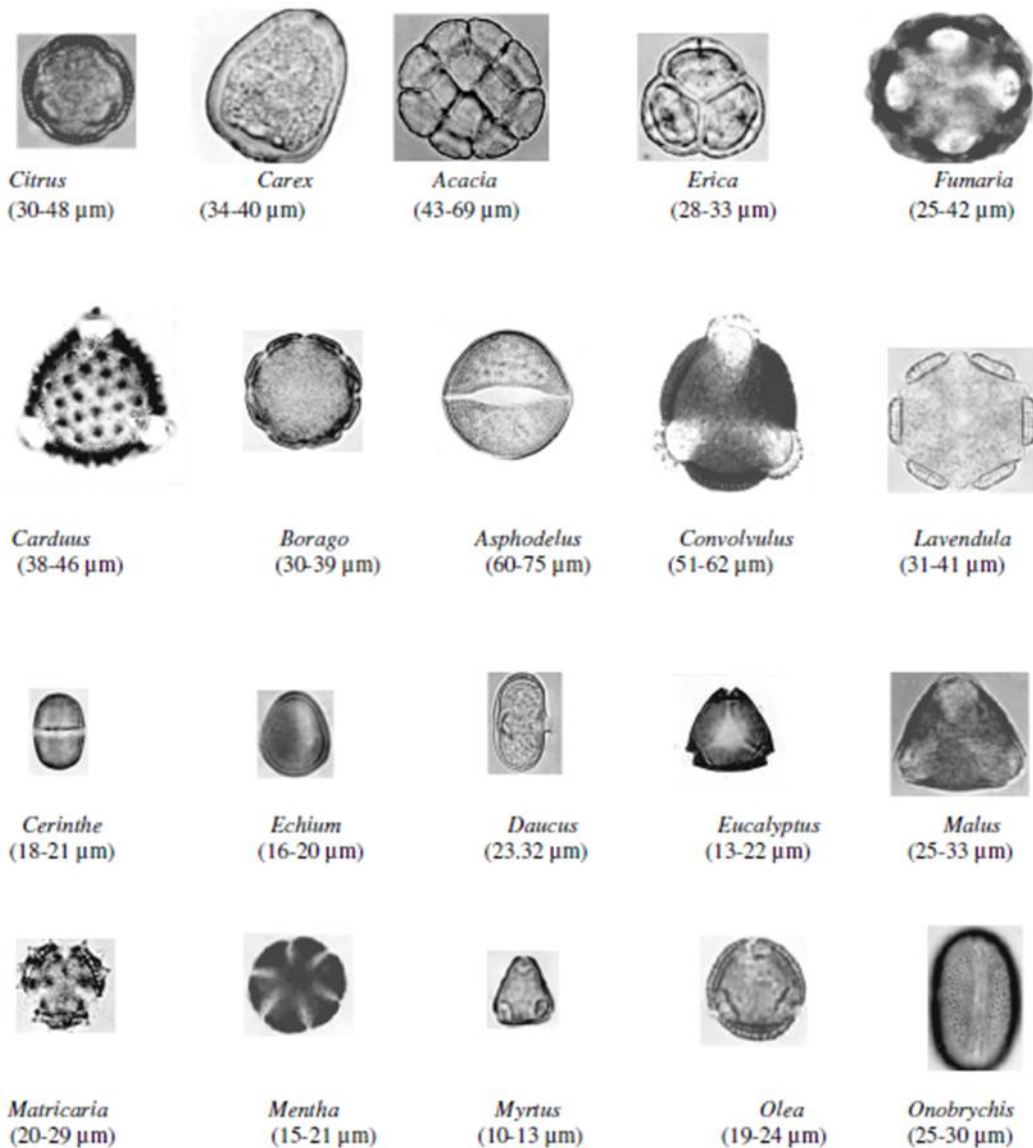


Figure 15: Observation microscopique de la morphologie des grains de pollen.

Propriétés du miel

2.5.3.1 L'intine

L'intine entoure tout le grain de pollen (**Figure 16**), absorbe très facilement de l'eau et est rapidement décomposée par différentes substances chimiques ou l'apourriture (**Katanga, 1981**).

2.5.3.2 L'exine

L'exine est perméable à l'eau, élastique. Elle est constituée des substances résistantes appelées sporopollenines (une des substances les plus résistantes du monde vivant). Ainsi que l'exine n'est pas décomposable par le potasse aux températures d'ébullition ainsi que dans l'acide chlorhydrique (HCl) et l'acide sulfurique (H₂SO₄) (**Katanga, 1981**).

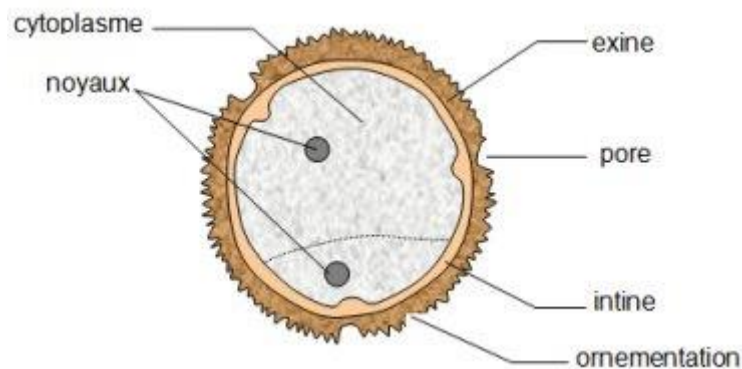


Figure 16: schéma d'un grain de pollen (**Jfcarion, 2017**).

2.5.4 La morphologie des grains de pollen

Le grain de pollen est une microspore de gymnospermes et angiospermes dont la fonction est la fécondation. L'identification des grains de pollen repose sur la taille, la forme, le nombre et la forme des ouvertures (pores et sillons) et l'architecture extrêmement variée de la membrane externe (exine).

2.5.4.1 Taille de grain de pollen

Les grains de pollen, de forme plus ou moins ovoïde, mesurent de 5 à 200 microns, mais la taille moyenne varie entre 20 et 60 microns. (**Guy, 2008**)

2.5.4.2 Couleur de grain de pollen

Le pollen peut avoir des couleurs très différentes suivant les fleurs qui sont butinées. Ces couleurs varient des tons de jaune, orange et même rouge sang ou violet jusqu'aux tons verts ou même très sombres, presque noirs (Domi, 2017).

2.5.4.3 Symétrie et forme

Selon deux plans (polaire ou équatorial) on distingue des symétries isopolaires ou hétéropolaires. La forme circulaire, triangulaire, hexagonale etc.

2.5.4.4 Apertures

Pore ou sillon ou association des deux ou encore absence d'apertures comme le mélèze par exemple, Le nombre d'apertures varie selon les espèces.

2.6 Les microorganismes dans le miel

Comme tout produit d'origine animale, le miel possède une flore microbienne qui lui est propre, elle fait partie intégrante du produit et dépend de ses propriétés physico-chimiques, elle est représentée par la flore mésophile totale (bactéries qui croissent à des températures comprises entre 25 et 40°C), des levures banales et des levures osmophiles.

La flore mésophile totale est sans pouvoir pathogène pour l'homme et n'a pas d'action néfaste sur le miel, elle est constituée presque exclusivement de Bacillus qui sont souvent retrouvés sous forme de spores, par contre, elle peut être néfaste pour l'abeille et responsable de la loque américaine ou européenne, les levures banales sont constituées de champignons filamenteux du genre aspergi.

Le miel étant pauvre en protides, leur activité métabolique n'est pas favorisée, on les retrouve généralement sous forme de spores et en très faible quantité dans le miel. Ils peuvent intervenir dans l'altération du miel.

Selon une recherche publiée en Avril 1973 qu'à été faite et exprimé dans la thèse présentée par M. Pantaléon "Nos expériences montrent que certains germes sont capables de végéter dans le miel pendant un temps variable mais relativement court, leur rencontre souligne un

Propriétés du miel

accident récent de la survie de quelques germes à Gram négatif, non sporulés, dans les miels du commerce" (**Pantaléon, 2011**).

La flore originelle du miel est constituée par des Bacillus, des germes sporulés, ce travail est sur toute une recherche, une étude à la fois fondamentale et de bactériologie (**Fanny, 2015**).

CHABITRE III : Matériel et Méthodes

Matériels et méthodes

3.1 Présentation de la zone de travail

Le travail s'incère dans le cadre des activités pédagogiques du laboratoire des sciences biologiques d'université Ammar Telidji Laghouat dont l'objectif principale de cette expérience est l'étude et l'évaluation de l'effet antimicrobien des miels monofloraux.

3.2 Echantillonnage

Nous avons travaillé sur quatre échantillons du miel des années 2020-2021 provenant de différentes régions de l'Algérie, qu'ils été destinés à la commercialisation dans des pots en verre hermétiquement fermés d'une contenance de 125g ou de 250g. Les sites de récolte de ces miels sont déterminés par les apiculteurs.

Nous avons attribué à chaque échantillon un code désignant comme il est montré sur le tableau 04, figure 17.

Les différents échantillons serviront pour quelques analyses polliniques et physico-chimiques. Ce travail d'étude a été effectué au niveau de laboratoire de notre département de Biologie.



Figure 17: Les échantillons du miel étudiés.

Les tableaux ci-dessous (Tableau 04) résume l'origine florale et les dates de récoltes de échantillons de miels recueillis chez des deux apiculteurs.

Matériels et méthodes

L'échantillon du miel récolté est conservé dans un flacon en verre stérile, hermétiquement fermé et gardé à la température ambiante, cette technique est utilisée pour protéger les composés sensibles à la chaleur et à la lumière.

Echantillons	Type de miel	Lieu de récolte	Date de récolte
M2	jubier	Hassi Delaa	2020
M3	Eucalyptus	Belida	2020
M5	Toutes fleurs	Béchar	2020
M6	Agrumes	Belida	2021

Tableau 04: Lieux et date de récolte des échantillons de miel

3.3 Le mode opératoire

Lors d'une analyse au laboratoire, tous les instruments, appareils de mesures, consommables utilisés doivent être contrôlés, maintenus en bon état de fonctionnement, correctement et régulièrement étalonnés afin d'éviter tout résultat erroné qui peut fausser l'interprétation des résultats.

III.3.1 Matériel technique

. Petit matériel et consommable :

- Gants ;
- Portoirs ;
- Pince ;
- Micropipette ;
- Embouts
- pipette Pasteur en verre.
- les échantillons du miel
- Bec benzène

Matériels et méthodes

- Boîte pétri
- Eau physiologique
- Eau distillée
- Flacons
- Spectrophotomètre, Refractomètre (Abbé),
- Centrifugeuse, Four à moufle,
- Incubateur, Balance de précision, Bain Marie, Agitateur, Microscope

3.3.1 Analyse pollinique

L'examen au microscope du miel permet d'en préciser l'origine botanique et l'origine géographique. Il permet également de faire des constatations sur l'éventuelle souillure du miel par des particules insolubles.

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 (**Louveaux, 1968**).

L'analyse pollinique qualitative consiste à l'identification des pollens présents dans l'échantillon afin de déterminer globalement la nature du miel

- On a pesé 4g du miel
- On ajoute 5 ml d'eau distillé puis on fait l'agitation
- Centrifugation à 1000 tour / pendant 15 min
- Dilution si nécessaire (2 à 3 fois) pour éviter les cristaux de sucre
- Récupération du culot
- Le culot récupéré est étalé sur les lames en verre puis séché sur une plaque chauffante, on ajoute une goutte de glycérine et on la recouvre avec une lamelle
- L'examen au microscope optique est réalisé au grossissement X 400 (objectif x40).

3.3.2 Analyses physicochimiques

3.3.2.1 Détermination de l'indice de réfraction et la teneur d'eau

La teneur en eau est déterminée selon la méthode réfractométrique, par la détermination de l'indice de réfraction. Si le miel est granuleux, placer le récipient fermé sur un bain-marie, et chauffer pendant 20 minutes à 60°C (Laouar, 2016).

À l'aide d'une spatule, une goutte de miel a été déposée sur la platine du prisme du réfractomètre de type (Abbe Refractomètre AR4) (Figure 18), et répartie en couche mince. La valeur de réfraction a été lue à 20 °C. Dans le cas où la mesure est effectuée à une autre température, la lecture doit être corrigée. La correction est additive si la mesure est faite au-dessus de 20°C, soustractive dans le cas contraire, le facteur de correction est de 0,00023 par degré Celsius. Cet indice a été ensuite converti en teneur en eau, en pourcentage tout en se rapportant au tableau de Chataway, indiqué en annexe (Hormani, 2020).

Indice de réfraction

$T > 20^{\circ}\text{C}$: ajouter 0.00023 par °C.

$T < 20^{\circ}\text{C}$: soustraire 0.00023 par °C.



Figure 18: Le refractomètre utilisé.

Matériels et méthodes

3.3.2.2 Les sucres totaux

La teneur en glucides totaux peut se calculer à l'aide d'un réfractomètre, en déposant d'une goutte de miel sur la zone d'analyse du réfractomètre, puis fermer délicatement le capot. Le miel va se déployer sur toute la zone d'analyse, à travers l'oculaire du réfractomètre on peut lire la valeur de degré Brix qui indique la quantité de sucre dans l'échantillon du miel (**Bouزيد, 2016**) (**Figure 19**).

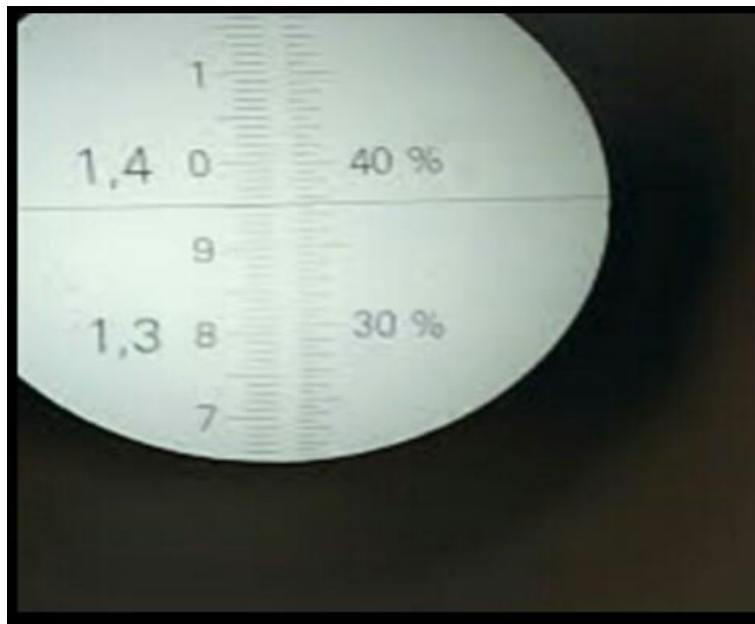


Figure 19 : Lecture de degré Brix sur le Réfractomètre.

3.3.3 Evaluation de l'activité antimicrobienne.

3.3.3.1 Les souches tests utilisées

Ces souches ont été fournies par laboratoire de : Microbiologie Appliquée à l'Agroalimentaire au Biomédicale et à l'Environnement "LAMAABE", université de Tlemcen
Les références des souches testes sont:

-*Candida albicans* IP444,

Matériels et méthodes

-*Bacillus cereus* ATCC11778

-*Staphylococcus aureus* ATCC 25923

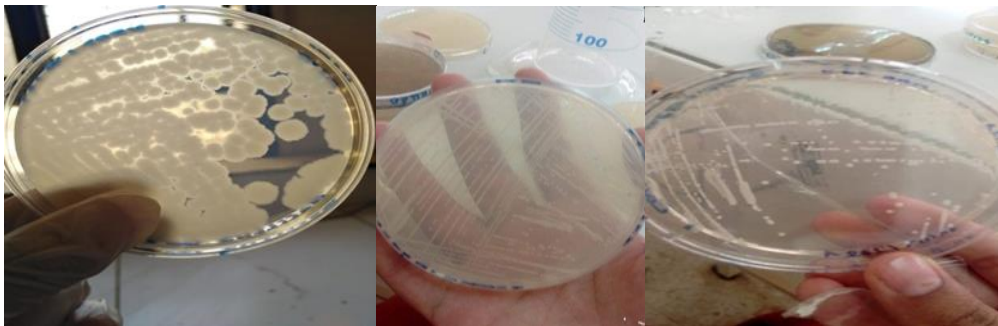
-*E. coli* ATCC 25922

Le choix de ces souches est basé sur leurs différences pariétales (Gram+ et Gram-), ces souches bactériennes ont été effectuées sur la base de la recherche bibliographique, sur leurs fréquences élevées à contaminer les denrées alimentaires et de leur pathogénicité. Pour cette raison on a voulu dresser leur profil de sensibilité vis-à-vis du miel récolté et choisis pour l'étude, ces souches bactériennes ont été fournies par l'ATCC (American Type Culture Collection). Elles ont été entretenues par repiquage sur gélose nutritive favorable à leur croissance pendant 24 h, à l'obscurité et à 37 °C.

3.3.3.2 Repiquage revivification et conservation des souches

Après l'obtention des souches, un repiquage mensuel a été pratiqué. La procédure de revivification est faite successive ment sur bouillon nutritif et sur gélose nutritive.

Les souches utilisées dans cette étude sont conservés sur gélose incline:

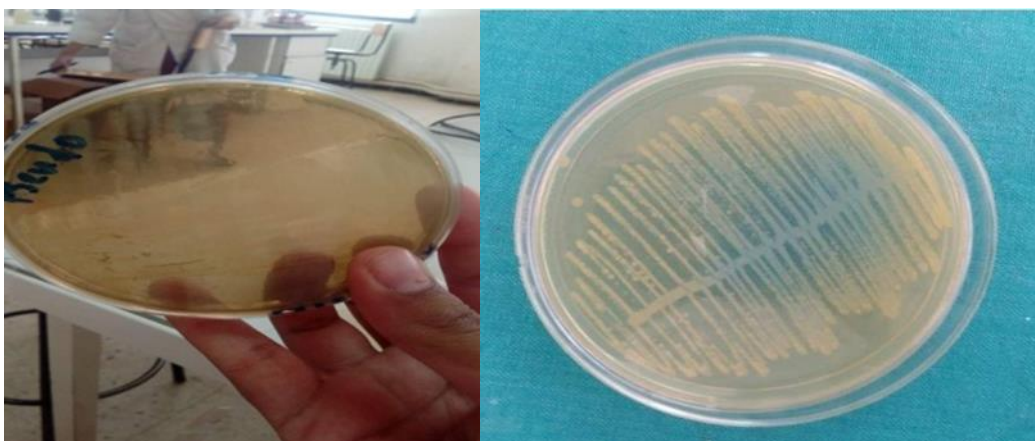


1-*Bacillus cereus*

2-*Staphylococcus aureus*

3-*Candida atcc 444*

Matériels et méthodes



4-*Pseudomonas aeruginosa*

5-*Eschirechia coli*

Figure 20: Les souches après le repiquage.

3.3.3.3 Préparation des suspensions bactériennes

Dans des conditions aseptiques et pour chacune des souches à tester, réaliser une suspension en ensemençant 2 ml d'eau physiologique stérile par 3 à 4 colonies à partir d'une souche pure et jeune (âgée de 18 heures). La culture obtenue après homogénéisation doit avoir une opacité équivalente à 0.5 MF et ça au niveau les cinq souches.

3.3.3.4 L'Ensemencement des microorganismes

L'ensemencement des microorganismes, que ce soit pour la réalisation des antibiogrammes ou pour l'évaluation de l'activité antimicrobienne du miel, est effectué selon la technique de la culture en nappe par écouvillonnage sur le milieu Muller Hinton gélosé dans des boîtes de Pétri. Les boîtes ainsi ensemençées sont mises à sécher, légèrement ouvertes, pendant 15 minutes.

Pour cette étapes on prépare deux type d'étalement du miel sur la surface de milieu de culture représentées par:



Figure 21: Technique de culture en nappe par écouvillonnage.

3.3.3.5 Mise en évidence de l'activité antimicrobienne par la méthode des puits

L'activité antibactérienne des miels est étudiée selon cette méthode (**Meda et al, 2005**) elle consiste à découper un tronc circulaire vertical dans la gélose et d'y verser une solution, cette dernière se diffuse de façon radiale en donnant une zone d'inhibition claire et facilement mesurable.

Il s'agit d'un test simple de criblage et de sensibilité, en utilisant une méthode dite de diffusion avec des puits creusés dans le milieu Mueller Hinton (**Perez et al, 1990**).

À l'aide d'une pipette Pasteur en verre flambée, on met un seul puits équidistant est creusé avec la pipette dans un seul puits équidistant est creusé avec la pipette au centre de la boîte de pétri sans arriver au fond, verser une goutte pure du miel, dans chacune des boîtes remplies de miel, chaque souche avec quatre échantillons du miel (M2, M3, M5.M6).

Nos échantillons du miel ont été versés avec une seringue stérile pour les miels purs et par micropipettes pour les miels dilués dans les puits creusés à raison de 2 boîtes : boîte qui contient un seul puits pour le miel pur et l'autre boîte qui contient 2 puits pour le miel dilués (dilution de 25% et 50%). L'incubation se fait à $30^{\circ}\pm 2C$ pendant 24h à 48h pour les souches de : *Bacillus* et *Candida* et $37C^{\circ}$ pour les souches de : *E.coli*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*

CHAPITRE IV : Résultats et Discussions

4. 1 Analyse pollinique

4. 1.1 Analyse pollinique qualitative

L'analyse pollinique des miels donne une information précise sur les principales plantes mellifères et permet de caractériser les miels par leur origine botanique ou géographique. Elle apporte des informations importantes sur le comportement de butinage des abeilles.

L'analyse pollinique d'un miel comporte deux étapes. La première est l'identification des grains de pollen observés. La seconde sera leur dénombrement (**Telleria 1988**).

Le rôle principal de l'analyse qualitative des pollens dans le miel, est de déterminer, confirmer l'origine botanique et géographique du miel. Elle permet de contrôler leur qualité, et augmentant ainsi leur valeur économique. Elle a permis d'établir une liste des plantes, régulièrement visitées par l'abeille (**Seijo et al, 2003**).

Durant la saison de récolte les plantes qui dominant sont: *Ziziphus lotus* (**Figure 24**), *Eucalyptus sp.* (**Figure 25**) et *Citrus* (**Figure 26**), ou bien sans dominance (**Figure 27**). de point de vue économique, le miel de *Ziziphus lotus* est le plus chère, pour cette raison les apiculteurs vont placer les ruches dans les zones où l'espèce de *Ziziphus lotus* domine.

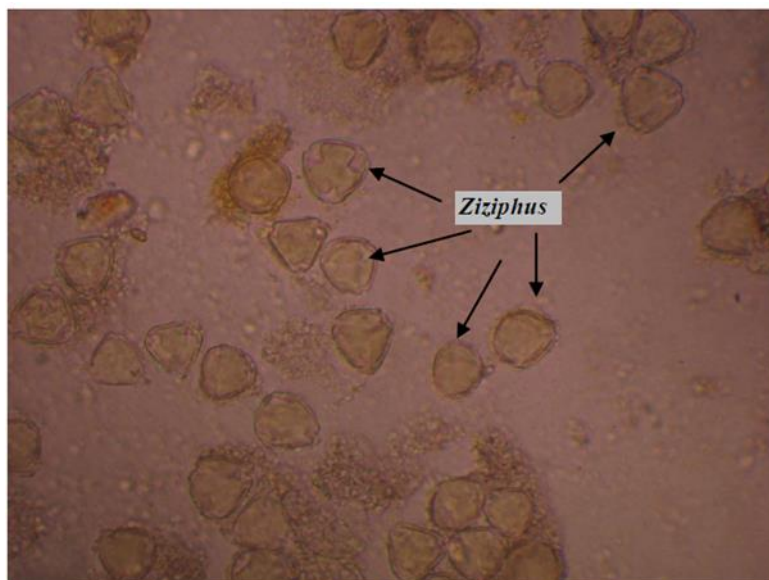


Figure 24 : Echantillon de miel de jujubier (à l'objectif x40)

Résultats et Discussions

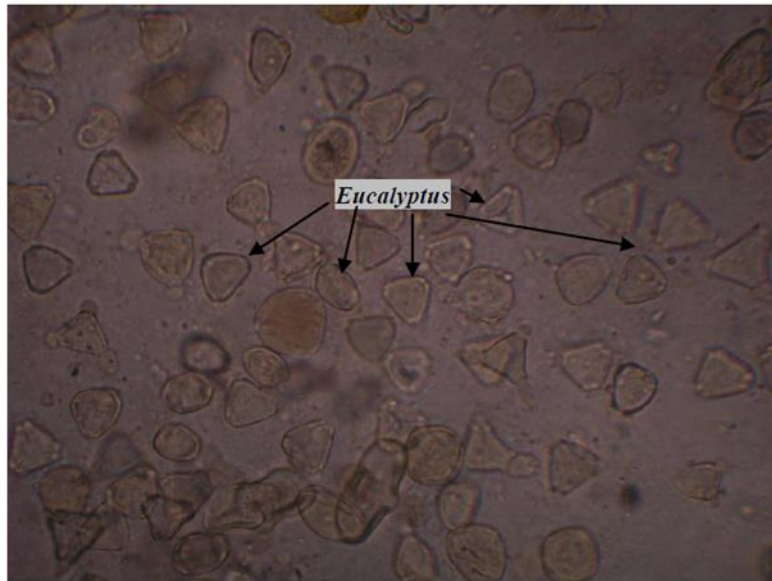


Figure 25: Echantillon de miel d'eucalyptus (à l'objectif x40)

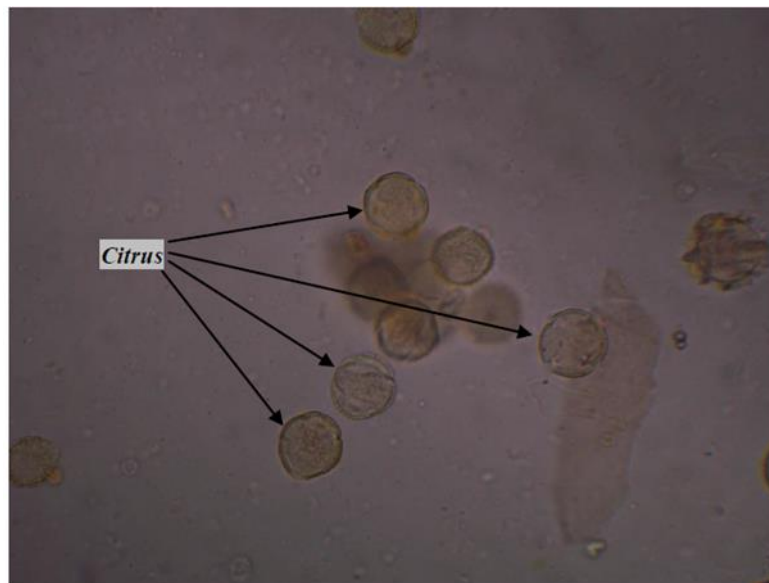


Figure 26 : Echantillon de miel des agrumes (à l'objectif x40)

Résultats et Discussions

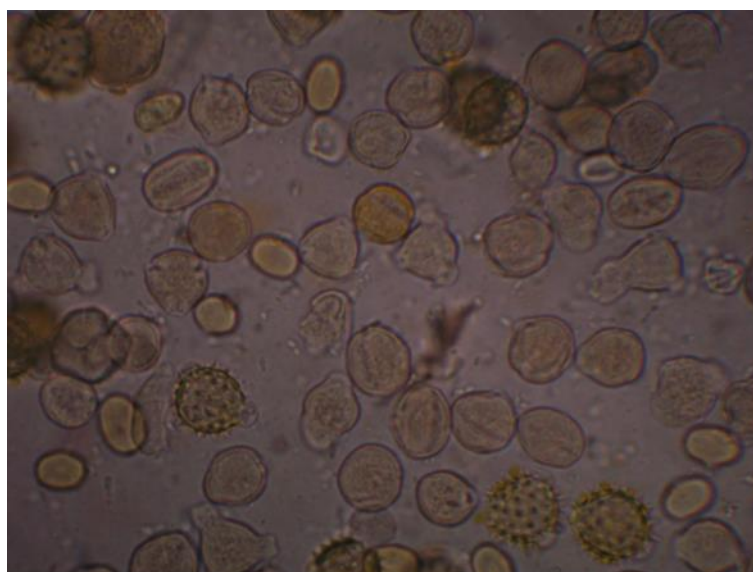


Figure 27 : Echantillon de miel de toutes fleurs (à l'objectif x40)

4. 2 Analyses physico-chimiques

Les résultats des paramètres physicochimiques étudiés sont illustrés dans le tableau

Echantillon du miel	Indice de réfraction	Teneur en eau	Les sucres totaux
M2	1,4999	14,6	83,4%
M3	1,4956	16,4	81 ,8%
M5	1,4958	16,4	81,8%
M6	—	—	—

Tableau 05: Résultats des analyses physicochimiques

Résultats et Discussions

4. 2.1 La teneur en eau

Les résultats obtenus dans notre étude montrent que la teneur en eau des échantillons étudiés varie entre 14,6 et 16,4. En effet, tous les miels analysés sont conformes à la norme proposée par **le codex**

Une valeur trop grande d'humidité peut provenir d'une extraction trop précoce, un excès d'eau peut entraîner la fermentation de miel.

Selon la recherche de **White (1975)** cité par **Mehryar et al, (2013)**, les miels contenant moins de 17,1% d'humidité sont classés comme sûrs indépendamment de la teneur en levure.

L'humidité va également modifier une série de propriétés du miel. Ainsi, un miel très sec devient très visqueux, filant et difficile à extraire et à filtrer, surtout en-dessous de 16 %. La vitesse de cristallisation d'un tel miel sera également ralentie. De même, mais à l'opposé, un miel trop humide aura aussi une vitesse de cristallisation ralentie. Un miel trop sec (< 16,5 %) perd de ses qualités organoleptiques car, assez pâteux, il va nécessiter de la part du dégustateur un apport en eau sous forme de salive, c'est pourquoi il n'y a pas intérêt à pousser trop loin la déshumidification d'un miel (**Bruneau, 2008**).

Nos échantillons mono floraux présentent une teneur de 14,6 pour les miels Ziziphus Lotus et 16,4 pour l'Eucalyptus.

On trouve aussi dans les échantillons poly floraux une teneur de 16,4 pour toutes fleurs et pour les miels des agrumes.

La faible teneur en humidité protège le miel de l'activité microbologique et peut ainsi être préservée pour des périodes plus longues (**Buba et al, 2013**).

4. 2.2 Les sucres totaux

Les sucres des miels sont responsables de sa viscosité, de son hygroscopicité et de sa cristallisation. La répartition entre les différents sucres va donner de précieux renseignements qui permettront de prévoir la vitesse de cristallisation et la stabilité de la structure d'un miel (**Laouar, 2016**).

Résultats et Discussions

Ces sucres sont composés principalement de fructose, de glucose et de saccharose. Le rapport fructose/glucose et la concentration de saccharose sont de bons critères pour différencier les miels mono floraux. La teneur en oligosaccharides tels que le mélézitose et le maltotriose sont de bons indicateurs pour la teneur en miellat d'un miel (Amri, 2006).

Les résultats de notre étude varient entre 81,8et 83,4 %. Ces résultats confirment que les sucres sont les constituants majoritaires du miel.

Le miel M2 a montré la teneur en sucres la plus élevée, tandisque la valeur la plus basse de la teneur en sucres a été enregistrée dans le miel M3 et M5.

Les résultats obtenus montrent une corrélation entre les sucres et la teneur en eau, leséchantillons les plus riches en eau contiennent une faible quantité de sucres et vice-vers (Laouar, 2016).

4.3 Evaluation de l'activité antimicrobienne

4.3.1 L'évaluation de la concentration minimale inhibitrice (CMI)

Les résultats d'évaluation de l'activité antimicrobienne des quatre variétés de miels utilisés sont représentés dans le **tableau 06**:

Résultats et Discussions

Les souches Bactériennes					
(+ /-) : pour l'activité					
Miels	Gram +		Gram -		Souche fongique
	<i>Staph</i>	<i>Bacillus</i>	<i>E.coli</i>	<i>Pseudo</i>	<i>Candida ATTC</i>
M2	++	++	+++	++	-
M3	+	+	+	+	-
M5	-	+	-	+	-
M6	-	-	-	-	-

Tableau 06 : Evaluation de l'activité antimicrobienne

D'après les résultats qu'on a obtenu à partir le tableau 06 qui montre la sensibilité des nos souches microbiennes contre les différents échantillons des miels. On remarque les souches qui font parties au gram (-) on puissance de 08, une activité inhibitrice très prononcées que les bactéries font parties au gram (+) à la puissance 07. Donc ont peut dire que la sensibilité des grams (-) est très élevées par rapports aux autres. L'exemple de ça (*E.coli*), (**figure, 28**).

Au contraire pour la souche fongique (*Candida ATTC*) qu'a une activité inhibitrice pratiquement null, alors elle a une résistance très élevée aux 04 variétés des miels.

Le miel d'*Eucalyptis* qui représente l'échantillon M3, a provoqué une croissance maximale, et on peut la remarquer ça chez les souches *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*.

Résultats et Discussions

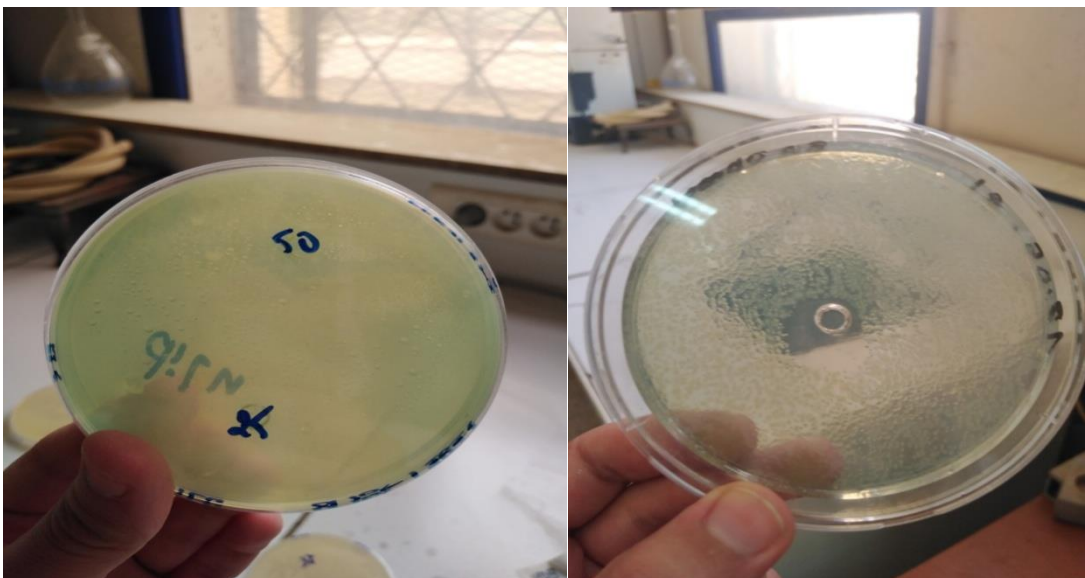
Staphylococcus aureus est l'une des espèces les plus sensibles à l'action antibactérienne du miel, il a été souvent fait état de la complète inhibition de *Staphylococcus aureus* par des miels dilués à concentration très basses (Molen, 1992).

Le miel a un potentiel antibactérien suffisant pour stopper la croissance bactérienne s'il est dilué au moins 9 fois, est ce qu'on a remarqué chez quelques souches bactériennes, ainsi des zones d'inhibition remarquables qu'ont les suivantes:

Les souches qu'ont représentent des zones d'inhibition différentes au niveau de méthodes de diffusion du miel (pure et diluée) :

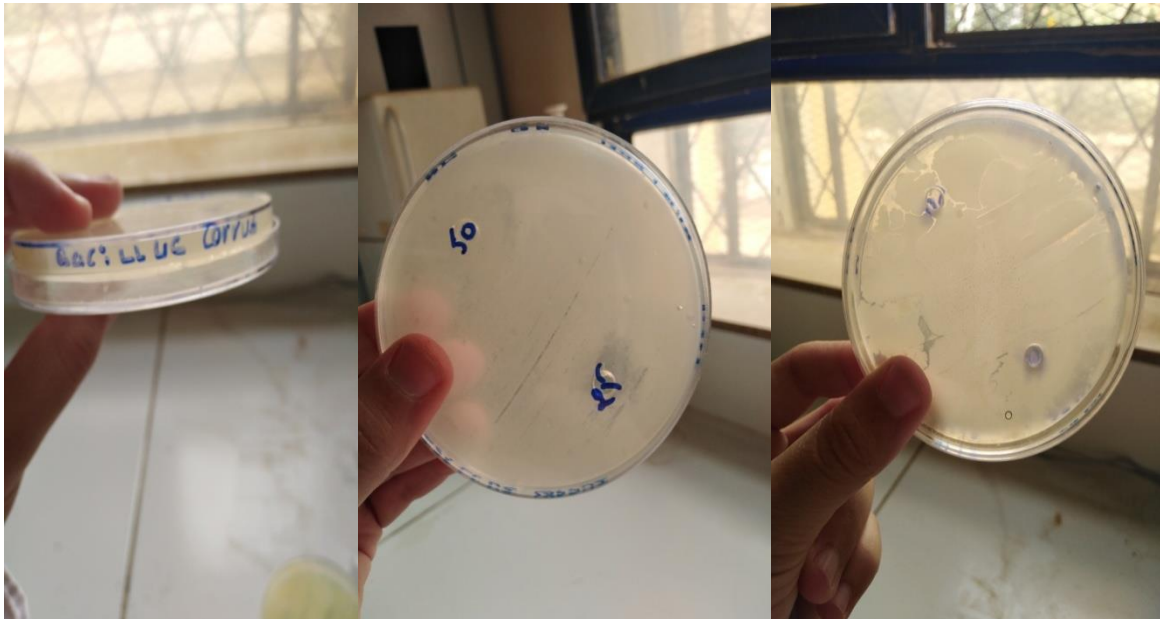


Staphylococcus aureus

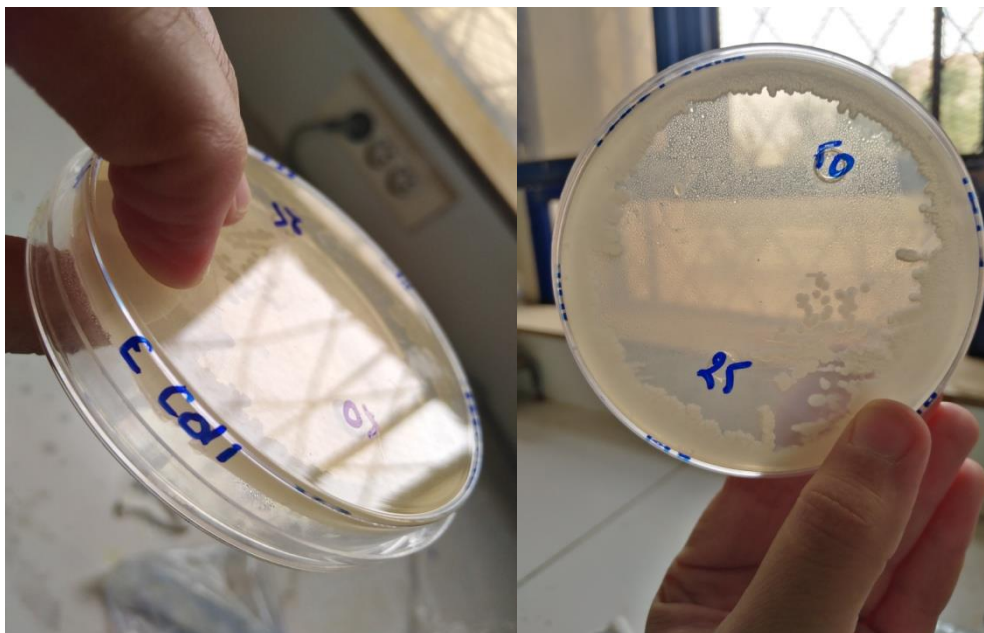


Résultats et Discussions

Pseudomonas aeruginosa



Bacillus cereus



Escherichia coli

Figure 28 : le pouvoir antibactérien des miels testés selon la méthode de puits

Résultats et Discussions

La technique de diffusion sur gélose par les deux méthodes de dilution et l'étalement une goutte pure du miel en gélose a montré que les miels de jujubier (*Ziziphus lotus* (M2), et d'*Eucalyptus* (M3), *toutes fleurs* (M5) et des agrumes (M6), ayant une pouvoir inhibitrice différente sur les souches, les miels des Agrumes (M6), et de *toutes fleurs* (M5) ont n'inhibe pas la croissance de *Staphylococcus aureus*, et c'est pareil pour *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* et *Candida attc 444*, par diffusion à travers des puits de miel pure, et à travers les dilutions successifs 25% et 50

pour le miel de *toutes fleurs* excepté le pouvoir inhibitrice à travers des puits de miel pure, le miel des agrumes a exprimé un pouvoir inhibiteur pratiquement nul pour les cinq souches microbiennes, par contre chez *Ziziphus lotus* (M2), et l'*Eucalyptus* (M3) ont été montrés un effet inhibitrice très prononcé soit pour les deux méthodes de diffusion et a une, et ça bien exprimé par la souche d'*Escherichia coli* avec une zone d'inhibition allant de 11 mm à 13 mm, et avec une zone pratiquement moyenne pour *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida Attc 444*, *Staphylococcus aureus*.

CONCLUSION

CONCLUSION

CONCLUSION

Les résultats qu'on a obtenus montrent clairement que le miel est doté d'un large spectre d'activité inhibitrice sur les quatre souches bactériennes ainsi que la souche fongique testée. Cet effet inhibiteur a été constaté pour la plupart des échantillons testés avec une certaine variabilité d'un échantillon à un autre et d'une souche à une autre.

Le miel est composé de sucrose, fructose, acide aminée, de l'eau et plusieurs oligo-éléments, qui contiennent deux groupes de produits agissant directement comme agent antibactérien.

Il contient également des molécules inhibant la croissance bactérienne comme le peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) ou l'inhibine, qui résultant de l'oxydation d'eau et de glucose sous l'action de l'enzyme glucose oxydase, l'enzyme reste active tous le temps de la transformation du nectar en miel, et ça remarquable dans le miel mûr, l'enzyme n'est plus active mais reste intacte, si le miel est dilué avec un peu d'humidité, l'enzyme est réactivée. Cette idée à été annoncée depuis plus de 14 siècles par notre prophète MOHAMMED le paix soit sur lui, qui insiste sur boire du miel dilué.

L'effet antimicrobien du miel peut être expliqué par la diversité et la richesse de son composition, Ainsi que, sa valeur médicinale comme antibiotique naturel est de plus en plus démontrée scientifiquement par un groupe de chercheurs qu'ont été publiés très récemment le journal FASEB.

Comme des perspectives nous pouvons dire :

A travers nos travail, il serait intéressant d'approfondir l'étude de l'activité antiviral par l'analyses des souches afin de les identifiées.

- Effectuer des analyses physicochimiques sur une large gamme d'échantillons de miels du territoire Algérienne, afin de déterminer la nature du composé à activité antibactérienne selon l'origine florale du chaque variétés de miels. .

-Analyses qualitatifs et quantitatives des contenus de la ruche.

Références Bibliographies

Références Bibliographique

Amri. A, Évaluation physico-chimique et détermination De l'origine botanique de quelques variétés de miel produites à l'Est d'Algérie, universite badji mokhtar-annaba, 2006 ,123 pages.

Achour.Y, h. Khali, m. « Composition physicochimique des miels algériens. Détermination des éléments traces et des éléments potentiellement toxiques ». Afrique Science, vol. 10, n°2, 2014, p. 127 – 136.

Bendifallah L, Louadi K, Doumandji S. Bee fauna poten-tial visitors of coriander flowers *Coriandrum sativum*L. (Apiaceae) in the Mitidja area (Algeria). Verista. Journal of Apicultural Science. 2013, 57:59–70

Benoit. M. Cours de Biologie de l'abeille notions de morphologie, d'anatomie et de physiologie à usage apicole ; par l'Union Royale des Ruchers Wallons, novembre 2013, version 4 ,36 pages.

Biri M. Tout savoir sur les abeilles et l'apiculture. 7e édition revue et augmentée (24 janvier 2011). Edition De Vecchi, 2010, 298 p.

Bogdanov S., Martin P., Lullmann C., Hrmonised methods of the European honey commission, Apidologiesuppl. 1997. 1-59p.

Bogdanov S, Jurendic T, Sieber R, Gallmann P. Honey for nutrition and health: a review. J Am Coll Nutr, 2008; 27(6):677-89.

Blanc. M. Propriétés et usage médical des produits de la ruche ; Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie, sous la direction de : mr chulia ; Université de limoges, Faculté de Médecine et de Pharmacie ; Le 30 Novembre 2010,144pages.

Bouchama. R et djaouani .D ; Etude de l'activité antibactérienne des produits de la ruche (miel, propolis et gelée royale), sous la direction de : mr sebane h ; Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, 2015 ,74 pages.

Boudjelloua. R. Contribution à l'étude de la consommation du miel au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou, sous la direction de : mr Alili n, Université Mouloud mammeri de Tizi-Ouzou, 2017 ,77 pages

Bouزيد. O. Contribution à l'analyse physicochimique de quelques types de miels de la wilaya de Tizi-Ouzou, universite mouloud mammeri de tizi-ouzou, 2016 ,99 pages

Bakiri. E ; Abeilles sauvages et abeilles domestiques: Impact sur la biodiversité et la productivité ; Constantine, université des Frères Mentouri Constantine 1 ; 2017,16 pages

Boukendour. O ; Contribution a l'automatisation de la détection et de la reconnaissance de pollens ; universite mouloud mammeri, tizi-ouzou ; Le : 20/01/2011, 72 pages.

Références Bibliographique

- Bogdanov.S. Harmonized methods of the international. International honey commission. Centre Suisse de Recherche Apicoles., 2002. 62p.
- Ben Nasri.M- Ayachi.M.A, Pollen wall ultrastructure and ontogeny in *Ziziphus lotus* L. (Rhamnaceae), Campus Universitaire, 1060 Tunis, Tunisia, Mars 1995, volume 85, Pages 85-98.
- Bogdanov S. & Bulmer P. Propriétés naturelles du miel. Revue Suisse d'Apiculture., 2001. 98: 107-114.
- Bradbear, N. Manuel sur la récolte, la transformation et la commercialisation des produits et services dérivés des abeilles. Le rôle des abeilles dans le développement rural, FAO, 2011, 19: 1- 4.
- Bruneau E. Les produits de la ruche. In Le traité rustica de l'apiculture. Paris. Rustica, 2002, 354-384p.
- Balas. F. Les propriétés thérapeutiques du miel et leurs domaines d'application en médecine générale : revue de la littérature. Médecine humaine et pathologie. 2015. ffdumas-01293955f.
- Bonté. F, Alexandra Rossant, Jean Christophe Archambault, Alexis Desmoulière ; Miels et plantes : de la thérapeutique à la cosmétique ; Faculté de Pharmacie, Université de Limoges ; Août 2011 ,n° :63 ,9 pages
- Chorfi. B et Gattoche.K, L'effet des produits de la ruche sur la reproduction et le système reproducteur, Université Larbi Ben Mhidi Oum El Bouaghi, 2019,59 pages.
- Cavelier. E ; le miel : composition et techniques de production ; Mémoire de master de traduction italien-français, Sous la direction de Madame Cécile Breffort ; Paris, esit – université sorbonne nouvelle – Paris 3 ; septembre 2013, 121 pages
- Cuvillier.A, Miel, Propolis, Gelée royale : Les abeilles alliées de notre système immunitaire. Université de Lille 2, France, 2014, Page : 48-49.
- Cardinault. N, M.-O. Cayeux, P. Percie du Sert, La propolis : origine, composition et propriétés, France, 10:298–304,2012 , Page : 298-299.
- Dutau.G, La France des pollens, Toulouse, volume : XI, n° 3, mai-juin 2008, page : 106.
- Demil A., Denis M., Lasselin C., Verriest D.F. Les abeilles et l'homme. Les chercheurs volent au secours des abeilles. INRA, (2015), 23p.
- Descottes B. cicatrision par le miel, l'expérience de 25 année.Phytothérapie, 2009, vol.7, n 2, 112-116.
- Dominic .B, le venin d'abeille, sous la direction de : Mélissa Girard, Collège d'Alma, canada, le 20/02/2017, 9 pages

Références Bibliographique

Domi, Le grain de pollen, disponible sur le site : <https://catoire-fantasque.be>. Le : 13 mars 2017.

Eon. N, De la fleur à l'abeille, de l'abeille au miel, de miel à l'homme : miel et autres produits de la ruche, Université de Nantes, France, 2011, 206 Pages.

Jean-prost P. L'apiculture. Connaître l'abeille. Conduire le rucher. 6^{ème} Édition Lavoisier. 1987, 597p.

Jfcarion, les grains de pollen, école normale supérieurs de lion (ENS), France, Le : 04/10/2017, disponible sur le site : <http://accs.ens-lyon.fr>

Hauger E. A, Cire d'abeille : que faire avec ?, le journal des femmes déco ; France ; Le 29/01/19 à 09:00, disponible sur le site : <https://deco.journaldesfemmes.fr>.

Henintsoa A. M ; Analyses polliniques en vue de la création des référentiels commerciaux des miels malgaches : cas des miels de litchi ; Université d'antananarivo ; Madagascar, le 09 novembre 2012, 106 pages.

Hoyet.C, Le miel : de la source à la thérapeutique, Université henri poincare, nancy 1, Le 8 décembre 2005, 106 Pages

Hoyet.C ; Le Traité Rustica de l'Apiculture; Editions Rustica/ FLER ; Paris ; 2006 ; 528.

Huchet E., Coustel J. et Guinot L. Les constituants chimiques du miel. Méthode d'analyse chimique. Département de science et l'aliment. Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaire. France. 1996, 16p.

Homrani. M, Caractérisation physico-chimique, spectre pollinique et propriétés biologiques de miels algériens crus de différentes origines florales, université abdelhamid ibn badis mostaganem, le: 16/01/2020, 253 pages.

Hacene. F, Détermination épigénétique chez les abeilles (*Apis mellifica intermissa*), sous la direction de : Dahloum Lahouari, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, 2016 ,66 pages

Dailly H. Cristallisation du miel, le savoir et le faire, "Revue Technique", 3. 2010, 24-28p.

Holtzmann.S, propolis : utilisation et bienfaits de ce remède miracle, France, le 23/03/2020, disponible sur le site : <https://www.lerucherlareinedesvosges.fr>.

Kabakisa.K, Etude Morphologique des Grains de Pollen de Quelques Familles de l'Ile kongolo (Haut-Zaïre : Acanthacea Asteraceae, Commelinaceae ; Université de Kisanganl faculte des sciences ; 1981/1982, 65 pages.

Korichi. N et Latamene. A, Analyse physico-chimiques et pollinique et effet antibactérien de quelques miels de Bejaïa, Université Abderrahmane Mira de Bejaïa, 2017, 76 pages.

Références Bibliographique

Kwakman P.H.S., Te velde A.A., de Boer L. How honey kills bacteria. *Faseb journal*, 2010, vol.24, n 7, .2176-2582.

Guillon. N ; Etude de l'activité antibactérienne du miel ; Diplôme d'état de docteur en pharmacie ; sous la direction de : raby claude ; universite de limoges, france ; faculte de pharmacie ; Le 03 Avril 1996, 92 pages.

Garcia s, barraco m, adria m.a. Interpretation of rheogrammic functions in holm oak honey. *S.t.p.pharma*, 1986, vol.2, n 15, 307-312p.

Gilles. A ; La biologie de l'abeille ; Ecole d'apiculture Sud-Luxembourg, février 2010, 26pages

Gheldof, N., Engeseth, N.J. 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 Agricultural Food and Chemistry*, 2002, 50(10): 3050-3055.

Gonnet M.). Miel, composition, propriétés, conservation. *INRA station expérimentale d'apiculture*.6 (3) ; (1982), 1-22.

Gonnet M .et Vache G. *Le goût du miel*. Edit.U.N.A.F. Paris. 1985. 146p.

Layazid.A & asmani.S; Caracterisation de quelques parametres physicochimiques et biologiques de la gelee royale ; Mémoire de Fin d'Etudes En vue de l'obtention du diplôme de master académique ; Biotechnologie microbienne, universite mouloud mammeri de tizi ouzou, 2017/2018, 88pages.

Lequet.L ; du nectar a un miel de qualite : Controles analytiques du miel et conseils pratiques a l'intention de l'apiculteur amateur ; Thèse ; Sous la direction de : Stephane martinot ; Ecole nationale veterinaire de lyon ; Le 02 décembre 2010 ,195 pages

Laouar.H, Analyses polliniques et physico-chimiques des miels du Nord Est algérien, universite badji mokhtar – annaba, 2016, 159 pages.

Louveaux J. *Les abeilles et leur élevage* .2cme Edition opida. 1985, 237p.Miel de colza et d'acacia : (Miel bio de haute-marne ,52).

Louveaux, J, "Composition, propriétés et technologie du miel", In traité de biologie de l'abeille, Tome 3: les produits de la ruche, Sect l'abeille et la fleur, Ed. Masson et CIE, Paris. 1968, 277-318.

Louveaux J, Mineral analysis of mono-floral new Zealand honey, Vanhanen et al 2011 et les composés phénoliques des miels, 1985.

Lefrançois. P et Ruby. F, Pollen, Novembre 2009, disponible sur le site : Qualité des produits

Références Bibliographique

Mollier. P, Magali Sarazin, Isabelle Savini, Bernard Vaissière, Luc Belzunces, et al. Le déclin des abeilles, un casse-tête pour la recherche. INRA Magazine, 2009, 12p.

Mackowiak C. Le déclin de l'abeille domestique *Apis mellifera* en France. Thèse de doctorat. Université Henri Poincaré - Nancy 1. 2009, 171p.

Molan PC. Potential of honey in the treatment of wounds and burn. *Am J Clin Dermatol.* 2001; 2(1):13-19. et Viuda-Martos M, Ruiz-Navajas Y, Fernandez-lopez J, Perez-

Molan PC. The antibacterial activity of honey. 1. the nature of the antibacterial activity. *Bee world.* 1992; 73: 5-28

Marchenay P. et Berard L. L'homme, l'abeille et le miel. Paris, De Borée, 2007, 223 p

Meda A., Lamien C.E., Marco R. Determination of the total phenolic, flavonoïde and proline contents in Burkina Faso honey, as well as their radical scavenging activity. *Food Chemistry,* 2005, vol.91, n 3., 571-577p.

Molan RC. Allen K.L. The effect of gamma-irradiation on the antibacterial activity of honey. *J. Pharm. Pharmacol.* 1997, 48, 9-1206p.

Pantaléon M., Université de Limoges Faculté de pharmacie D'état de Docteur en pharmacie, un composé complexe aux propriétés. 2011.

Nenni .K ; Les produits de la ruche et leur utilisation en médecine vétérinaire ; Diplôme de Docteur Vétérinaire ; Sous la direction de : Mme Boukert. R ; Université Saad Dahlab-Blida 1, 2018-2019 ,97 pages.

Nomblot.S.C, les produits de la ruche : la géleé royale, Futura planète, Le 16/06/2016, disponible sur le site : <https://www.futura-sciences.com>).

Fluri P. and Kilchenmann V., Qualité des produits Afrique *Science* 10 (2) (2014) 127 - 136, <https://www.passeportsante.net>.

Philippe JM. Le guide de l'apiculteur. Troisième Edition EDISUD. 1087. (1999).

Rossant. A ; Le miel, un composé complexe aux propriétés surprenantes ; Thèse pour diplôme d'états de docteur en pharmacie, sous la direction de : Jean-Luc DUROUX ; France, Université de Limoges faculté de pharmacie ; Le 1er avril 2011, 136 pages.

Sablé. Propriétés, valeur nutritionnelle et diététique du miel, cas du miel de Turnesol. *Apithérapie : la science de l'abeille pour l'énergie et le bien être,* 1997, 57950, 25-32p.

Seijo. M.C, María Jesús Aira & José Méndez (2003) Palynological differences in the pollen content of Eucalyptus honey from Australia, Portugal and Spain, *Grana,* 42:3, 183-190, DOI: 10.1080/00173130310011784

Références Bibliographique

Solomon, MR, Bamossy, G., Askegaard, S. and Hogg, M.K. 2010. Consumer Behavior: a European perspective. Fourth edition. ed. England: Prentice Hall.

Schweitzer, Le monde des miellats. "Revue l'abeille de France", 980., 2004, 02p.

Subrahmanyam M. Honey dressing versus boiled potato peel in the treatment of burns: a prospective randomised study. Burns, 1996.

Subrahmanyam M. honey impregnated gauze versus polyurethane film (OpSite) in the treatment of burns—a prospective randomized study. Br J Plast Surg. 1993; 46(4):322-3 .

Trisse. C, Abeilles domestiques et abeilles sauvages : la compétition des ressources, France, le 20 May 2021, à 8 h 00 min, disponible sur le site : <https://www.consoglobe.com>.

Tomczak C., BERLAND M. (dir). Utilisation du miel dans le traitement des plaies. 185p. thèse de doctorant: vétérinaire de Lyon: 2010.

Telleria MC Analyse pollinique des miels du nord-ouest de la province de Buenos Aires (Argentine). Apidologie 19 (3), (1988), 275-290.

Oussama. R.M ; Rezzag Mohcen O, Extraction de certains composés du miel naturel ayant effet antimicrobien Université Kasdi Merbah., 2010 Memoire Online.

Wahdan H. A causes of antimicrobial activity of honey. Infection, 1998 Jan-feb, 26(1), 26-31p.

Werner A. Laccourreye O. Le miel en oto-rhino-laryngologie: quand, pourquoi et comment? Annales française d'oto-rhino-laryngologie et de pathologie cervico-faciale, 2011, vol. 128 n° 3, 153-157p.

Les sites internet

1- [Http://www.encyclopedie-universelle.com/abeille1/abeille-apidae-apini-apis-florea-dorsata-andreniformis-cerana-dessins.jp](http://www.encyclopedie-universelle.com/abeille1/abeille-apidae-apini-apis-florea-dorsata-andreniformis-cerana-dessins.jp)

2- <https://agriculturemono.net/abeille-de-terre-une-insecte-miraculeuse/>

3- <https://ialo.fr/abeille-qui-es-tu/>

4-site : <https://www.technopole.nc>

5- <https://passion-irish-cob.forumactif.com>

6- <https://www.wikiwand.com>

7- (www.biologiq.nl)

ANNEXE

ANNEXE

ANNEXE

Annexe 1: Les normes de Codex Alimentarius et l'Union Européen (Bogdanov, 2002)

Critères de qualité	Projet du Codex	Projet de l'UE
Teneur en eau Général Miel de bruyère, de trèfle Miel industriel ou miel de pâtisserie	$\leq 21\text{g}/100\text{g}$ $\leq 23\text{g}/100\text{g}$ $\leq 25\text{g}/100\text{g}$	$\leq 21\text{g}/100\text{g}$ $\leq 23\text{g}/100\text{g}$ $\leq 25\text{g}/100\text{g}$
Teneur en sucres réducteurs Miels qui ne sont pas mentionnés ci-dessous Miel de miellat ou mélanges de miel de miellat et de nectar Xanthorrhoeapr	$\geq 65\text{g}/100\text{g}$ $\geq 45\text{g}/100\text{g}$ $\geq 53\text{g}/100\text{g}$	$\geq 65\text{g}/100\text{g}$ $\geq 45\text{g}/100\text{g}$ $\geq 53\text{g}/100\text{g}$
Teneur en saccharose apparent Miels qui ne sont pas mentionnés ci-dessous Robini, Lavandula, Hedysarum, Trifolium, Zitrus, Medicago, Eucalyptus Cam., Eucryphialuc. Banksia menz. * Calothamnus san. Eucalyptus scab, Banksia gr., Xanthorrhoeapr. Miel de miellat et mélanges de miel de miellat et de nectar	$\leq 5\text{g}/100\text{g}$ $\leq 10\text{g}/100\text{g}$ $\leq 15\text{g}/100\text{g}$	$\leq 5\text{g}/100\text{g}$ $\leq 10\text{g}/100\text{g}$
Teneur en matières insolubles dans l'eau Général Miel pressé	$\leq 0,1\text{g}/100\text{g}$ $\leq 0,5\text{g}/100\text{g}$	$\leq 0,1\text{g}/100\text{g}$ $\leq 0,5\text{g}/100\text{g}$
Teneur en matières minérales (cendres) Miel de miellat ou mélanges de miel de miellat et de nectar, miel de châtaignier	$\leq 0,6\text{g}/100\text{g}$ $\leq 1,2\text{g}/100\text{g}$	$\leq 0,6\text{g}/100\text{g}$ $\leq 1,2\text{g}/100$
Acidité	$\leq 50\text{meq}/\text{Kg}$	$\leq 40\text{meq}/\text{Kg}$
Activité diastasique , (indice diastasique en unités de Schade) Après traitement et mise en pot (Codex) Tous les miels du commerce (UE) Général Miels avec une teneur enzymatique naturellement faible	≥ 8 ≥ 3	≥ 8 ≥ 3
Teneur en hydroxyméthylfurfural Après traitement et mise en pot (Codex) Tous les miels du commerce (UE)	$\leq 60\text{mg}/\text{kg}$	$\leq 40\text{mg}/\text{kg}$

ANNEXE

Annexe 2 : Table de Chataway

Teneur en eau	Indice de réfraction	Teneur en eau	Indice de réfraction
g/100 g	20 C°	g/100 g	20 C°
13.0	1.5044	19.0	1.4890
13.2	1.5038	19.2	1.4885
13.4	1.5033	19.4	1.4880
13.6	1.5028	19.6	1.4875
13.8	1.5023	19.8	1.4870
14.0	1.5018	20.0	1.4865
14.2	1.5012	20.2	1.4860
14.4	1.5007	20.4	1.4855
14.6	1.5002	20.6	1.4850
14.8	1.4997	20.8	1.4845
15.0	1.4992	21.0	1.4840
15.2	1.4987	21.2	1.4835
15.4	1.4982	21.4	1.4830
15.6	1.4976	21.6	1.4825
15.8	1.4971	21.8	1.4820
16.0	1.4966	22.0	1.4815
16.2	1.4961	22.2	1.4810
16.4	1.4956	22.4	1.4805
16.6	1.4951	22.6	1.4800
16.8	1.4946	22.8	1.4795
17.0	1.4940	23.0	1.4790
17.2	1.4935	23.2	1.4785

ANNEXE

17.4	1.4930	23.4	1.4780
17.6	1.4925	23.6	1.4775
17.8	1.4920	23.8	1.4770
18.0	1.4910	24.0	1.4765
18.2	1.4915	24.2	1.4760
18.4	1.4905	24.4	1.4755
18.6	1.4800	24.6	1.4750
18.8	1.4895	24.8	1.4745
		25.0	1.4740

Les souches utilisées pour l'évaluation de l'activité antimicrobienne

Pseudomonas aeruginosa

Ou bacille pyocyanique (bacille du "pus bleu"), c'est l'espèce la plus fréquemment isolée en bactériologie médicale, est un bacille à Gram négatif, non sporulé, très mobile grâce à un cil polaire, ubiquité, que l'on rencontre dans les sols, sur les végétaux et surtout dans les eaux douces et marines, ils se comportent comme des pathogènes opportunistes souvent à l'origine d'infection nosocomiales.

Escherichia coli

Le colibacille ou *Escherichia coli*, on l'appelle communément "colibacille" pour rappeler que ce bacille du côlon est un commensal du tube digestif de l'homme qu'il colonise dès les premières heures de la vie extra-utérine, se qui explique son apparition extrêmement précoce dans les selles des nouveau-nés, un bacille à Gram négatif, d'une taille moyenne de 2 à 6 µm de long sur 1 à 1.5 µm de large; le plus souvent mobile grâce à une ciliature péritriche, il est non sporulé.

Est un aéronaérobie facultatif, il est chimioorganotrophe et hétérotrophe, tire son énergie de la voie d'oxydation et de fermentation (exige des sources d'azotes et des besoins inorganiques). Ce colibacille pousse facilement sur milieu ordinaire à base d'extrait de viande (gélose nutritive).

Staphylococcus aureus

Une composante essentielle de la flore humaine normale, Coloration de Gram montrant les cocci à Gram positif en amas typiques, est un pathogène important, responsable d'infections cutanées, ostéomyélites, septicémies et pneumopathies. *S. aureus* est coagulase positive.

Bacillus cereus

Une bactérie à Gram positif, aérobies ou anaérobies facultatives et sporulantes sporogène appartenant au genre *Bacillus* a été isolée de l'intestin grêle et de l'ampoule rectale des abeilles prélevées des ruches du rucher expérimental de Bures-sur-Ivette.

Ces bactéries présentent de très fortes homologues entre elles, ont des toxines spécifiques qui leur permettent de coloniser des hôtes aussi divers que les insectes et les mammifères. *B. cereus* est une bactérie saprophyte, pouvant être rencontrée dans de très nombreux environnements, est également associée à des pathologies non gastro-intestinales, rares, mais aussi plus graves, telles que des infections oculaires, des pneumonies ou des méningites aux issues parfois fatale.

Candida ATTC 444

Est un champignon microscopique – aussi appelé levure – naturellement présent dans les muqueuses du corps humain, à savoir dans la bouche, les intestins, l'œsophage ainsi que sur la peau et les muqueuses génitales, ce champignon est un organisme dit commensal saprophyte, ce qui signifie qu'il se nourrit de la matière organique en décomposition présente dans l'intestin: sa présence est donc utile chez les personnes en bonne santé. Il risque en revanche de se développer anormalement, de devenir pathogène et entraîner des infections en cas de déficit immunitaire, de déséquilibre hormonal ou de traitements antibiotiques.

Milieux de culture utilisés

Muller Hinton

La gélose Muller Hinton est un milieu solide utilisé pour l'étude de la sensibilité des bactéries aux antibiotiques, elle constitue également un excellent milieu de base pour la préparation d'une gélose au sang.

La gélose de Muller Hinton est parfaitement standardisée, standardisation qui s'appuie sur les normes de l'OMS (norme numéro 26 pour les substances biologiques, révision 1981) publiée dans le rapport technique de l'OMS partie D.

Gélose nutritive

Cette gélose est un milieu solide qui convient à la culture des bactéries ne présentant pas d'exigences particulières. Ce milieu est recommandé par l'American Public Health association pour la numération des bactéries de l'eau.

Préparation des milieux de culture en boîte de pétri

Les milieux de culture gélosés requis sont repartis dans des flacons et achetés ainsi par le laboratoire de microbiologie. Après avoir desserré légèrement le bouchon des flacons, faire fondre le milieu en le plaçant dans un erlenmeyer contenant 1 litre d'eau distillée, et sur une plaque chauffante à 50°C avec un agitateur pour homogénéiser le milieu, laisser le jusqu'à l'ébullition, mets- le reposer sur une surface thermorésistante à température ambiante jusqu'à l'obtention d'un milieu en surfusion d'une température comprise entre 44°C et 47°C.

Le milieu de culture en surfusion est coulé dans les boîtes de pétri de façon à obtenir une épaisseur de 3 mm pour les boîtes d'un diamètre de 90 mm. Les boîtes avec leurs couvercles

sont déposées sur une surface fraîche et horizontale pour refroidir et se solidifier avant de les conserver dans un réfrigérateur à 2-8°C.

Pour un ensemencement en surface d'un milieu de culture solide, les boîtes de pétri sont préalablement séchées, sans leur couvercles et surface de la gélose tournée vers le bas, dans une étuve réglée à une température comprise entre 25 °C et 50 °C, jusqu'à disparition des gouttelettes à la surface du milieu.