

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE.
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLAB - BLIDA 1 -**



**FACULTE DE MEDECINE.
DEPARTEMENT DE PHARMACIE.**

**ANALYSES CHIMIQUES ET PROPRIETES
THERAPEUTIQUES DU MIEL ET PROPOLIS**

**Thèse d'exercice de fin d'études
Présentée en vue de l'obtention du Diplôme de Docteur en Pharmacie
Session : septembre 2017.**

Présenté par :

- **BIRANE Mebarka Imane .**
- **KLALIB Asma.**

Devant le jury :

- **Président de jury : Pr. GHARBI. Professeur en Chimie Analytique.**
- **Examineur 1 : Dr. DJELLOULI Salim. Maitre assistant en Pharmacologie.**
- **Examineur 2 : Dr. GUERFI Bahdja. Maitre assistante en Chimie thérapeutique.**
- **Promotrice : Dr ARAR Karima. Maitre assistante en Pharmacognosie**

Remerciements

En premier, nous remercions DIEU pour nous avoir donné la force pour nous avoir donné la force, le courage, et la volonté, et d'avoir guidé nos pas pour la réalisation de ce mémoire de fin d'étude.

Nous tenons également à remercier en second lieu notre promotrice Dr. Arar.K d'avoir mis à notre disposition son savoir, ses conseils précieux et ses orientations tout au long de cette recherche.

Nos sincères remerciements vont aux membres de jury qui nous fait l'honneur d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Chaleureux remerciement à Mme BENKHITER Aicha qui a nous aider et accompagner durant tout le travail.

Nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères à Mme AOUIZ qui a nous contribué à l'élaboration de ce travail.

Nos remerciements vont au corps professoral et administratif du Département de pharmacie de l'université de Blida, pour la richesse et la qualité de leur enseignement et qui déploient de grands efforts pour assurer à leurs étudiants une formation actualisée.

On n'oublie pas nos parents et nos amis qui par leurs prières et leurs encouragements, on a pu surmonter tous les obstacles.





Merci d'Allah (mon dieu) de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve et le bonheur de lever mes mains vers le ciel et de dire "ya Kayoum"

Je dédie ce modeste travail ...

A mes chères, mon père et ma mère.

Autant de phrases aussi expressives soient elle ne saurait montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour vous. Vous représentez pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé m'encourager et de prier, je vous dédie ce travail en témoignage de mon profond amour, et j'ai dit Allah yerhmek Papa, Allah Yahafdek Mama.

Une spéciale dédicace à mon marie Salah Eddine qui m'a toujours encouragé.

A mes chers frère Mouhamed, Aïssa, Ibrahim, Fethi qui est son anniversaire aujourd'hui je te souhaite une longue vie pleine de bonheur, Houcine et Youcef qui m'a aidé durant tout le travail.

A mes adorables sœurs Hamida et Fatma et mes belles sœurs.

A mes bon frères Ali et Mouloud.

A tous mes nièces et mes neveux.

A toute ma famille.

A toute ma belle famille.

A mon binôme Imane.

A tous ceux qui m'aiment.

A tous ceux que j'aime.

Je dédie ce travail.



Asma



Dédicace

Merci d'Allah (mon dieu) de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve et le bonheur de lever mes mains vers le ciel et de dire « ya Kayoum »

Je dédie ce modeste travail...

A mes chers ma mère et mon père.

Autant de phrases aussi expressives soient elle ne saurait montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour vous ; vous représentez pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier, je vous dédie ce travail en témoignage de mon profond amour.

A mes chers frères et mon adorable sœur

A toute ma famille

A ma chère Imane

A mon binôme Asma

Qui a partagé tout le travail, qui a supporté mon humeur au moment de stress

A tous ceux qui me sont chères

Pour tous ceux qui m'aiment

Pour tous ceux que j'aime

Je dédie ce travail

Imane



TABLE DES MATIERES

Remerciements	i
Dédicace.....	ii
Liste des tableaux.....	iii
Liste des figures.....	vii
Liste des abréviations.....	x
Introduction générale.....	1
<u>Partie théorique.</u>	
Chapitre I : Généralité sur l’apithérapie.	
1. Définition de l’apithérapie.....	2
2. Réglementation et législation.....	2
3. Problème de standardisation.....	4
Chapitre II: Abeille.	
1. Définition de l’abeille.....	5
2. Classification.....	5
3. Morphologie de l’abeille.....	6
4. Différents acteurs de la ruche	9
4.1.Reine.....	9
4.2.Males	9
4.3.Ouvrières	10
5. Répartition géographique des abeilles mellifères en Algérie.....	11
5.1.Abeille tellienne	11
5.2.Abeille saharienne	11
5.3.Races introduites	12
6. Espèces mellifères en Algérie	12
6.1.Flore mellifère spontanée	12
6.2.Flore mellifère cultivée	13
7. Produits de la ruche	13
7.1.Miel	13
7.2.Propolis	14
7.3.Gelée royale	14
7.4.Pollen	15
7.5.Cire	16
7.6.Venin.....	17
7.7.Pain d’abeille	18
Chapitre III : Miel	
1. Définition du miel	20
2. Processus de fabrication	20
3. Différents types de miel	21
3.1.Miel varie selon l’origine florale	21
3.1.1. Miels monofloraux	21
3.1.2. Miels multifloraux	24
3.2.Miel de miellat	26

TABLE DES MATIERES

4. Récolte de miel par l'apiculteur	26
5. Compositions chimiques	27
6. Propriétés physico-chimiques du miel	30
6.1. Analyse organoleptique	30
6.2. Analyses physico-chimique	30
7. Conservation du miel	31
8. Propriétés biologiques du miel	31
8.1. Valeur nutritionnelle	31
8.2. Activités thérapeutiques	32
8.2.1. Action antibactérienne	32
8.2.2. Action antifongique	33
8.2.3. Action antioxydante	33
8.2.4. Action anti-inflammatoire	33
8.2.5. Action immunostimulatrice	33
8.2.6. Action cicatrisante	34
8.2.7. Action anticancéreuse	34
8.2.8. Action antidiabétique	35
8.2.9. Autres	35

Chapitre IV : Propolis.

1. Définition	39
2. Récolte	39
2.1. Récolte par l'abeille	39
2.2. Récolte par l'homme	40
3. Caractères organoleptiques	41
4. Propriétés physico-chimiques	41
4.1. Propriétés physiques	41
5. Composition chimique	41
6. Propriétés thérapeutiques	45
6.1. Action anti-infectieuse	45
6.1.1. Action antibactérienne	45
6.1.2. Action antivirale	45
6.1.3. Action antifongique	45
6.1.4. Action antiparasitaire	46
6.2. Action anticancéreuse	46
6.3. Action anti-inflammatoire	47
6.4. Action antioxydante	47
6.5. Action cicatrisante et régénératrice	47
6.6. Autres	47
7. Fragilité et traitement possible de la propolis	48

Partie pratique

Introduction	49
1. Matériels	49
2. Méthodes.....	51
2.1. Préparation de l'extrait éthanolique de propolis	51
2.2. Screening chimique.....	54
2.3. Ph	61
2.4. Teneur en eau	61
2.5. Evaluation de l'activité antibactérienne du miel et propolis.....	62

TABLE DES MATIERES

2.5.1. Morphologie des bactéries	62
2.5.2. Développement de résistance aux antibiotiques	62
2.6. Evaluation de l'activité antifongique du miel et propolis	70
3. Résultats	73
3.1. Screening chimique	73
3.2. Ph	74
3.3. Teneur en eau	74
3.4. Evaluation de l'activité antibactérienne du miel et propolis	75
3.5. Evaluation de l'activité antifongique du miel et propolis	88
4. Discussion	89
Conclusion générale	92
Références bibliographiques	93
Annexe	xii
Résumé	xv

Introduction

Depuis l'aube des temps, l'homme a toujours été intrigué et intéressé par la nature qui l'entourait. Il a su tirer partie des ressources naturelles pour s'adapter à son environnement et ainsi évoluer, créant la domestication et l'agriculture. Parmi les espèces animales domestiquées, il en est une particulièrement exceptionnelle : l'abeille. Les vertus de ce petit insecte ont tout de suite séduit la curiosité humaine et depuis les temps les plus reculés, l'homme a su profiter des produits de la ruche. La première représentation iconographique de la relation homme-abeille date de plus de 9000 ans avant Jésus Christ. Ce n'est que bien plus tard que les autres produits de la ruche se dévoilèrent à la curiosité humaine. Miel, propolis, pollen, pain d'abeille, cire, gelée royale, venin. Tous nous ont montré au fil des études et des observations qu'ils pouvaient contribuer au bien-être et à l'amélioration de la qualité de vie de l'homme.

Les abeilles, ces « pharmaciennes ailées » nous offrent un produit à la fois agréable à la vue, au goût et à l'odorat, un aliment merveilleux et un médicament délicieux complètement naturel (**Donnadieu, 2003**).

Il était aussi considéré comme un remède capable de prévenir et de guérir de nombreux maux. Mais, avec l'avènement de la chimie moderne, son usage est tombé dans l'oubli. N'ont subsisté que des utilisations empiriques. Des études scientifiques commencent à redonner au miel et aux produits de la ruche, la juste place que les anciens leur avaient attribuée. Des chercheurs ont récemment démontré scientifiquement les multiples vertus du miel: antibactérien, antifongique, antiviral, cicatrisant....

A l'heure où la médecine moderne se trouve confrontée à divers problèmes (résistances aux antibiotiques, augmentation des dépenses de santé...), les thérapeutiques dites naturelles suscitent un regain d'intérêt. Le miel, au vu de ses multiples propriétés, mériterait plus d'attention de la part du corps médical.

Nous aborderons tout d'abord une approche générale de l'apithérapie et les produits de la ruche et plus précisément miel et propolis. Par la suite, une étude plus approfondie nous mènera à découvrir la composition de ces produits (miel et propolis) et les fondements de leurs actions. Enfin, une troisième et dernière partie pratique présentera l'évaluation de l'activité antibactérienne et antifongique.

Chapitre I :
Généralités sur
l'apithérapie.

Chapitre II :

Abeille.

Chapitre III :

Miel.

Chapitre IV :

Propolis.

I. Généralité sur l'apithérapie

1. Définition de l'apithérapie

« Api » vient du latin *apis*, abeille, « Thérapie » vient du grec ancien (*therapeia*), cure, soin. Donc l'apithérapie signifie : « **Les abeilles soignent !** ». [4]

On peut définir l'apithérapie selon plusieurs auteurs :

--- Selon le Docteur Yves DONADIEU (1975) :

« L'apithérapie est le traitement des maladies par les produits récoltés, transformés ou sécrétés par l'abeille, et tout particulièrement le pollen, la propolis, le miel, la gelée royale et le venin. Ce sont essentiellement des thérapeutiques de terrain qui visent la prévention des maladies mais aussi ont des vertus curatives. ». [16]

--- Le Docteur Albert BECKER (médecin et apiculteur) : donne, en 2007, une définition plus conforme aux réalités scientifiques du XXI^e siècle : « L'apithérapie est le traitement préventif ou curatif des maladies humaines ou vétérinaires par les produits biologiques issus ou extraits du corps même de l'abeille, sécrétés par elle ou récoltés et transformés par elle. ». [5]

-**De plus**, l'utilisation du terme « apithérapie » varie d'un continent à l'autre.

En Europe, l'apithérapie peut faire référence à la cicatrisation par le miel.

Aux Etats-Unis, « *apitherapy* » signifie thérapie par le venin.

Au Japon, cela concerne les traitements à base de propolis.

-L'apithérapie est de fait multiple. C'est aussi l'usage par l'allopathie de médicaments extraits ou synthétisés à partir des produits de la ruche. Ces médicaments utilisés traditionnellement ont vu, pour certains, leur activité thérapeutique scientifiquement prouvée. Actuellement, l'apithérapie mélange donc une médecine dite « scientifique » et un usage traditionnel à visée thérapeutique.

-Le champ d'application principal de l'apithérapie moderne se situe dans le traitement des infections bactériennes, broncho-pulmonaires, gastro-intestinales ou virales comme l'herpès, ou la varicelle. Elle est très intéressante dans le traitement des brûlures et dans la cicatrisation des plaies de tous types. L'intérêt de l'apithérapie est conforté par la recherche en chimie dont les techniques modernes y trouvent des sources importantes de molécules à valeur thérapeutique. [26]

-La plupart des produits de la ruche constituent essentiellement des thérapeutiques de terrain qui occupent une très grande place dans la prévention des maladies, prévention qui constitue la finalité première de la médecine. [21]

2. Réglementation et législation

-Pour considérer que les produits de la ruche sont des médicaments, ils doivent répondre à la définition du médicament :

« On entend par médicament toute substance ou composition présentée comme possédant des propriétés curatives ou préventives à l'égard des maladies humaines ou animales, ainsi que toute substance ou composition pouvant être utilisée chez l'homme ou chez l'animal ou pouvant leur être administrée, en vue d'établir un diagnostic médical ou de restaurer, corriger ou modifier leurs fonctions physiologiques en exerçant une action pharmacologique, immunologique ou métabolique. Sont notamment considérés comme des médicaments les produits diététiques qui

renferment dans leur composition des substances chimiques ou biologiques ne constituant pas elles-mêmes des aliments, mais dont la présence confère à ces produits, soit des propriétés spéciales recherchées en thérapeutique diététique, soit des propriétés de repas d'épreuve. Les produits utilisés pour la désinfection des locaux et pour la prothèse dentaire ne sont pas considérés comme des médicaments. Lorsque, eu égard à l'ensemble de ses caractéristiques, un produit est susceptible de répondre à la fois à la définition du médicament prévue au premier alinéa et à celle d'autres catégories de produits régies par le droit communautaire ou national, il est, en cas de doute, considéré comme un médicament. » .

-De plus, on peut établir un parallèle avec la définition des médicaments à base de plantes du CSP :

« Médicament à base de plantes : tout médicament dont les substances actives sont exclusivement une ou plusieurs substances végétales ou préparations à base de plantes ou une association de plusieurs substances végétales ou préparations à base de plantes.»

- Pour les médicaments contenant des produits de la ruche, on peut proposer une définition telle que :

« Médicament utilisé en apithérapie : tout médicament dont les substances actives sont exclusivement une ou plusieurs substances provenant de la ruche ou de l'abeille, ou préparations à base de produits de la ruche ou extrait d'abeille ou une association de plusieurs de ces substances ou préparation de ces substances ». [26]

- Un complément alimentaire est défini comme suit : « On entend par compléments alimentaires les denrées alimentaires dont le but est de compléter le régime alimentaire normal et qui constituent une source concentrée de nutriments ou d'autres substances ayant un effet nutritionnel ou physiologique seuls ou combinés, commercialisés sous forme de doses, à savoir les formes de présentation telles que les gélules, les pastilles, les comprimés, les pilules et autres formes similaires, ainsi que les sachets de poudre, les ampoules de liquide, les flacons munis d'un compte-gouttes et les autres formes analogues de préparations liquides ou en poudre destinées à être prises en unités mesurées de faible quantité. »

Le médicament, pour être commercialisé, obtient une autorisation de mise sur le marché (AMM) qui garantit la sécurité, l'innocuité et l'efficacité du médicament pour le consommateur. Cette notion ne doit jamais être oubliée. [26]

Pour résumer et simplifier, le médicament est reconnu pour une action pharmacologique.

Tandis que le complément alimentaire est à considérer comme ayant des propriétés nutritionnelles et «rééquilibrantes » pour l'organisme : une action physiologique pour maintenir les fonctions physiologiques.

Dans la réalité, les aspects commerciaux et réglementaires y sont mêlés. Quand un médicament a obtenu une AMM, ce dépôt est contraignant car rigoureux et aussi coûteux. A *contrario* l'autorisation de commercialisation des compléments alimentaires est plus « laxiste » que pour l'AMM et les paramètres financiers sont moindres. C'est pour cela que l'on peut avoir une même substance, souvent une plante ou un oligo-élément, dans des médicaments et des compléments alimentaires. Parfois, cette substance est plus dosée dans le complément alimentaire que dans le médicament ! Dans les deux cas, la substance active peut être nocive dans certaines conditions et à certaines doses. L'organisme, lui, se préoccupe peu de savoir s'il a pris un médicament ou un complément alimentaire. Pour un conseil à l'officine, il est donc préférable de raisonner en substance active plutôt qu'en statut légal.

C'est pour cela qu'il faut connaître les différentes gammes à conseiller : médicament et complément alimentaire confondus. En parallèle, il ne faut pas oublier les aspects qualité et sécurité du produit.

En ce qui concerne les produits de la ruche commercialisés, ils sont assimilés à des phytonutriments ou à des extraits de plantes. La majorité possède le statut de complément alimentaire. Quant aux médicaments, ils sont souvent associés à d'autres substances comme par exemple Activox® miel citron, même si l'action principale est due à l'erisimum et la matricaire. Il existe également quelques dispositifs médicaux pour le miel dans la cicatrisation Revamil®. [26]

3. Problème de standardisation :

Il faut retenir que les produits de la ruche sont des produits de la nature. Comme tous produits non synthétisés par l'homme, il existe une variabilité dans la composition. Même si nous vivons dans une société où tout doit être standardisé, les produits ne peuvent pas être identiques d'un lot à l'autre, d'une année à l'autre. Il y a de nombreux paramètres qui modifient les compositions. On peut citer la flore, qui est le principal paramètre influant, mais aussi la santé du rucher, la saison, l'année, la date d'extraction ...

C'est pour cela qu'il faut privilégier les produits dont on connaît la provenance. Ils posséderont une régularité de composition et une standardisation des contrôles pour chaque lot. [26]

1. Définition de l'abeille :

-L'abeille est un insecte appartenant à l'ordre des hyménoptères et vivant en société, celle-ci étant caractérisée par la division et la spécialisation du travail. [8] Les abeilles mènent donc une vie de type communautaire et se répartissent en trois castes : *la reine, les faux-bourdon*s ou *les mâles et les ouvrières*.

-l'*Apis mellifera* est l'espèce la plus largement élevée et étudiée à travers le monde. Ses multiples variétés ou races sont souvent liées à son adaptation à des climats et à des environnements végétaux différents. Les races d'abeilles mellifiques diffèrent au niveau du comportement, de leur facilité à essaimer, de leur agressivité, de leur capacité de production de miel, de propolis, de gelée royale, de cire. [20]



Figure 01: l'abeille « un insecte social »

2. Classification :

-dans l'arbre phylogénétique des animaux, les insectes forment une classe de l'embranchement des arthropodes Les insectes sont caractérisés par : un corps composé de trois parties (la tête, le thorax et l'abdomen), trois paires de pattes, généralement deux paires d'ailes, une paire d'antenne, et une respiration trachéenne. [29]

-l'ordre des hyménoptères (du grec *hymen* c'est membrane et *ptéron* c'est ailes) c'est-à-dire qu'elles subissent une métamorphose complète, leur métathorax est soudé au premier segment abdominal, leurs ailes sont membraneuses et elles ont des pièces buccales de type broyeur-lécheur.

-Elles appartiennent au groupe des aculéates (femelles portant un aiguillon).

-Les abeilles appartiennent à la famille des apidés : langue longue.

-L'espèce qui nous intéresse est *Apis mellifera* soit l'abeille domestique. [13]

Selon les règles internationales de la nomenclature *Systema Naturae* de Linné de 1758.

ABEILLE

Tableau 1 : classification de l'abeille domestique *Apis mellifera*. [20]

Règne	Animal
Embranchement	Arthropodes
Classe	Insectes
Ordre	Hyménoptères
Sous-ordre	Apocrites
Infra-Ordre	Aculéates
Superfamille	Apoïdea
Famille	Apidé
Genre	Apis
Espèce	<i>A. mellifera</i> , Linné 1758



Figure 02 : *Apis mellifera*,

3. Morphologie de l'abeille :

Le corps d'une abeille est formé de 3 parties : la tête, le thorax et l'abdomen.

-**La tête** comporte : deux yeux composés, trois yeux simples, deux antennes orientables, une bouche, équipée d'une trompe adaptée à la récolte du nectar et de mandibules en forme de pince qui permettent de saisir des corps étrangers, de prélever la propolis, d'ouvrir les étamines, de modeler la cire et de mordre les ennemis.

-**Le thorax** est constitué de trois segments soudés, portant chacun une paire de pattes. Le deuxième et le troisième segment disposent également de deux paires d'ailes, formées de membranes transparentes placées à l'intérieur d'un réseau de nervures rigides. L'abeille peut voler à une vitesse de 10 à 30 km/h et s'éloigner jusqu'à 3 km de sa ruche.

-**L'abdomen** est formé par sept segments reliés entre eux par une membrane souple. À l'extrémité du dernier segment se trouve un aiguillon venimeux, le dard, qui jaillit lorsque l'abeille se défend d'une agression. [11]

ABEILLE

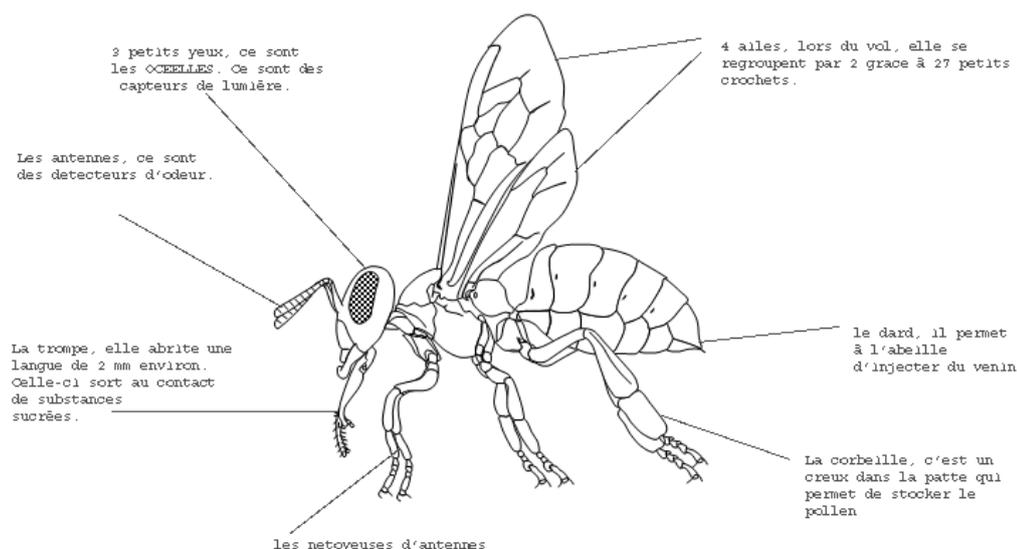


Figure 03 : Schéma simplifié d'une abeille ouvrière

Les activités de récolte en elles-mêmes sont permises par des adaptations au niveau de l'appareil buccal et les pattes :

-L'appareil buccal se trouve à la partie inférieure de la tête; il est constitué par la lèvre supérieure, les mandibules et la lèvre inférieure; l'ensemble constitue **l'appareil buccal lécheur-suceur**.

Lorsque l'abeille veut sucer le nectar de la fleur, elle introduit dans le calice sa langue, lèche et aspire alternativement; qui forme avec les deux maxilles un tube alimentaire, par pompage et par capillarité dans son jabot. [7]

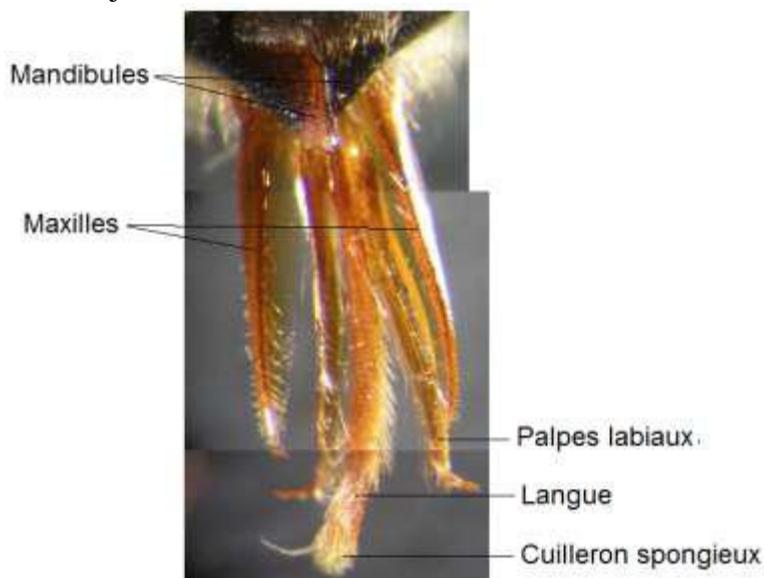


Figure 4 : Pièces buccales de l'ouvrière

-**le jabot** se trouvant dans l'abdomen, c'est une poche formée par renflement de l'œsophage utilisé par les abeilles butineuses comme réservoir de nectar lors de prélèvement au niveau des fleurs et du transport jusqu'à la ruche. C'est dans ce jabot que commence la transformation de nectar en miel grâce à une enzyme appelée invertase, Les abeilles transportent aussi l'eau et le miellat par leur jabot.

ABEILLE

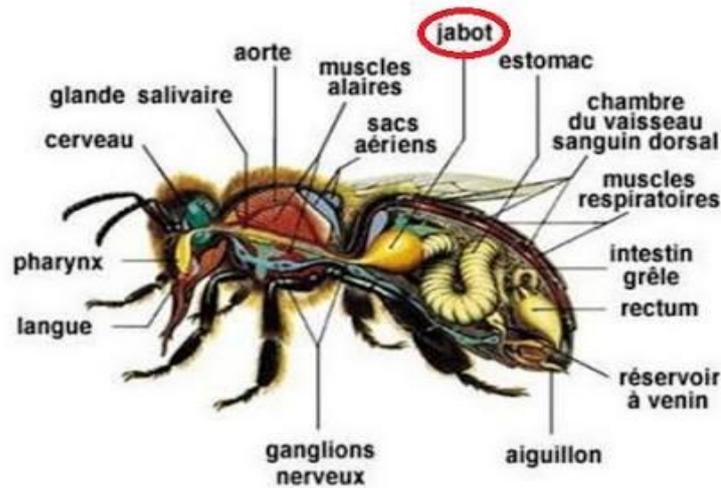


Figure 5 : schéma simplifié pour montrer le jabot

-des pattes pourvues d'une sorte de pince, de brosse, de râteau et de corbeille leur permettant de cueillir et de transporter le pollen, . La face interne des pattes postérieures contient des peignes et le râteau sert à manipuler le pollen afin d'en constituer une pelote qui sera placée dans la corbeille.

La corbeille ou pelote se trouve sur la face externe de la patte postérieure elle est pourvue de poils sur le pourtour et d'un poil raide central sur lequel le pollen ou la propolis peut être accroché, la presse pousse et maintient le pollen à l'intérieur de la corbeille. L'abeille n'accumule dans ses pelotes qu'un seul type de pollen Les pelotes ainsi formées constituent de petites masses ovoïdes de quelques millimètres de diamètre Le pollen ramassé représente 10 à 30 mg par voyage.



Figure 6 et 7 : des ouvrières butineuses de pollen



Figure 8 : Variétés de pelotes de pollen

4. Les différents acteurs de la ruche :

4.1. La reine :

Issue d'un œuf similaire à celui d'une ouvrière, mais pondue dans une cellule royale accrochée au rayons, la larve de reine est nourrie uniquement avec de la gelée royale (dont la composition complexe permet aux ovaires de se développer) et naît seize jours après.

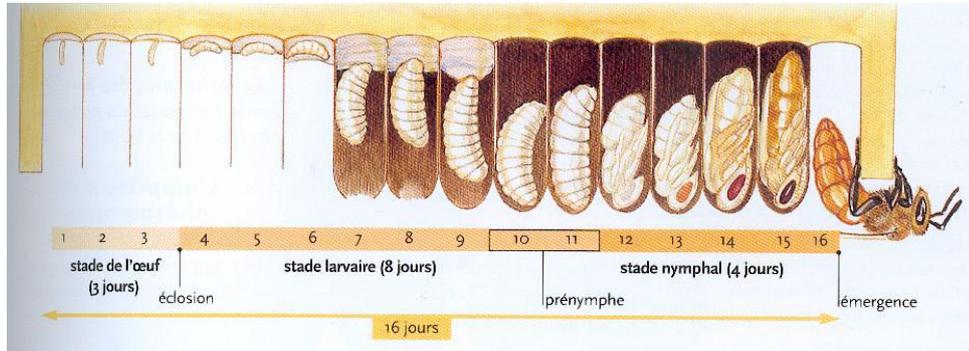


Figure 9 : De l'œuf à la reine [29]

-la reine donne naissance à la colonie tout entière. La ponte est sa seule occupation, Son système reproducteur est formé de deux ovaires hypertrophiés et d'une spermathèque aux qualités exceptionnelles, qui permet à la reine, une fois fécondée par plusieurs mâles au cours du vol nuptial, de conserver les spermatozoïdes actifs durant toute sa vie (en moyenne trois à quatre ans).

-Son dard est lisse et donc rétractable, est différent de celui de l'ouvrière ; il lui permet d'occire toutes les autres reines prétendantes juste après sa naissance. [18]

4.2. Les mâles :

-Les mâles ne naissent qu'à partir du mois de mars, vingt-quatre jours après la ponte des œufs déposés dans des alvéoles plus grandes que celles des ouvrières. Puis, il faut environ 15 jours pour qu'ils atteignent la maturité sexuelle. Ils ne sont donc « opérationnels » qu'à partir de la deuxième moitié d'avril, ce qui précède légèrement le début de la période d'essaimage. La principale mission des mâles est la reproduction et ils sont démunis de dard, ils ne peuvent pas piquer. [29]

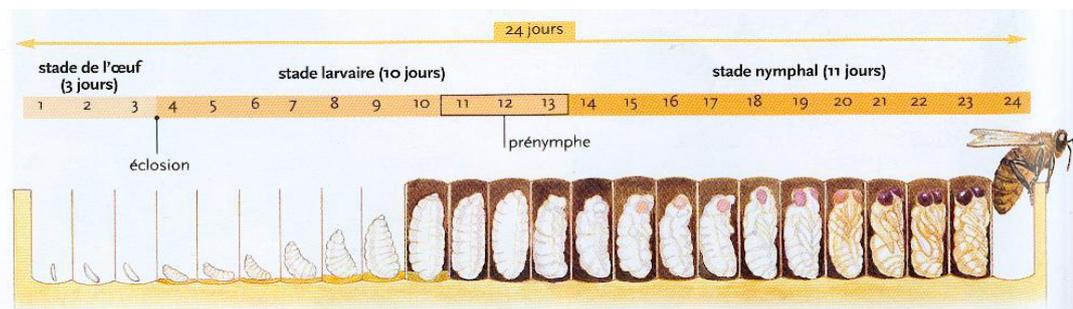


Figure 10 : De l'œuf au faux bourdon.[29]

4.3. Les ouvrières :

Elles constituent la quasi-totalité des individus de la ruche. Le développement de l'ouvrière dure environ 21 jours.

ABEILLE

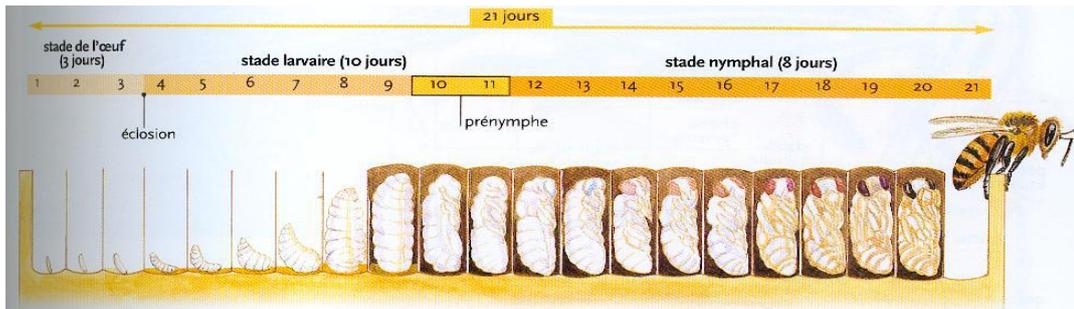


Figure 11 : De l'œuf à l'ouvrière. [29]

-Elles exécutent tous les travaux : entretien, nettoyage, soins aux jeunes, gardiennage, élaboration du miel, construction des rayons, butinage. Toutes ces fonctions et ces activités correspondent à des adaptations physiologiques et sont rythmées par le développement de différentes glandes, en fonction de leur âge et selon les besoins de la colonie.

- Les ouvrières sont munies d'un dard dentelé non rétractable qui, lors d'une piqûre, engendre la mort de l'insecte.[29]

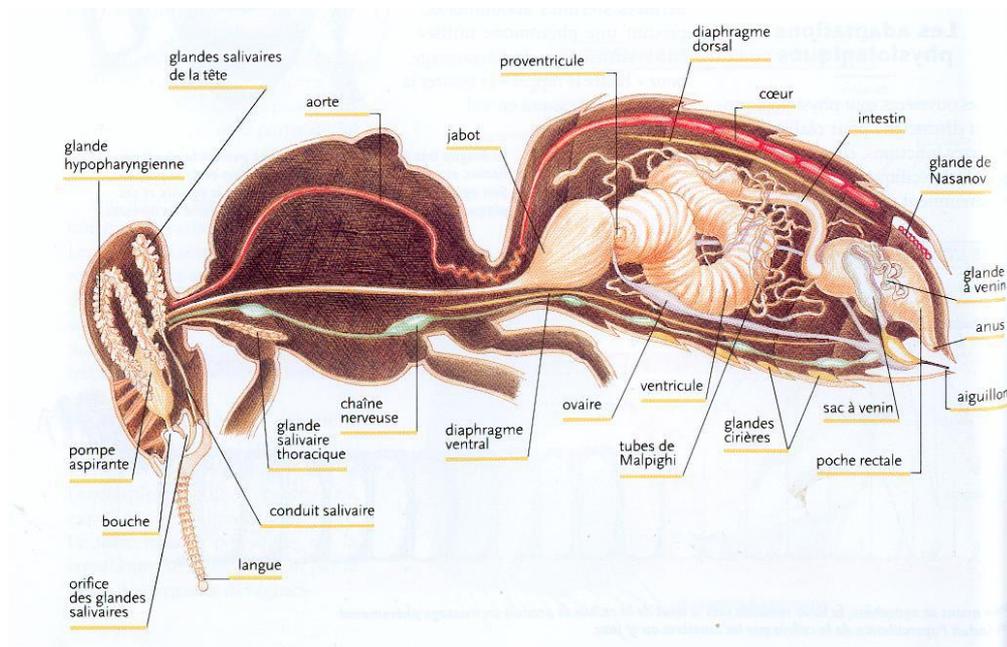


Figure 12 : Les principaux organes de l'ouvrière. [29]

5. Répartition géographiques et les espèces des abeilles mellifères en Algérie :

L'élevage des abeilles est répandu dans l'ensemble des zones agro écologiques, et s'insère harmonieusement dans les systèmes de production arboricoles des régions montagneuses a population dense (Kabylie, Aurès), dans les plaines littorales (Mitidja), dans les plaines intérieures (mascara), dans les vallées des grands oueds (Soummam), dans les oasis (Ain safra, Bechar) ... [25]

Le cheptel apicole algérien est constitué de deux races.

- L'Abeille saharienne ou *A. mellifera sahariensis*.
- L'Abeille Tellienne *A. mellifera intermissa*.

ABEILLE

Ces races sont considérées comme étant rustiques, malheureusement quelques essaims ont été mélangés à d'autres races qui ont été introduites. [19]

5.1. L'Abeille Tellienne Algérienne :

L'origine de l'Abeille Tellienne *Apis mellifera intermissa* est la Libye, la Tunisie, l'Algérie et le Maroc, mais elle est plus répandue en Algérie.

Ses caractéristiques font d'elle qu'elle est très agressive, très nerveuse, très essaimeuse, mais aussi très féconde et très bonne récolteuse de pollen et de propolis.

Cette abeille est très précieuse car c'est une race primaire c'est à dire qu'elle peut servir pour les croisements, c'est à cet effet qu'elle possède un groupe de sous - races ou variétés qui s'étend à travers le Nord Est de l'Europe et la moitié Nord de l'Asie jusqu'à l'océan pacifique. [19]



Figure13 : l'abeille tellienne *Apis mellifera intermissa*

5.2.L'Abeille saharienne :

Comme son nom l'indique cette abeille vit dans le désert du Sahara de couleur noire, productive, prolifique, résistante aux maladies et aux prédateurs mais néanmoins fort agressive, présentant une propension à l'essaimage et elle ne fait que des pénétrations sporadiques au Nord du pays. [19]



Figure 14 : l'abeille saharienne *Apis mellifera sahariensis*

5.3. Les races introduites :

Des races européennes ont été introduites en Afrique du Nord et qui sont :

- Apis mellifera mellifica ,
 - Apis mellifera ligustica ,
 - Apis mellifera carnica
 - Apis mellifera caucasica .
- L'introduction d'abeilles étrangères a pour conséquences inévitables l'apparition de familles de races croisées plus actives et plus agressives que les abeilles de races pures. [19]

6. Les espèces mellifères en Algérie :

Parmi les très nombreuses espèces végétales qui forment la flore mellifère algérienne :

6.1. La flore mellifère spontanée :

- en montagne la bruyère rose (*Erica mimi-fiera L*), l'arbousier (*Arbustus unedo L*), la lavande (*Lavandula stoechas L*), le romarin (*Rosmarinus officinalis L*), de nombreuses variétés de thym, de cistes, d'asphodèles, l'astragale, l'euphorbe, le marrube vulgaire ...
- dans les régions prémontagneux de grande et petite Kabylie, deux variétés de sainfoin (*Hedysarum flexuosum L* et *H. coronatum*) couvrent de grandes superficies
- dans les terres argileuses des sahels et des valles montagneuses, les ombellifères du genre *Daucus*, constituent des peuplements importants.
- dans les plaines fleurissent l'oxalis (*Oxalis cernua Th.*), les ravenelles (*Sinapis, Diplotaxis, Sisymbrium...*), la bourache (*Borago officinalis*), les vipérines (*Echium sp*), les mélilots, les chardons (*Onopordon, Silybum*), les centaurees [25]



Figure 15 : quelques plantes mellifères de la flore spontanée en Algérie (Romarin, lavande, asphodèle, mélilot, bourache ...)

6.2. La flore mellifère cultivée :

Il convient de citer les rosacées de verges, le néflier du japon par exemple, dont la floraison automnale est précieuse, les agrumes (*Citrus divers*), les fourrages artificiels, tels que la luzerne, le trèfle d'Alexandrie (*Trifolium alexandrium L*), les plantes de grande culture, comme la lentille, ou de culture industrielle, comme le cotonnier... [25]



Figure 16 : quelques plantes mellifères de la flore cultivée en Algérie (Les citrus orange et citron, les rosacées, néflier de japon...)

7. Les produits de la ruche :

7.1. Le miel :

Le miel est un produit naturel, pur, non modifié, possédant des propriétés favorables à la santé avec une grande valeur nutritionnelle. L'abeille mellifère produit le miel à partir du nectar des fleurs, d'un peu de pollen et d'enzymes sécrétées par ses glandes. Une fois élaboré, le miel est stocké dans des alvéoles de cire. Il servira de provisions pour nourrir la colonie. La composition du miel et ses propriétés peuvent varier grandement selon l'origine botanique. Les substances qu'il contient sont extrêmement faciles à assimiler. C'est la source d'énergie naturelle la plus rapide et la plus puissante que l'on connaisse.[7]

La composition du miel est très complexe car il subit de nombreuses étapes et plusieurs facteurs rentrent en compte : transmission d'abeille en abeille, température et ventilation de la ruche, teneur en eau, enzymes de la butineuse, nature de la flore visitée, qualité du sol, état physiologique de la colonie, conditions météorologiques lors de la miellée. [18]

Aux vues des connaissances actuelles, le miel mérite mieux que notre curiosité mais toute notre attention de cliniciens particulièrement en milieu hospitalier compte tenu du grave problème des résistances bactériennes auxquelles nous devons faire face.[22]

Les trois propriétés antimicrobienne, cicatrisante et anti inflammatoire qui sont parfaitement mise en évidence par des études in vitro et études cliniques nous conduisent à réétudier les effets du miel dans la cicatrisation quelque soit l'origine : plaies post opératoires, plaies chroniques, ulcères veineux et escarres. [20]

En résumé, le miel est grâce a sa constitution un élément intéressant pour certaines applications, les substances qui le composent agissant en synergie et est d'autant plus impossible à réaliser artificiellement.

7.2. Propolis :

Propolis provient du grec ancien qui signifie « en avant de la cité » probablement suite à l'observation de certaines races d'abeilles qui réduisent l'entrée de leur colonie avec cette résine végétale. [20]

La propolis est une résine végétale. Elle est sécrétée par les feuilles, les bourgeons, les branches et l'écorce des arbres pour se protéger contre les infections. Certaines espèces sont des sources importantes de propolis. On peut de cette façon de citer le bouleau, l'Omre, l'aulne, le chêne, le marronnier d'inde et le frêne pour leurs bourgeons ainsi que les épicias, les pins et les sapins pour leurs écorces. [17]

Les insectes vont l'appliquer a l'intérieur et a l'extérieur de la « cité », pour fortifier et assainir l'environnement et également s'en enduire le corps pour se protéger des maladies, des ennemis naturels. Ainsi, l'abeille va l'utiliser pour boucher les ouvertures, lisser les parois et surtout « désinfecter » la ruche, lieu propice au développement bactérien, a cause de la température élevée (35-38°c), de l'humidité de 70% et de la forte teneur en sucre au sein de celle-ci, et, également, en enduisant les alvéoles avant le dépôt des œufs ou le stockage du pollen ou du miel. [19]



Figures 17 et 18 : La propolis brute

7.3. La gelée royale

Elle est consommée depuis des siècles par les hommes mais n'a été vraiment observée que vers la fin du XVII^e siècle par Swammerdam et par Aristote par la suite. Plus tard, les travaux de divers scientifiques ont montré le rôle de la gelée royale dans la vie de la reine et les possibles applications en médecine humaine. [9]

-La gelée royale est sécrétée par les glandes hypopharyngiennes et les glandes mandibulaires des nourrices, entre le 5^{ème} et le 11^{ème} ou 14^{ème} jour d'âge [20]

-comme son nom l'indique, a un aspect gélatineux, est de couleur blanche ou quelquefois jaune ; Elle se compose de 12% de protéides, 12% de glucides, 5% de lipides et 65% d'eau... [2]



Figure 19 : la gelée royale

-c'est la nourriture fournie à Toutes les jeunes larves, aussi bien d'ouvrières que de faux bourdons, pendant les trois premiers jours de leur vie. [8], mais la reine s'en nourrit de façon exclusive tout au long de sa vie. [26], la gelée royale confère à la reine une exceptionnelle vitalité, longévité et une grande résistance aux maladies. [18]

Chez l'homme la gelée royale possède de nombreuses propriétés notamment au niveau métabolique, nutritif et énergétique. 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. [15]

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. [24]

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

De plus, la gelée royale trouve une indication dans les états de convalescence, de fatigue physique et morale. [20]

7.4. Pollen :

Les pollens sont les vecteurs du gamète mâle chez les plantes phanérogames. Ils sont formés par une double division réductionnelle à partir d'une cellule-mère ; ce sont des éléments haploïdes qui sont libérés à maturité par déhiscence de l'anthere et transportés soit par le vent (pollinisation anémophile), soit par les insectes (pollinisation entomophile), soit exceptionnellement par l'eau. Les pollens utilisés pour la fabrication des produits allergènes proviennent essentiellement des plantes anémophiles et accessoirement de quelques plantes entomophiles. Ils contiennent essentiellement des substances solubles, principalement de nature protéique, dont l'activité fonctionnelle est dissociée de leur éventuel pouvoir antigénique et allergénique. [23]

7.5. La cire :

Connue dès l'Antiquité notamment chez les Grecs et les Romains, la cire était utilisée en médecine pour traiter brûlures et plaies ainsi que pour certains soins de la peau, sous forme de préparations comme les emplâtres ou les cataplasmes.

D'autres sources indiquent qu'elle était employée dans le traitement des amygdalites purulentes en application sur la nuque (selon Hippocrate), pour stimuler la lactation ou dans le cas de toux rebelles (selon Avicenne). [7]

De nos jours, elle peut être utilisée dans le traitement de l'arthrite, des inflammations de la sphère nasale, de l'asthme bronchique ou encore dans les dermatoses et aurait des propriétés antibiotiques contre certains germes, par exemple la salmonelle.

La cire provient des 8 glandes cirières, développées entre le 13^{ème} et le 18^{ème} jour de vie post-larvaire. A sa sortie, elle se présente sous forme de lamelles transparentes de 1,5 mm sur 1 mm environ. Une fois solidifiées, les écailles sont détachées par l'ouvrière cirière avec les brosses de la 3^{ème} paire de pattes. [24]

L'ouvrière les apporte à ses mandibules et les triture en y incorporant des substances glandulaires en particulier des glandes mandibulaires. La cire devient blanche puis se teint avec le temps du fait du contact avec les miels, les pollens et la propolis. [20]



Figure 20: Ecailles de cire sur la face Ventrale de l'abdomen

ABEILLE

Elle est de nature lipidique, principalement des esters alcooliques d'acides gras à longue chaîne et on retrouve également de la propolis de l'ordre de 6%, du pollen ou différents pigments. [9]

Cette cire va constituer la structure de soutien de la ruche, en formant les cellules, les opercules et donc les rayons de celle-ci. L'aspect hexagonal des alvéoles est la meilleure structure en ce qui concerne la capacité de stockage, la solidité, et ceci associe à un minimum de cire employé. Ces cellules sont inclinées vers le haut pour éviter que le liquide qu'elles contiennent ne s'écoule à l'extérieur. Suivant les besoins ces rayons constitués de cellules peuvent également être recyclés par les abeilles. [8]

Elle a des propriétés anti-inflammatoires et cicatrisantes, utiles dans le traitement de brûlures, d'escarres, de plaies, d'abcès, de vergetures. En galénique, elle donne un aspect lisse et brillant aux comprimés. Elle est utilisée dans la fabrication de suppositoires, sert à augmenter le transit intestinal et est employée sous forme d'emplâtre dans certaines affections rhumatismales ou névralgies. Également, la cire possède des propriétés antioxydantes et antibiotiques issues de la propolis appliquée par les abeilles sur les alvéoles pour protéger la colonie des infections fongiques ou bactériennes. [20]

La cire, stockée sous forme de pains et dans un récipient hermétique, peut être conservée de nombreuses années sans perte de qualité. Cependant, elle doit subir une stérilisation à la chaleur pour éviter la loque américaine (une maladie bactérienne contagieuse des produits de la ruche) ou pourriture du couvain. [7]



Figures 21 et 22 : cire d'abeille brute.

7.6. Venin :

Le venin d'abeille est connu en médecine depuis l'Antiquité. Conscient de ses propriétés anti-inflammatoires, Hippocrate conseillait son usage pour aider à traiter certaines maladies, par exemple l'arthrite. Charlemagne l'aurait utilisé pour traiter la goutte. [7]

-À la naissance, l'abeille ne possède ni venin ni réflexe de piqûre. Il acquiert ses qualités dans les 3 à 4 dernières semaines de vie R correspondant à la période où l'abeille devient butineuse et gardienne. [20]

-Le venin est sécrété par deux glandes, l'une produisant un liquide acide débouchant dans le réservoir à venin, l'autre sécrétant un produit alcalin utilisé dans la lubrification du dard. [26] le venin est un anticoagulant et un stimulant biologique, il se compose de beaucoup d'eau, une

ABEILLE

histamine, la mélinite, protéines relativement simple, un lysolécine, l'apamine, enzymes : phospholipases A et l'hyaluronidase. [25]

Seules les femelles sont pourvues d'un dard et d'organes de production et de stockage du venin :

-La reine a la particularité de posséder un dard lisse (comme les guêpes). Ceci lui permet de le retirer de sa victime sans dommages.

-Les ouvrières ont un dard dentelé et ne peuvent, en général, pas le retirer. Elles laissent donc tout leur appareil vulnérant accroché à la victime et finissent par mourir dans les heures qui suivent. C'est donc une arme à usage unique.

-Les mâles n'ont pas de dard et sont donc inoffensifs. [26]

Le venin, utilisé pour la défense de la ruche contre les intrus ce venin éjecté va libérer des phéromones et une odeur particulière qui vont exciter les autres abeilles de la ruche et les inciter à venir piquer à leur tour. Cette technique va permettre de récupérer une grande quantité de produit mais en contrepartie, rend les insectes très agressifs et perturbe le fonctionnement de la ruche pendant plusieurs heures. [7]

Lors des thérapies au venin d'abeilles, on utilise des abeilles vivantes, celui-ci étant alors le plus intéressant médicalement parlant. Le venin et particulièrement la mélinite sont actifs au niveau du système nerveux en bloquant l'influx nerveux. 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.



Figure 23 : Dard d'ouvrière

7.7. Pain d'abeille :

Le pain d'abeilles est un pollen fermenté naturellement à l'intérieur de la ruche. Les abeilles recueillent le pollen des fleurs et l'apportent à la ruche. Là, il est stocké autour des cellules du nid à couvain, avec un apport de miel et diverses enzymes des sécrétions salivaires. La température et l'humidité ambiantes permettent une fermentation spécifique de ce pollen, qui se transforme en pain d'abeilles. [20]

C'est la nourriture des larves des futures ouvrières, il représente un stock de protéines très important à l'élevage des larves, les jeunes ouvrières, au début de leur vie s'en nourrissent aussi pour pouvoir fabriquer la gelée royale et la cire. [18]

D'un point de vue nutritionnel, le pain d'abeilles a la même valeur nutritive que le pollen, mais moins pourvu en potassium toutefois. Il est riche en protéines et fournit tous les acides

ABEILLE

amines essentielles, non synthétisés dans l'organisme. Il contient aussi des vitamines du groupe B, potassium et de nombreuses enzymes. [24]



Figures 24 et 25 : Pain d'abeille dans un rayon, avant operculation

1. Définition du miel :

Le miel est produit par l'abeille (*Apis mellifera* L.) à partir du nectar de plantes ou de sécrétions de parties vivantes de plantes, que l'abeille récolte, transforme en les combinant à des substances autogènes spécifiques, puis dépose, déshydrate, conserve et laisse mûrir et maturer dans la ruche.[23]

Le miel est la substance naturelle sucrée produite par les abeilles *Apis mellifera* à partir du nectar de plantes ou à partir de sécrétions provenant de parties vivante de plante ou à partir d'excrétions d'insectes butineurs laissées sur les parties vivantes de plantes, que les abeilles butinent , transforment en les combinant avec des substances spécifiques qu'elles sécrètent elles-mêmes, déposent , déshydratent, emmagasinent et laissent affiner et murir dans les rayons de la ruche.[2].

A l'exception du miel filtré, aucun pollen ou constituant propre au miel ne doit être retiré, sauf si cela est inévitable lors de l'élimination de matières organiques et inorganiques étrangères. [26]

Le miel est défini comme étant la denrée produite par les abeilles mellifiques à partir du nectar des fleurs ou de certaines sécrétions provenant de parties vivantes de plantes. En effet, elles butinent, transforment, combinent avec des matières propres, emmagasinent et laissent mûrir dans les rayons de la ruche. Cette denrée peut-être fluide, épaisse ou cristallisée. [12]



2. Processus de fabrication :

-Les abeilles butineuses aspirent le nectar des fleurs ou le miellat (excrétion sucrée produite par les insectes suceurs prélevant la sève comme le puceron ou la cochenille), qu'elles stockent dans leurs jabots.

-Durant le retour à la ruche, une enzyme, l'invertase, est sécrétée dans le jabot de l'abeille et s'ajoute au nectar, ce qui permet d'hydrolyser le saccharose en glucose et fructose.

-Une fois arrivées à leur ruche, les abeilles butineuses régurgitent le nectar à des abeilles receveuses. Ces abeilles, à tour de rôle, régurgiteront et réingurgiteront ce nectar en le mêlant

à la salive et des sucs digestifs, ce qui complètera le processus de digestion des sucres (trophallaxie). D'individu en individu, la teneur en eau s'abaisse en même temps que le liquide s'enrichit de sécrétions salivaires riches en enzymes. Simultanément, d'autres sucres qui n'existent pas au départ sont synthétisés.

-Le miel est ensuite stocké dans des alvéoles où il est déshumidifié par brassage à l'aide de leurs pièces buccales et par ventilation avec les ailes des ouvrières ventileuses, qui créent un courant d'air permettant l'évaporation de l'eau.

-L'évaporation est améliorée par l'étalement du liquide en couches minces dans des cellules formées de cire. Elle se fait sous la double influence de la chaleur régnant dans la ruche et de la ventilation assurée par le travail des ventileuses qui entretiennent un puissant courant d'air ascendant par un mouvement très rapide de leurs ailes.

-Lorsque la teneur en eau atteint un seuil inférieur à 18%, le miel est alors emmagasiné dans d'autres alvéoles, qui, une fois remplies, seront operculées. Le miel est ainsi stocké comme réserve de nourriture

-Ce processus permet à la colonie de disposer d'une réserve d'aliment hautement énergétique, stable, de longue conservation et peu sensible à la fermentation. [3]

3. Différents types de miel :

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

3.1. Le miel varie selon l'origine florale :

La majorité des miels proviennent d'une flore bien diversifiée. Il est courant que les abeilles visitent à la fois une dizaine ou une vingtaine d'espèces végétales fleurissant en même temps dans leur secteur de butinage. indiquent que chaque abeille est intéressée à une seule espèce végétale, mais en considère l'ensemble de la population d'une ruche, qui comporte des milliers de butineuses.

Le miel peut avoir une origine florale mais aussi animale. Par exemple, la présence de mélézitose est caractéristique du miellat, absente chez les miels de fleurs. [12]

3.1.1. Miels mono floraux :

Un miel uni florale est un miel récolté par les abeilles sur une espèce végétale unique et cela nécessite d'installer les ruches à proximité de la plante recherchée. Par exemple ; le miel d'acacia, d'oranger et de lavande.[12]; car il est rare que l'abeille ne butine qu'une seule espèce mellifère. On peut donc considérer que ces miels uni floraux naturels, sont des miels provenant d'une plante déterminé mais non à 100%. [25]

Tableau 2 : Caractéristiques de quelques miels monofloraux [18]

MIELS	CARACTERISTIQUES (couleur, odeur, saveur, cristallisation, consistance)
Acacia = Robinier-faux Acacia	-couleur ambrée, jaune or et blond, limpide et translucide, très clair. -odeur et saveur douce et légère, relativement neutre. -consistance liquide et fluide. -ne cristallise quasiment pas. -miel considéré comme le préféré des enfants. -monofloral quand il contient 30% de pollen de Robinier.
Arbousier	-couleur sombre presque noire, marron-brun une fois solide. -amertume prononcée, saveur forte et épicée.

MIEL

	-cristallisation rapide avec une granulation grossière.
Aubépine	-couleur légèrement ivoire ambrée voire jaune pale reflet nacré, très claire à l'état solide. - odeur et saveur douce et agréable, discrète arôme tenace et fruité. -consistance onctueuse avec granulation fine, cristallisation plutôt rapide.
Avocatier	-produit surtout au Mexique. -couleur rougeâtre assez foncée. -consistance épaisse et pâteuse. -arôme et goût de café de réglisse.
Bourdaine	-couleur brun-roux ambrée, foncée, roussâtre. -arôme fruité et parfumé. -consistance liquide, cristallise très lentement. -entre assez souvent dans la composition des miels « toutes fleurs ».
Bruyère	-couleur sombre, brun rouge. -arôme boisée prononcée, légèrement amer. -consistance assez épaisse, très visqueuse, semi-liquide, cristallisation rapide et fine.
Bruyère callune	-couleur brun rouge à roussâtre foncée. -goût amer, arôme puissant fruitée. -consistance visqueuse et gélatineuse et cristallisation très lente en gros cristaux.
Caféier	-produit au Vietnam et au Mexique, exotique et rare. -couleur ambre gris. -arôme de moka, parfumé ; consistance pâteuse.
Cerisier	-couleur ambrée dorée à rougeâtre. - odeur très discrète, goût un peu fruitée à la cerise. -cristallisation lente, granulation plus ou moins fine.
Chardon	-couleur dorée, limpide, et une fois solide, marron claire. -léger goût de réglisse, très parfumé. -cristallisation rapide, granulation fine. -rare en monofloral, entre dans la composition de miels de montagne, en France.
Châtaignier	-couleur très sombre presque noir, devient brun en cristallisant marron ambré. -odeur forte et piquante, saveur légèrement amère, boisée et intense. -consistance épaisse parfois visqueuse, cristallisation moyenne, durcit très vite.
Chêne	-couleur très sombre presque noire, devient brun en cristallisant. -saveur forte et odeur très aromatique et puissante. -consistance dense et cristallisation assez épaisse.
Citronnier	-couleur dorée, saveur légèrement acidulée. -cristallise très vite.
Clémentinier	-couleur très claire, reflet dorée, devient jaune pale après cristallisation. -arôme discret, goût fruité, légèrement acide. -cristallisation lente, granulation généralement fine.
Colza	-couleur pale, tirant sur le blanc une fois cristallisé. -saveur très douce et discrète peu prononcée, odeur neutre avec une légère odeur de chou. -consistance de granulation plutôt fine. -entre dans la composition des miels « toutes fleurs »
Eucalyptus	-couleur jaune ambrée, reflets verdâtres. -goût puissant, saveur prononcée boisée, un peu âpre, odeur aromatique avec des notes de menthe. -consistance assez pâteuse, crémeuse, granulation fine.
Fenouil	-couleur foncée, saveur forte, longtemps liquide.
Framboisier	- couleur jaune pale, ambré clair, légèrement irisée de vert, devient jaune citron

MIEL

	<p>à orangé après solidification. -gout aromatisé, long en bouche. -cristallisation rapide et fine.</p>
Houx	<p>-couleur ambrée à l'état liquide, cuivrée à l'état solide. -saveur aromatisée, légèrement boisée. -consistance dense, cristallisation fine.</p>
Lavande	<p>-couleur jaune dorée. -saveur fruités, long en bouche, odeur parfumée. -cristallisation sur quelques mois, plutôt grossière, consistance onctueuse.</p>
Lavandin	<p>-couleur très claire, blanchit lors de la cristallisation. -saveur fruités, long en bouche, odeur parfumée. -cristallisation assez rapide et fine, consistance onctueuse.</p>
Lierre	<p>-couleur ambre sombre, brun après solidification. -peu parfumé, saveur amère. -cristallise rapidement, granulation fine.</p>
Litchi	<p>-couleur claire, très parfumé, saveur de rose voisine de celle du fruit.</p>
Luzerne	<p>-couleur dorée très claire, devient foncée vers le gris en cristallisant. -gout doux et léger, un peu fruité.</p>
Manuka	<p>-consistance douce et crémeuse.</p>
Mélèze	<p>-couleur très foncée et saveur très prononcée. -cristallise très vite.</p>
Metcalfa	<p>-couleur ambre foncé, presque noir. -odeur soutenue et fruitée, gout puissant, aromatique et peu sucré, long en bouche. -consistance très visqueuse.</p>
Oranger	<p>-couleur dorée et translucide, légèrement ambrée. -fruité et parfumé, odeur légère. -consistance fluide à onctueuse.</p>
Pissenlit	<p>-couleur jaune vif éclatant. -saveur douce et discrète, imperceptible odeur d'ammoniaque. -cristallisation très rapide, mais grossière.</p>
Pommier	<p>-couleur jaune or pale et parfum délicat. -cristallisation fine, présent dans les miels de « printemps »</p>
Rhododendron	<p>-couleur très claire à l'état liquide, blanchâtre à l'état solide. -odeur et saveur discrètement boisée, douce et fruitée. -cristallise lentement et finement.</p>
Romarin	<p>-couleur jaune très pale, presque blanche à grise une fois cristallisé. -gout discret, doux et neutre, saveur et odeur aromatique. -granulation assez prononcée, consistance onctueuse, assez pâteuse.</p>
Ronce	<p>-couleur claire, roussâtre. -odeur très parfumée de sous-bois, aromatique, saveur puissante, long en bouche. -consistance liquide puis granuleuse, cristallisation grossière.</p>
Sainfoin	<p>-couleur claire, blanche, irisée de jaune une fois figée. -odeur neutre, saveur peu prononcée. -cristallisation lente, consistance très fine et liquide.</p>
Sapin	<p>-couleur brun très foncée, irisée de vert à plus noir, miel peu sucré. -arome prononcé, boisé, avec une note de résine, odeur aromatique forte. -cristallisation très lente, consistance visqueuse et épaisse mais liquide.</p>
Sarrasin	<p>-couleur brune et foncée, miel rare. -saveur puissante et odeur caractéristique et typée. -cristallisation lente et fine, consistance épaisse.</p>
Sarriette	<p>-couleur ambrée, odeur aromatique, saveur un peu poivrée.</p>

MIEL

	-consistance assez épaisse, cristallisation plutôt rapide.
Sauge	-couleur blanc ou jaune pâle, odeur aromatique, saveur corsée. -consistance finement granuleuse.
Saule	-couleur jaune irisée de vert, puis brun clair à beige. -gout légèrement boisé. -cristallisation plutôt lente, à granulation moyenne à fine.
Serpolet	-couleur orange allant vers le brun après solidification. -odeur forte, gout prononcé. -cristallisation rapide, granulation grossière.
Thym	-couleur assez foncée, brun, ambrée, presque orange. -odeur aromatique et saveur forte, arôme puissant, long en bouche. -consistance épaisse, cristallisation moyenne.
Tilleul	-couleur ambrée, jaune plus ou moins clair ou foncé, issu aussi bien du nectar que du miellat, odeur très parfumée. -gout affirmé, légère amertume, saveur intense mentholée. -cristallisation plus ou moins lente, granulation moyenne, consistance pâteuse. -il faut au moins 30% de pollen pour avoir l'appellation « miel de tilleul ».
Tournesol	-couleur jaune vif à jaune paille, souvent associé au miel de Colza, 1ère production de miel français. -saveur douce et discrète, arrière-gout de farine mouillé. -cristallisation fine relativement rapide, consistance solide.
Trèfle	-couleur blanche à brune assez claire, en passant par le gris, ambrée, limpide. -odeur légère, parfumée, faiblement aromatique, long en bouche. -texture granuleuse plutôt fine, consistance épaisse.



Figure 26 : différents types de miels monofloraux.

3.1.2. Les miels multi floraux (poly floraux):

Les miels multi floraux, ou miel toutes fleurs, souvent classés suivant les lieux de récolte (miel de montagne, de forêt, etc.), ou encore suivant les saisons (miel de printemps ou d'été).
[2]

Quelques miels polyfloraux :

Le **miel de Corse** dit « mele di Corsica » est une appellation d'origine contrôlée au niveau national, est une appellation d'origine protégée au niveau européen et regroupe six miels différents :

Tableau 3 : six variétés de miels de Corse.

Miel de printemps	-couleur claire à dorée, gout doux, floral et fruité. -issu des clémentiniers, mimosas, églantiers, et asphodèles, saules, lotiers du littoral...sur le littoral, en plaine ou basses vallées, à partir de mai.
Miel de Maquis de printemps	-couleur ambrée, gout de caramel ou cacao, odeur de réglisse ou de cacao. -issu de la bruyère blanche, lavande maritime, genêts...maquis de la mer à la montagne, pendant tout le printemps.
Miellat de Maquis	-couleur ambrée foncée à très foncée, arôme de réglisse, caramel et fruits murs, persistant en bouche. -issu de chêne, eucalyptus, cistes...littoral et zones boisées de maquis, de mai à septembre.
Miel de Maquis d'Été	-couleur ambrée claire à très claire, gout floral, fruité et aromatique. -issu de thym, ronces, germandrées...haute vallées, à partir d'aout.
Miel de châtaigneraie	-couleur ambrée, légèrement amer, long en bouche, fort et tannique. -issu de châtaignier, ronces, clématites, genêts, lierre...moyenne montagne, à partir de fin juin.
Miel de Maquis d'Automne	-couleur claire et ambrée, gout amer et fort en bouche. -issu de l'arbousier, lierre, salsepareille...du littoral à la montagne, à partir de novembre.

Le **miel de sapin des Vosges** est aussi une appellation d'origine contrôlée et est produit dans une zone géographique bien définie par une liste de cantons et de communes en Meurthe-et-Moselle, en Moselle, en Haute-Saône, dans les Vosges et sur le territoire de Belfort. C'est miel de miellat de couleur brun-foncé à reflets verdâtres, de consistance liquide et arôme intense.

Le **miel de Causse** vient des Causses du Larzac ou du Quercy. Son arôme est doux avec des saveurs de serpolet, de sainfoin, de thym de trèfle blanc et de petite centaurée et des odeurs de foin sec. Sa couleur est beige plus ou moins foncée.

Le **miel de forêt** provient aussi bien du nectar de fleurs de sous-bois, de ronce, bruyère et lierre...que de miellat de conifères, de chêne, hêtre, châtaignier, tilleul...c'est un miel toujours sombre, presque noir avec des saveurs mentholées et boisées voir une pointe de réglisse.

Le **miel de Garrigue** est aromatique et typé, de couleur claire ambrée, produit autour du bassin Méditerranéen, et l'on peut retrouver les odeurs de romarin, de thym, de sarriette, de trèfle blanc, de ronce et de lavande.

Le **miel de Montagne** est produit dans les zones montagneuses, Alpes, Pyrénées, Jura, Vosges, Massif centrale, plutôt au milieu de l'été. Les abeilles profitent des floraisons simultanées intenses mais brèves et aléatoires de trèfle, de chardon, d'aubépine, de serpolet, de framboisier, de bruyère, de pissenlit, de ronce...Les miellats de sapin ou de châtaignier entrent aussi dans la composition du miel de montagne. De couleur généralement brune, ce sont des miels de saveur et odeur boisées et aromatiques, douces et florales.

Le **miel de Mangrove** est un miel produit sous les Tropiques, Guadeloupe, Martinique ou au Mexique, dans les forêts de palétuviers, de couleur claire, de saveur très sucrée.

Le **miel de Printemps** est toujours clair, aux arômes doux et floraux. Il est issu de fleurs produisant leur nectar en même temps, notamment de colza, le pommier, cerisier, pissenlit, et autres trèfles.

Le **miel de Plaine** correspond à des miels de printemps, récolté en mai-juin, de couleur jaune clair, plutôt doux et crémeux, dont le nectar est butiné sur des fleurs de trèfle, de luzerne, de tournesol, de colza, de sainfoin, de bourdaine ainsi que de fleurs d'arbres fruitier.

3.2. Miel du Miellat :

Pour certains miels (le miel de sapin par exemple) la principale source sucrée est le miellat. Il s'agit d'un liquide sucré produit par plusieurs espèces d'insectes parasites vivant sur la plante, tel que pucerons, des cochenilles ou des cicadelles par exemple. Ces insectes munis d'un appareil buccal piqueur suceur, prélèvent la lymphe végétale dont ils se nourrissent en perforant la plante qui les abrite.



Figure 27 : miel de miellat.

4. La récolte du miel par l'apiculteur

La récolte du miel peut se pratiquer dès la fin de la miellée quand les cadres des hausses sont remplis de miel operculé.

La récolte des hausses

Une ruche, exploitée de façon rationnelle, est divisée en deux parties: le corps et la hausse. Le corps est la partie inférieure; il contient de hauts cadres dans lesquels les abeilles stockent du miel, et du pollen.

C'est aussi dans cette section de la ruche que se trouve le couvain. L'apiculteur se contente de surveiller le corps de ruche et ne prélève pas le miel qui y est entreposé; celui-ci servira à nourrir les jeunes larves et permettra à la colonie de passer la mauvaise saison.

La hausse constitue la partie supérieure de la ruche; elle est généralement séparée du corps par une grille qui empêche la reine de venir y pondre. L'apiculteur la place dès le printemps. Elle est composée de cadres (généralement moitié moins haut que ceux du corps) destinés à recevoir le surplus de miel.

A la fin de la miellée quand les cadres sont remplis de miel et operculés, l'apiculteur ramasse les hausses des ruches et les ramène dans sa miellerie afin d'extraire le miel. [22]



5. Compositions chimiques :

Composition moyenne chimique du miel :

- Hydrates de Carbone : 79.5 %
- Eau : 17 %
- Divers : 3.5 %

Les hydrates de carbones* constituent la partie la plus importante du miel, mais c'est la plus difficile à analyser. On trouve de monosaccharides (*glucose* 31 % et *lévulose* 38 %) qui représente **85 à 95 % des sucres du miel.

On trouve également du *saccharose* (1.5 %) et du *maltose* (7.5 %) ainsi que d'autres sucres présents à l'état de traces : *isomaltose, igérose, maltulose, raffinose etc....*

L'eau* est présente en quantité non négligeable puisque sa teneur moyenne est de **17.2 % mais comme le miel est un produit biologique, cette valeur peut varier.

*Le miel contient aussi des *acides*. Le plus important est *l'acide gluconique* obtenu lors de la maturation du miel avec la transformation du glucose par une bactérie en acide gluconique. On trouve également une vingtaine d'acides organiques comme l'acide acétique, citrique, lactique, malique, oxalique, butyrique, pyroglutaminique, succinique.

Quelques traces d'*acide formique* (un des constituants du venin), d'*acide chlorhydrique* et d'*acide phosphorique*.

D'autres composés *les lactones*, dont la présence est constante, ont également une fonction acide.

**Les matières minérales* ou cendres ont une teneur inférieure à 1% (elle est en général de l'ordre de 0.1 %) : On y trouve dans l'ordre d'importance, du *potassium, du calcium, du sodium, du magnésium, du cuivre, du manganèse, du chlore, du phosphore, du soufre et du silicium* ainsi que plus de *trente oligo-éléments*. Leur teneur dépend des plantes visitées par les abeilles ainsi que du type de sol sur lequel poussent ces plantes.

Les protides* sont présents en faible quantité (1.7 g/kilogramme de miel soit une teneur de **0.26 %) et la teneur en *azote* est négligeable (de l'ordre de **0.041 %**). Il s'agit essentiellement

de *peptones, d'albumines, de globulines et de nucléoprotéines* qui proviennent soit de la plante soit de l'abeille.

Il y a également des *acides aminés* libres dont *la proline* qui provient des sécrétions salivaires de l'abeille.

*De nombreux enzymes se retrouvent dans le miel : l'invertase, l'a-amylase, la b-amylase, l'a-glucosidase et la glucose-oxydase capable de transformer le glucose en acide gluconique. Le miel contient aussi une catalase et une phosphatase. Ces diastases sont détruites par un chauffage exagéré du miel, qu'il y a donc lieu d'éviter si on veut bénéficier de leur action. Ainsi, leur dosage permet de détecter les fraudes liées au chauffage ,du miel. [21]

D'autres constituants interviennent :

□ Des vitamines : Le miel en est très pauvre. Il s'agit essentiellement de vitamines B (B1, B2, B3, B5, B3, B8, B9) qui seraient apportées par le pollen.

□ Le miel est également **pauvre en lipides** : Ceux qu'on y trouve sont probablement des micro-particules de cire qui échappe à la filtration.

□ **Des substances aromatiques**, on en dénombre **plus de 50**, elles peuvent permettre l'identification de l'origine des miels, car elles paraissent provenir presque exclusivement de la plante.

□ Le miel est considéré comme un produit pur. Mais il n'est pas exempt de **produits polluants, présents en très faible quantité**, comme le **plomb et le cadmium**. Le dosage de ces polluants est particulièrement intéressant puisqu'il constitue un bon indicateur de pollution de l'environnement. [21]

Divers :

Plusieurs facteurs antibiotiques naturels ont été trouvés dans le miel peroxyde d'hydrogène, flavonoïdes, ...

Le miel contient également des éléments figurés : grains de pollen, spores de champignons, algues microscopiques, levures, etc., dont l'identification sous le microscope permet d'obtenir des renseignements sur l'origine florale et géographique (analyse pollinique des miels ou mélikso-palynologie).

L'étude microscopique du miel permet de lui attribuer une appellation: miel toutes fleurs, miel de lavande, de châtaignier... Un miel n'est jamais issu à 100% du même type de fleur; on donne au miel le nom de l'espèce qui est majoritaire.

Les pigments colorent et aromatisent les miels. Ce sont principalement des caroténoïdes, des xanthophylles et des flavonoïdes. [22]

- **Tableau 4** : les compositions chimiques du miel ;
Toutes les indications sont données en g/100 g de miel. [10]

	Miel de fleurs		Miel de forêt	
	Moyenne	Min.-max	Moyenne	Min.-max
Eau	17,2	15-20	16,3	15-20
Monosaccharides				
Fructose	38,2	30-45	31,8	28-40
Glucose	31,3	24-40	26,1	19-32
Disaccharides				
Saccharose	0,7	0,1-4,8	0,5	0,1-4,7
Autres disaccharides	5,0	2-8	4,0	1-6
Trisaccharides				

MIEL

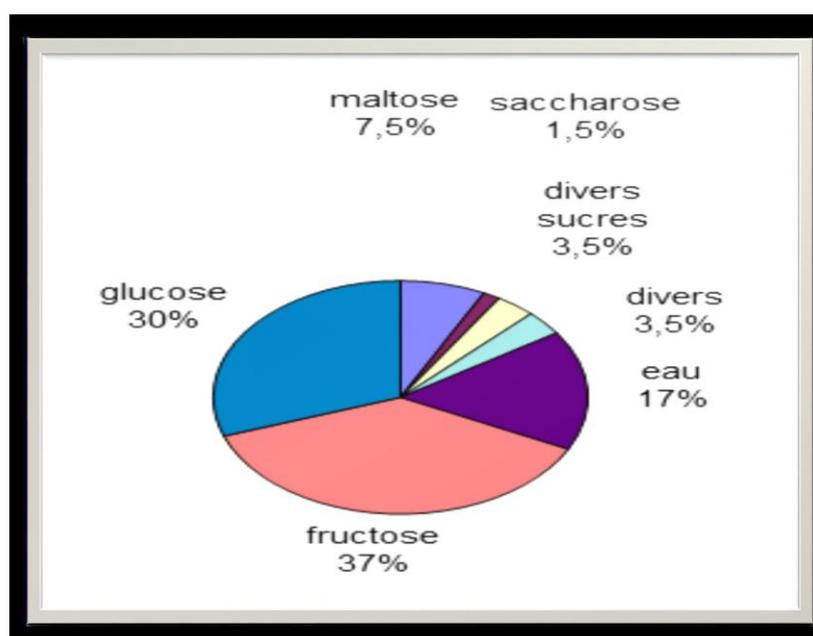
Mélézitose	<0,1		4,0	0,3-22,0
Erlöse	0,8	0,5-6	1,0	0,1-6
Autres trisaccharides	0,5	0,5-1	3,0	0,1-6
Polysaccharides non déterminés	3,1		10,1	
Total des sucres	79,7		80,5	
Sels minéraux	0,2	0,1-0,5	0,9	0,6-2
Acides aminés, protéines	0,3	0,2-0,4	0,6	0,4-0,7
Acides	0,5	0,2-0,8	1,1	0,8-1,5
pH	3,9	3,5-4,5	5,2	4,5-6,5

Tableau 5 : Eléments de trace dans le miel [10]

Elément	mg/kg	Elément	mg/kg
Aluminium (Al)	0.1-24	Plomb (Pb)*	0.01-3
Arsenic (As)	0.14-0.26	Lithium (Li)	2.25-15.6
Baryum (Ba)	0.1-0.8	Molybdène (Mo)	0-0.04
Bore (B)	0.5-3.0	Nickel (Ni)	0-0.51
Brome (Br.)	4-13	Rubidium (Rb)	0.4-35
Chlore (Cl)	4-560	Silicium (Si)	0.5-240

Tableau 6 : Vitamines dans le miel, en mg/100 g. [10]

Thiamine (B1)	0.00-0.01
Riboflavine (B2)	0.02-0,01
Pyridoxine (B6)	0.01-0.32
Niacine	0.10-0.20
Acide panthothénique	0.02-0.11
Acide ascorbique (vitamine C)	2.2-2.5
Phyloquinone (vitamine K)	env. 0.025



6. Essais physico-chimiques du miel:

6.1. Analyse organoleptique :

- **Aspect:**

La cristallisation du miel est un processus naturel, sa vitesse dépend surtout de la teneur en glucose du miel. Les miels dont la teneur en glucose est $< 28 \text{ g/100 g}$ ou dont le rapport glucose/eau est $< 1,7$ restent plus longtemps liquides. Les miels à cristallisation rapide se cristallisent le plus souvent très finement, alors que les miels à cristallisation lente ont tendance à avoir une cristallisation grossière. La cristallisation se fait à partir de cristaux primaires de glucose qui sont présents dès la récolte et faciles à mettre en évidence en lumière polarisée sous le microscope.

La croissance de ces cristaux aboutit à la formation de 2 phases : une phase solide constituée de glucose cristallisé et une phase liquide enrichie en eau.

La cristallisation est la plus rapide à la température de 14°C . Les basses températures retardent la croissance des cristaux. Les hautes températures entraînent la dissolution des cristaux qui disparaissent totalement à 78°C . [12]

- **Couleur :**

La couleur constitue un critère de classification notamment d'un point de vue commercial. Plus il est clair, moins il est riche en minéraux et inversement [9]. La couleur du miel est un autre paramètre de qualité. Les miels sont divisés en sept catégories de couleurs, elle va du jaune très pâle (presque blanc) au brun très foncé (presque noir) en passant par toute la gamme des jaunes, oranges, marrons et même parfois des verts ; mais le plus souvent le miel est blond [14]. Elle est due aux matières minérales qu'il contient. La teneur en cendres des miels est inférieure à 1%, la moyenne étant 0.1%, la variabilité est grande puisque les miels les plus pauvres en matières minérales contiennent 0.02% de cendres. Il s'agit du miels très clairs; les plus foncés étant les plus minéralisés. [12]

- **Odeur et goût :**

L'odeur du miel est variable [9]. L'arôme, 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. [12]

6.2. Analyses physicochimiques :

Tableau 7 : Quelques propriétés physico-chimiques selon la pharmacopée [23]

pH	peut varier de 3.2 à 4.5 est égal en moyenne à 3.9 .
Angle de rotation optique	au maximum $+ 0,6^\circ$.
Conductivité	au maximum $800 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$.
<i>L'H.M.F</i> (Hydroxy Méthyl Furfural)	au maximum 80 ppm, calcul sur la matière sèche.
Indice de réfraction	au minimum 1,487.

Autres propriétés :

Solubilité :

Le miel est soluble dans l'eau, l'alcool dilué et insoluble dans l'alcool fort, l'éther, le Chloroforme, le benzène.

Densité :

Pour une teneur moyenne en eau de 17,2% à 20°C, la densité moyenne est de 1,42 et varie généralement de 1,39 à 1,44 selon la nature des miels analysés.

Viscosité :

Elle varie en fonction de la température, de la teneur en eau et de la composition chimique du miel. A 35°C, tous les miels sont fluides. Certains sont thixotropes (c'est à-dire que ces miels lorsqu'on les agite deviennent liquides mais reprennent leur viscosité première après repos) comme ceux d'*Erica* et surtout de *Calluna*. Ils ont une viscosité anormale, leur consistance étant celle d'un gel. [22]

7. Conservation du miel :

Pour une bonne conservation du miel, pendant de nombreux mois, il faut faire attention à 3 facteurs : l'humidité, la chaleur et la lumière.

Si celui-ci est soumis à une température trop importante, il s'en suivra une dégradation des sucres, une perte d'arome et une augmentation de l'acidité.

Il faut faire attention au taux d'humidité, le miel étant très hygroscopique et éviter tout risque de cristallisation, en procédant à une pasteurisation par exemple.[9]



Figure 28 : flacon de conservation de miel

8. Propriétés biologiques du miel :

8.1. Valeur nutritionnelle :

Le miel est une source de différentes vitamines et matières minérales comme le calcium, le magnésium, le soufre et le phosphore qui sont utiles au métabolisme. Différentes études ont révélé l'action bénéfique des sucres des miels favorisant l'assimilation et la fixation par l'organisme des sels minéraux et notamment du calcium. [25]

Le miel est un aliment naturel riche en sucres simples (glucose et fructose), directement assimilable, doué d'un pouvoir sucrant important. Il permet de couvrir les besoins

énergétiques de l'organisme dans des conditions optimales. Il apporte 310 calories aux traditionnelles, il a été utilisé dans la nourriture comme agent édulcorant. [2]

le miel manifeste un pouvoir sucrant supérieur à celui du saccharose. 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. [29]

Il permet une plus grande résistance à la fatigue. Il est également recommandé en cas de carence en tant que complément alimentaire ... [20]

Tableau 8 : Valeur nutritionnelle pour 100g de miel [26]

Eau	20 g
Glucides	76 g
Lipides	0 g
Potassium	47 mg
Magnésium	17 mg
Calcium	5 mg
Fer	0,5 mg
Vitamine B6	0,3 mg
Niacine	0,2 mg
Folates	5 µg

8.2. Activités thérapeutiques :

8.2.1. Action antibactérienne :

L'action antibactérienne du miel est déterminée par plusieurs facteurs. L'activité est plus importante quand le miel est administré de façon topique, directement sur les zones contaminées. Le miel est bactériostatique et bactéricide. Dans ce cas, tous les facteurs antibactériens entrent en jeu...

➤ L'effet osmotique :

Le miel est une solution sursaturée de sucres, il est hypertonique. L'hypertonie provoque la lyse des membranes bactériennes et inhibe la croissance des bactéries avant d'induire leur mort.

➤ Le pH faible :

Le pH du miel varie de 3,2 à 4,5 en moyenne principalement due à sa teneur en acide gluconique et en gluconolactone . Un pH acide est un milieu défavorable au développement de la plupart des germes.

➤ Le peroxyde d'hydrogène :

La présence de peroxyde d'hydrogène (aux propriétés antiseptiques) est attribuable au système glucose oxydase/catalase. Le glucose oxydé produit du peroxyde et la catalase scinde le peroxyde en eau et dioxygène.

➤ Les facteurs « non peroxyde » :

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... [3]

Il existe une variabilité de l'activité antimicrobienne, corrélée avec l'origine botanique du miel (teneur en glucose oxydase, composés phénoliques, flavonoïdes, composés « non peroxydes »). La concentration en miel et le traitement préalable (pasteurisation, lumière et chaleur) jouent également un rôle important. Le spectre antibactérien de nombreux miels est large, sur les bactéries à Gram positif et à Gram négatif et sur celles sensibles ou résistantes à des antibiotiques .. [20]

8.2.2. Activité antifongique :

Le miel en concentration allant de 5 à 80% a des effets inhibiteurs contre *Candida albicans*, *C. glabrata*, *C. krusei* et *Trichosporon* sp. Cet effet contre les levures s'avère néanmoins moins intéressant que ceux de la propolis et du pollen ;Whadan (1998) a montré une action inhibitrice sur *Aspergillus niger* et *Trichophyton mentagrophytes*, à des concentrations supérieures à celles nécessaires pour des bactéries. [20]

8.2.3. Action anti-oxydante :

Les enzymes, les acides organiques, les peptides mais surtout les composés phénoliques, les pigments flavonoïdes et caroténoïdes jouent le rôle d'antioxydants. Bien qu'il existe de grandes disparités de composition entre les divers miels, des miels d'origine florale identique (et quelque soit l'origine géographique) auront sensiblement des propriétés antioxydantes similaires. [20]

De nombreuses recherches ont confirmé que la composition du miel et ses capacités antioxydantes dépendent de nombreux facteurs, comme la source florale du nectar butiné, la saison, et les facteurs environnementaux comme le type de sol, le climat, certains facteurs génétiques, la méthode employée. L'activité antioxydante est due en grande partie aux composés phénoliques et aux flavonoïdes, mais leur mécanisme d'action est encore inconnu. [3]

8.2.4. Action anti-inflammatoire :

Il a été observé que le miel diminue l'inflammation. Ce mécanisme est très intéressant dans la cicatrisation des plaies en plus de l'activité antibiotique. Il diminue le taux plasmatique des molécules pro-inflammatoires IL-6, TNF- α , PGE2 et NO. L'expression de IL-6, TNF- α , iNOS et COX-2 est aussi diminuée ... collagène (Perspectives d'avenir en Apithérapie à l'officine p 96)

Les propriétés anti-inflammatoires du miel viennent de ses propriétés antioxydantes aussi , Dans le cas où un stimulus inflammatoire persiste, l'activité de phagocytose provoque la libération de radicaux libres, qui stimulent la production de cytokines ce qui amplifie la réponse inflammatoire. En neutralisant les radicaux libres, le miel joue un rôle anti-inflammatoire ... [20]

8.2.5. Action immunostimulatrice :

le miel permet de combattre l'infection en stimulant le système immunitaire. Il a été rapporté que le miel stimule la multiplication des lymphocytes T et des lymphocytes B en culture, il active aussi les polynucléaires neutrophiles. Il a également été rapporté que la stimulation des monocytes en culture libèrent les cytokines TNF- α , interleukine IL-1et IL-6 impliquées comme messagers cellulaires activant la réponse immunitaire face à l'infection, En plus de la

stimulation de ces leucocytes, le miel fournit un apport en sucre aux macrophages leur permettant la production de peroxyde d'hydrogène, principale composante de leur activité antibactérienne.

Le miel est un substrat pour la glycolyse qui est la principale réaction productrice d'énergie dans le macrophage et permet ainsi son fonctionnement dans les tissus lésés et les exsudats. L'acidité du miel favorise l'action antibactérienne des macrophages comme les vacuoles de phagocytose impliquées dans la destruction des bactéries ingérées car elles ont un pH acide, Ces propriétés de stimulation de la croissance cellulaire sont confirmées histologiquement dans de nombreuses études de blessures animales .Il est également observé histologiquement une stimulation du développement d'un lit capillaire de néo-vaisseaux qui est habituellement le facteur limitant de la formation du tissu de granulation. [3]

8.2.6. Activité cicatrisante :

Par la combinaison de ses trois propriétés physiques: très forte concentration en glucose et lévulose (effet osmotique), un PH d'acide faible établi entre 3,2 et 5,4, une faible teneur en eau.

- Il maintient un environnement humide et acide propice à la cicatrisation (18% d'eau). Par son effet osmotique dû à sa concentration en sucres simples (80%), il aide à éliminer les débris nécrotiques du lit de la plaie. Il empêche l'adhérence des pansements, et protège le liseré de granulation favorisant ainsi le bourgeonnement cellulaire.

- Par cette forte concentration en glucose-lévulose (80%) le miel dévie le substrat préférentiel des bactéries. Celles-ci délaissent les acides aminés, les débris cellulaires dont les produits de dégradation aminés et sulfurés sont responsables des odeurs putrides. Elles se tournent vers la fermentation lactique et l'acidification du milieu, par ce mécanisme le miel empêche le développement des bactéries pathogènes responsables des surinfections.

-le miel est un produit de consistance visqueuse qui permet la formation d'une barrière protectrice et qui empêche la surinfection de la plaie.

-l'action osmotique du miel favorise l'afflux massif de cellules que sont les macrophages, les fibroblastes... nécessaire au phénomène de cicatrisation.

-l'apport de sucres contenus dans le miel est une source d'énergie importante pour ces cellules impliquées dans la cicatrisation. [18]

L'action cicatrisante du miel a été démontrée à nombreuses reprises. Il a des propriétés nettoyantes et désinfectantes ;Son action énergétique est favorable aux cellules jeunes et favorise leur multiplication. Il peut être utilisé dans le cadre des brûlures et des plaies nécrosées, en applications locales ou par voie orale, et montre de formidables capacités cicatricielles. [20]

8.2.7. Activité préventif du cancer :

Le risque de cancer est accru dans une population qui présente un déficit en vitamines, en oligo-éléments et en certains nutriments indispensable au métabolisme cellulaire et à la production d'enzymes et d'hormones. Ces nutriments qui ont une action inhibitrice sur le processus cancérigène se trouvent pour la plupart dans le miel. On peut notamment citer les flavonoïdes, qui ont la capacité de ralentir le processus d'évolution des tumeurs. [29]

Le miel est riche en antioxydants et de ce fait joue un rôle intéressant dans la prévention du vieillissement cellulaire et des cancers, donc remplacer le sucre par le miel au quotidien est une façon simple d'améliorer son alimentation. [22]

8.2.8. Activité préventif du diabète :

Le miel qui contient en moyenne 38% de fructose, 31% de glucose et divers autres polysaccharides parmi lesquels, du saccharose, ne peut être considéré de prime abord, comme un aliment recommandable pour le diabétique. Toutefois, il n'est pas contre-indiqué, et peut être intégré dans la ration alimentaire d'un diabétique, mais uniquement dans le cadre strict de la ration de glucides qui lui est permise.

Chez un sujet sain, les apports glucidiques doivent représenter environ 60% par jour ; chez un sujet diabétique, ils doivent représenter 50%. Le fructose est, parmi les sucres simples, celui qui induit la réponse glycémique la plus atténuée. Ainsi, l'index glycémique du miel est de 34,6 contre 100% pour l'index glycémique du glucose. Cela veut dire qu'une même dose de sucre apportée par du miel entraînera une élévation globale de la glycémie trois fois plus faible. De plus, le miel possède un index insulino-génique de 57% ; cela veut dire qu'une même dose de sucre apportée par du miel, va entraîner une diminution de 50% de la synthèse et de la sécrétion d'insuline par rapport à celle provoquée par le glucose. Ceci est important puisque l'on fait jouer à l'insuline, notamment dans les diabètes non insulino-dépendants (c'est-à-dire de type II), un rôle de promoteur de l'artériosclérose (épaississement et durcissement des parois artérielles qui sont progressivement recouvertes par un dépôt de plaques riches en cholestérol induisant l'athérome). L'insuline pourrait donc être pour ce type de diabète, un facteur de risque. Il serait donc bénéfique pour un individu, notamment chez les personnes entre 40 et 50 ans, de ne pas avoir de pics d'insuline aussi prononcés que ceux que l'on obtient quand on prend du glucose. De plus, dans le cas d'un surdosage accidentel en insuline (traitement du diabète de type I), l'ingestion immédiate de miel peut apporter rapidement du glucose dans le sang et corriger les effets dramatiques de ce surdosage responsable d'hypoglycémie pouvant aller jusqu'au coma. [29]

8.2.9. Autres :

Action antianémique : Cette action serait en relation avec la présence de fer et de cobalt dans le miel. Le cobalt est un composant normal de la vitamine B12 qui intervient dans l'organisme lors de la biosynthèse de nombreuses substances et dans différents mécanismes, notamment comme activateur de l'hématopoïèse.

Régulerait la fonction cardiaque : De par sa composition en sucres, le miel est un excellent carburant pour le muscle cardiaque. De plus, l'acétylcholine contenue dans le miel permet de ralentir et de régulariser le rythme cardiaque, ce qui favorise la diminution de la tension artérielle et assure une meilleure circulation sanguine au niveau des artères coronaires.

Améliorerait la circulation sanguine : En effet, il augmente la résistance capillaire et stimule l'hématopoïèse, ce qui retarde le vieillissement vasculaire et diminue les effets de la sénescence.

Lutterait contre la constipation chronique : De par sa forte concentration en fructose, le miel possède un pouvoir laxatif doux.

Activerait la croissance : Des observations faites chez plusieurs centaines d'enfants montrent que le miel ajouté dans les aliments, à la place du sucre, favorise la croissance corporelle. Cet effet serait en relation avec la présence d'oligo-éléments qui

améliorent l'absorption et peut-être le transport des minéraux, calcium et magnésium en particulier.

Posséderait un pouvoir de détoxification du foie : De par leur nature, les sucres du miel sont susceptibles d'exercer une certaine hépato-protection. Ainsi, certaines intoxications seraient enrayerées par l'absorption de miel. Le miel pourrait protéger contre des empoisonnements d'origine alimentaire ou contre les effets néfastes de l'alcool au niveau du foie. Cette activité protectrice serait en relation avec la métabolisation du fructose qui crée des conditions favorables à l'action de détoxification du foie. De plus, les flavonoïdes présents dans le miel, ont une action antitoxique hépatique.

Lutterait contre le vieillissement : Le miel contient des flavonoïdes capables de neutraliser les radicaux libres par leurs actions antioxydantes et protectrices des sites nucléophiles de l'ADN (l'agression de l'ADN cellulaire par les radicaux libres peut être à l'origine du vieillissement tissulaire). [29]

Tableau 9 : Variétés de miel et leurs propriétés spécifiques

Origine du miel	Propriétés
Miel de bruyère : riche en sels minéraux	Anémie, asthénies, convalescences Affections de l'arbre urinaire Facilite la dissolution des calculs, idéal en cas de lithiase biliaire
Miels de colza, de moutarde, de bruyère et de tilleul	Maladies de cœur et appareil circulatoire
Miel d'aubépine	Antispasmodique, cardiopathie Crampe, crispations (des paupières par exemple), contractures. Insomnies
Miel de mélilot	Gingivite, sinusite, rhinite, pharyngite, laryngite, amygdalite, angine, stomatite aphteuse
Miel toutes fleurs ou de lavande	Préparé en grogs, idéal contre la grippe
Miel de lavande	Rhumatismes chroniques
Miels de sapins des Vosges et d'eucalyptus	Bronchites ou maladies pulmonaires
Miels de lavande, de thym, de serpolet, de sarriette et d'origan	Toux convulsives et l'asthme
Miels de romarin et de lavande	Ulcères
Miels de châtaignier	Dysenterie, anémie, déminéralisation
Miels d'acacia et de nerprun bourdaine	Constipation (dans un verre d'eau froide, le matin ou dans du lait chaud), régulateur intestinal, notamment en cas de paresse intestinale chez le jeune enfant
Miel de romarin	Stimulant hépatique, insuffisances digestives

MIEL

Miel d'oranger	Sédatif, antispasmodique
Miel de tilleul	Sédatif, idéal pour insomnie
Miel de lierre	Névralgies, maux de tête
Miel de sarrasin	Anémie, déminéralisation, convalescence
Miel de tournesol	Hypercholestérolémie, artériosclérose
Miel de trèfle	Asthénie, efforts physiques, fatigue sexuelle

1. Définition :

« La propolis désigne toute une série de substances résineuses, gommeuses et balsamiques, de consistance visqueuse, recueillies par les abeilles sur certaines parties de végétaux (essentiellement les bourgeons et les écorces de certains arbres), substances qu'elles rapportent à la ruche et qu'elles modifient vraisemblablement en partie par l'apport de certaines de leurs propres sécrétions (cire et sécrétions salivaires principalement) ». [14]

« Les abeilles récoltent sur les bourgeons et l'écorce de nombreux arbres une substance résineuse qu'elles mélangent avec de la cire pour créer la propolis et qu'elles utilisent pour boucher, consolider, climatiser et aseptiser la ruche. La propolis est une substance résineuse d'aspect hétérogène, solide et friable à froid, devenant molle au-dessus de 30 °C. Elle fond vers 60-70 °C. Sa couleur est très variable : du jaune clair au noir en passant par tous les intermédiaires de brun. Elle possède une odeur aromatique qui varie selon la provenance : en général, odeur de miel, de cire à laquelle s'ajoute selon l'origine celle des bourgeons visités. ». [23]



Figure 29 : Propolis sur les cadres de la ruche.

2. Récolte :

2.1. Récolte par l'abeille :

La récolte de propolis est faite par un nombre relativement restreint d'abeilles ouvrières butineuses, qui se trouvent dans la dernière partie de leurs existences. Ces ouvrières sont certainement très spécialisées dans cette activité puisqu'elles ne semblent pratiquement effectuer aucun autre travail au sein de la colonie, si ce n'est un travail en relation directe avec cette récolte, à savoir le colmatage à l'intérieur de la ruche.

Lorsque l'abeille a repéré la source avec ses antennes, elle l'indique à ses congénères par la danse frétilante. L'abeille découpe avec ses mandibules des fragments de résine qu'elle étire comme un fil et qu'elle entasse après l'avoir pétri en boule, dans les corbeilles à pollen.

Tâche effectuée au moment le plus chaud de la journée (20°C) du printemps à la fin de l'été

Dans la ruche les ouvrières déchargent la butineuse en ramollissant la résine avec leurs sécrétions salivaires entraînant une maturation organique et en y ajoutant un peu de cire



Figure 30 : Récolte de la propolis par l'abeille.

Utilisation par l'abeille :

Réduction de l'entrée de la ruche

Réparation des rayons, fissures

Fixation des cadres mobiles pour réduire les vibrations

Embaumement des cadavres des intrus

Aseptisation de la ruche

Opération renouvelée chaque année



Figure 31 : Réparation de la ruche par la propolis.

2.2. Récolte par l'homme : *raclage ou grille de récupération*

La propolis garnit les cadres et les parois de la ruche. Il est possible d'effectuer un raclage et un grattage de ces parties mais la propolis obtenue contient alors de nombreuses impuretés (cire, bois, fragments d'abeilles, sable...) ce qui rend sa qualité médiocre. [14]

Une méthode permet d'obtenir une propolis de très bonne qualité. Il suffit de placer une grille en métal ou en plastique (conçue à cet effet) au dessus de la ruche, sur la dernière hausse par exemple. La propolis servant à boucher les interstices du nid va être produite et déposée par les ouvrières entre les mailles de la grille. Une fois recouverte, la grille doit être placée au congélateur. La propolis devient cassante et se détache facilement. [14]

Pour avoir une propolis de la meilleure qualité possible, certains auteurs recommandent aux apiculteurs de pratiquer cette récolte au cours de la saison d'été ou au début de l'automne, après la miellée principale. [14-20]



Figure 32 et 33 : Récolte de la propolis par l'homme.

3. Caractères organoleptiques :

- consistance : la propolis est molle au dessus de 30°C. Elle est dure et cassante en dessous de 15°C
- couleur : en fonction de l'origine botanique : jaune, orange, verte, violette, brune, noire
- odeur : aromatique, agréable, résineux.
- saveur : âcre, piquante, parfois amère, qui donne une insensibilisation de la muqueuse buccale

4. Propriétés physico-chimiques de la propolis :

4.1. Propriétés physiques :

- Point de fusion : 80-105°C
- Densité : 1,11 à 1,14
- Solubilité : faible solubilité à l'eau et à l'éthanol. Meilleure solubilité avec les mélanges éthanol-chloroforme ou éthanol-toluène en fonction des proportions.

5. Composition chimique :

*Composition de la propolis brute :

La composition de la propolis révèle plus de 180 constituants, tous n'ayant pas été identifiés. La propolis est un ensemble de matières résineuses, gommeuses et balsamiques. Comme ses origines sont variées, les proportions de ses constituants changent énormément. On y retrouve cependant toujours des résine et baumes, de la cire, des essences, du pollen et des éléments divers.

- Résines et baumes : 55% (flavonoïdes et Ac. aromatiques)
- Cires : 25 à 30% (végétale et cire d'abeille)
- Huiles essentielles : 5 à 10 %
- Pollen : 3%
- Divers : 5% (matières minérales et organiques)

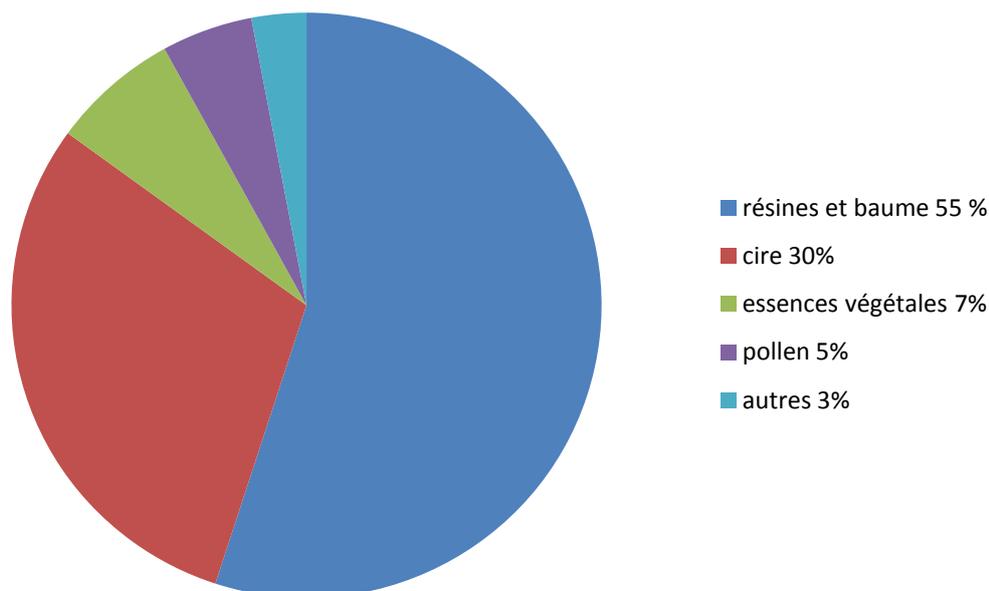


Figure34 : composition général moyenne de propolis

*Composition de la propolis purifiée :

D'après les études déjà réalisées, on peut classer les composants de la propolis dans les groupes suivants :

❖ Pigments (y' compris les flavonoïdes)

Les pigments végétaux sont très nombreux dans la propolis, donnant sa couleur rouge, verte, brune ou noire. On retrouve des caroténoïdes (provitamine A...) et plus de 40 flavonoïdes [14]:

- | | |
|------------------------------------|-----------------|
| - Pinocembrine | - Pinobankasin |
| - Chrysin | - Tectochrysin |
| - Galangine | - Pinocembrine |
| - Kaempférol | - Chalcone |
| - 2,4,6-trihydroxy-dihydrochalcone | - Bétulétol |
| - Kaempféride | - Ermanine |
| - Quercétine | - Artépilline C |
| - Dérivés du benzopyrane | - Acacétine |
| - Pectolinarigénine | - Izalpinine |
| - Rhamnocitrine | - Pinostrobine |
| - Sakuranétine | - Pinobanksine |

❖ Glucides

Les glucides présents dans la propolis sont ceux qui constituent les grains de pollen. Ils ne représentent qu'une infime proportion.

❖ Protides

La propolis ne contient pas beaucoup de protides. Comme pour les glucides, les grains de pollen en sont les fournisseurs. On retrouve : acide aspartique, acide glutamique, alanine, arginine, cystine, glycine, histidine, isoleucine, leucine, lysine, méthionine, phénylalanine, proline, sérine, thréonine, tryptophane, tyrosine, valine. [14]

❖ Lipides

Les lipides qui constituent la propolis sont principalement des terpénoïdes (farsénol par exemple) et les lipides issus de la cire. [14]

❖ Minéraux

De la même manière que pour les glucides et les protides, les minéraux sont surtout apportés par les grains de pollen. On retrouve surtout le fer, le cuivre et le manganèse :

Aluminium, argent, baryum, bore, calcium, chrome, cobalt, cuivre, étain, fer, magnésium, manganèse, molybdène, nickel, phosphore, plomb, sélénium, silicium, strontium, titane, vanadium, zinc... [14]

❖ **Vitamines**

Les vitamines du groupe B du pollen se retrouvent dans la propolis (B1, B2, B3, B6, B8, B12). La vitamine A est néanmoins constitutive de la propolis contrairement au pollen. [14]

❖ **Emissions odorantes**

De senteur forte et piquante, la propolis exalte d'odeurs provenant d'alcools, aldéhydes (vanilline, isovanilline), esters, acides, cétones... .

❖ **Acides**

La propolis est extrêmement riche en acides aromatiques et aliphatiques et en esters d'acides. Les acides et surtout leurs esters jouent un rôle primordial dans le rôle thérapeutique de la propolis.

La propolis contient également de l'acide acétylsalicylique. [14]

Tableau10 : Acides aromatiques de la propolis
D'après Donadiou 2008 [14]

<i>Dérivés de l'acide benzoïque</i>	<i>Dérivés de l'acide cinnamique</i>
ac benzoïque	ac cinnamique
ac 4-hydroxy-benzoïque	ac p-coumarique
ac 4-méthoxy-benzoïque	ac p-méthoxy-cinnamique
ac vanillique	ac férulique
ac isovanillique	ac isoferulique
ac gallique	ac caféique
ac protocatéchique	ac 3,4-diméthoxy-cinnamique
ac 3,4-dihydroxy-benzoïque	ac dihydro-p-coumarique
ac 3,4,5-trihydroxy-benzoïque	ac dihydro-cinnamique
ac 3,4-diméthoxy-benzoïque	ac prényl-p-coumarique
	ac diprenyl-p-coumarique

Tableau 11 : Esters d'acides aromatiques de la propolis

<i>Esters de l'acide cinnamique</i>	Cinnamylcinnamate
<i>Esters de l'acide coumarique</i>	Pentenyl-coumarate Benzyl-coumarate Phényléthyl-coumarate Cinnamyl-coumarate
<i>Esters de l'acide férulique</i>	Férulate de pentényl Férulate de cinnamyl
<i>Esters de l'acide isoférulique</i>	Pentenyl-isoférulate Benzyl-isoférulate Phényléthyl-isoférulate
<i>Esters de l'acide caféique</i>	Ethyl-caféate Butanyl-caféate Phénéthyl-caféate Pentényl-caféate Phényléthyl-caféate Cinnamyl-caféate Tétradécyl-caféate Tétradécényl-caféate Hexadécyl-caféate

Les acides organiques aliphatiques présents sont les acides [14]:

- Arachidonique
- Eicosénoïque
- Erucique
- Linoléique
- Miristique
- Palmitique
- Stéarique
- Succinique
- Pyruvique
- Caprilique
- Eptadécanoïque
- Laurique
- Linoléinique
- Oléique
- Palmaticoléique
- Tétracosanoïque
- Lactique

❖ **Autres**

- Polyphénols divers
- Coumarines : esculétol (action vitaminique P, vasculoprotecteur et veinotonique), scopolétol... [14]

6. Propriétés thérapeutiques :

La propolis est utilisée par l'homme sur le plan médical depuis des millénaires. Depuis une cinquantaine d'année, la littérature scientifique a rapporté et confirmé bon nombre de propriétés thérapeutiques intéressantes de ce produit de la ruche. [17]

6.1. Activité anti infectieuse :

6.1.1. Action antibactérienne :

L'activité bactéricide de la propolis est la plus largement documentée. Cette activité à large spectre a été démontrée sur des bactéries Gram+ et Gram- (de type anaérobie et aérobie) mais avec une plus grande efficacité sur les souches Gram+.

Parmi les bactéries inhibées, on retrouve des *Staphylococcus aureus*, des *Streptococcus mutans*, des *Bacillus (cereus et subtilis)*, des *Pseudomonas*, des *Lesteria*, des *Salmonella*, des *Clostridium*, des *Pyogènes*, *Escherichia coli* et *faecalis* et *Helicobacter pylori*, autant de souches qui sont impliquées dans les troubles des sphères otorhino pharyngées, gastro-intestinale, génitale ou buccale.

Les différentes études mécanistiques suggèrent que la propolis pourrait inhiber la croissance bactérienne par blocage de la division cellulaire, par une désorganisation du cytoplasme, par une inhibition de la synthèse protéique ou par une inhibition du processus d'adhésion. [17]

on attribue cette activité au groupe de flavonoïdes en particulier la galangine qui semble avoir un effet anti-staphylococcique très important, mais aussi aux acides caféique, férulique, gallique et salicylique. [19] Certaines études ont montré que des souches résistantes, voir multirésistantes aux antibiotiques, étaient sensibles à la propolis. [17]

6.1.2. Action anti-virale :

L'action de la propolis contre les virus est bien documentée et ce notamment grâce aux flavonoïdes.

En effet, les études ont montré que la propolis était efficace contre de nombreux virus : myxovirus, poliovirus, coronavirus, rotavirus, HSV et adénovirus.

On peut expliquer cette action par la présence de certains composants comme : les naphthoquinones ; les

Sesquiterpènes ; les esters de l'acide caféique... [17], l'ester phényléthylique de l'acide caféique CAPE est un des plus puissants agents anti-intégrase de HIV.. [19] ; de plus, la propolis et certains de ses constituants (apigénine, chysine) possèdent un effet prophylactique contre la virus de la grippe, en atténuant les symptômes à travers une action antineuraminidase.

Des crèmes à base de propolis se sont révélées efficaces pour réduire les durées des lésions, les douleurs et augmenter les intervalles entre deux épisodes d'herpes labial et génital. [17]

6.1.3. Action antifongique :

La propolis a une activité antifongique importante, c'est ce qui permet aux cadavres présents dans la ruche dont les abeilles ne peuvent se débarrasser de ne pas moisir. [19]

Les effets antimycosiques la propolis résultent de l'activité de substances multiples tels que la galangine, pinocembrine et l'acide caféique et autres ; cette activité s'exerce sur

plusieurs espèces de champignons parasites générateurs de mycoses, notamment : le genre *Candida* et plus particulièrement le *Candida albicans* ; les *Trichophyton*s ; les *Microsporium canis*. [17]

Comme substance modulatrice de la réponse biologique, la propolis stimulerait en effet le système immunitaire en favorisant un nombre élevé de macrophage, très actif dans l'éradication de ces espèces. Elle trouve donc son intérêt dans les mycoses de la peau, des muqueuses ORL, du vagin ou encore les infections causées par *Monilia albicans* au niveau du tube digestif chez le nourrisson. [17]

6.1.4. Action antiparasitaire :

Selon certaines études, la propolis serait efficace contre la plupart des parasites répandus essentiellement dans les pays tropicaux et subtropicaux, tels que : les *Trichomonas*, le *Trypanosoma cruzi*, les *Leishmania*... de plus, il a été démontré qu'elle aurait une action inhibitrice contre le *Toxoplasma gondii*, connu pour être l'agent responsable de la toxoplasmose. Ce dernier est particulièrement redoutable chez la femme enceinte à cause des atteintes fœtales (lésions cérébrales et oculaires), notamment qu'elle peut causer ; la propolis inhiberait la croissance du parasite en y empêchant la synthèse protéique et par là en bloquant sa multiplication. [17]

6.2. Action anti cancéreuse :

Les propriétés anti-carcinogène de la propolis et plus particulièrement des flavonoïdes (dont la quercétine) ont été signalées dans de nombreux travaux scientifiques.

Toutefois, cette protection ne se limite pas aux seuls flavonoïdes. Des recherches sur des souches cellulaires de culture, porteuses de tumeurs cancéreuses ont aussi permis d'identifier un dérivé de l'acide caféique connu sous le nom de CAPE comme un inhibiteur du processus tumoral. [17]

On estime actuellement qu'environ 70% des cancers sont dépendants de la voie de signalisation PAK1 pour leur croissance. Diverses études ont montré que l'extrait alcoolique de propolis et/ou ses principaux constituants étaient capables d'inhiber la voie de signalisation PAK1 en modulant l'expression et/ou l'activité d'un certain nombre de facteurs impliqués dans cette voie telle que GTPase.

L'effet antiprolifératif résulte d'une restauration du signal d'apoptose, il peut aussi selon les lignées considérées, résulter d'un arrêt du cycle cellulaire par inhibition des cyclines ou par blocage des récepteurs hormonaux.

La propolis exerce également, entre autres via le CAPE, des effets biologiques bénéfiques sur le système immunitaire. C'est particulièrement vrai pour les macrophages et pour les défenses contre les métastases cancéreuses.

Des agents cytotoxiques naturels de la propolis, le diterpénoides du clerodane et l'Artepilline C, ont permis d'obtenir d'excellents résultats sur la croissance des tumeurs malignes.

La propolis par sa richesse en défenseurs naturels s'érige donc naturellement comme l'avocate d'une meilleure compréhension du cancer et de son traitement. Cela est dû à sa propriété de type BRM (modificateur de la réponse biologique).

6.3.Action anti-inflammatoire :

L'effet anti-inflammatoire de la propolis est dose-dépendant. Son mécanisme est sensiblement proche de celui de l'aspirine .les extraits aqueux montrent de meilleurs résultats et de nombreux flavonoïdes y coopèrent certainement.

Cet effet est dû à son action inhibitrice principalement celle des flavonoïdes qu'elle contient) sur la prostaglandine synthétase, empêchant ainsi la synthèse des prostaglandines, composants responsables de la réaction inflammatoire.

Plusieurs mécanismes d'action ont été proposés : inhibition de l'activation de certaines molécules du système immunitaire(IL6) et inhibition de certains enzymes impliquées dans la voie métabolique de l'inflammation (cyclo-oxygénase, lipo-oxygénase, myéloperoxydase, NADPH-oxydase ...).

6.4.Action anti oxydante :

La propolis est une substance constituée de nombreux composés antioxydants : vitamine E et C et des polyphénols. L'activité antioxydante (capture de radicaux libres) de la propolis est régie principalement par les flavonoïdes qui la constituent, ce qui en fait un des aliments les plus riches en ces composés, après le thé.

Son action favorable a été démontée dans les affections hépatiques où les flavonoïdes s'opposent à l'oxydation des lipides. En effet, les lipides se transforment par oxydation en peroxydes toxiques (des radicaux libres), très agressifs au niveau de l'organisme et responsable de toute une série de réaction nocives.

6.5.Action cicatrisante et régénératrice :

La propolis accélère la régénération des tissus abîmés (pulpe dentaire, tissus hépatiques, osseux).

L'action antioxydante des flavonoïdes est sans doute à l'origine de ses capacités de régénération, favorable à la restauration du système immunitaire. La présence d'acides phénoliques et de certains acides aminés (la proline entrant dans la synthèse du collagène, de l'élastine et de facteurs intervenant dans l'élasticité de la peau ; et l'arginine stimulant la division et donc le renouvellement cellulaire) sont des acteurs incontestables de la cicatrisation et de la régénération des cellules).

La propolis restructure les membranes capillaires cutanées et la néoformation vasculaire, améliore les processus métaboliques au niveau cellulaire et tissulaire, lutte contre l'hypoxie tissulaire, réactive les processus enzymatiques et aide à la reformation de la substance fondamentale. [20]

6.6.Autres actions :

- Activité détoxifiante :

La propolis défend le foie contre l'intoxication au paracétamol [20] en augmentant les taux de glutathion au niveau du foie et inhibant l'alanine aminotransférase. [24]

-Activité analgésique-anesthésiante :

Les propriétés anesthésiques de la propolis sont puissantes (davantage que la cocaïne et la procaine dans une anesthésie de cornée) [20], Cette action anesthésique liée aux huiles volatiles présentent dans la propolis est sans effets secondaires puisque son action est indépendante d'un mécanisme central... [24]

7. Fragilités et traitements possibles de propolis :

a) Sécurité à prendre en compte

La conservation de la propolis est facile, sans aucun impératif particulier pour la plupart de ses présentations. L'exposition prolongée à la chaleur et à la lumière est tout de même déconseillée [14]. Le stockage de longue durée ne semble pas diminuer sa teneur en composants actifs ni son action antibactérienne [14].

b) Traitements possibles

D'un point de vue pharmacologique, les résines (polymères naturels) représentent peu d'intérêt, contrairement aux éléments solubles.

(1) Les teintures officinales

Les teintures officinales sont obtenues par dilution de la propolis dans une solution d'alcool à 70°C. L'alcool peut ensuite être évaporé. Les cires, peu solubles dans l'alcool à basse température, sont éliminées. Les teintures contiennent de 3 à 30% de propolis.

Il est également possible de réaliser des solutions aqueuses de propolis.

(2) Les extraits

Les extraits mous sont obtenus après re-concentration de la teinture officinale par évaporation partielle (habituellement la moitié). Les principes actifs sont présents à forte concentration et les cires absentes. Ils peuvent être utilisés comme tel, re-dilués dans de l'alcool ou de l'eau, ou en association avec d'autres matières actives). Les extraits secs sont obtenus par évaporation totale de la teinture [14].

(3) La lyophilisation

La lyophilisation de la propolis conserve ses constituants actifs et ses propriétés biologiques. La poudre se conserve indéfiniment sous vide et se dissout instantanément dans l'eau [14-20]

Partie théorique.

Partie pratique.

Introduction :

Dans notre partie expérimentale on va faire un screening chimique, quelques essais physico-chimiques (Ph et teneur en eau) et une évaluation de l'activité antibactérienne et antifongique de miel et propolis.

1. Matériels :

Miel : Pour cette étude on a choisis 3 types de miels différents selon leur origine botanique (miel de romarin, de jujubier et de montagne) récoltés au mois de juin 2017 ; les échantillons ont été récoltés chez le même apiculteur dans une région montagneuse de Blida (la coopérative nationale des apiculteurs « Sidi Madani Chefa Blida » sous le suivi de monsieur le directeur général de la coopérative Mr Hamzaoui) et sont utilisés tels qu'ils ont été reçus sans extraction de leurs composés ou purification ; les miels sont conservés à froid 4°C dans des boites en verre hermétiquement fermées...

Et on a préféré de choisir un autre type de miel d'un autre pays pour évaluer la qualité du miel algérien par rapport la zone géographique et dans ce but on a choisi un miel allemand pure.

Propolis : elle est récoltée aussi au mois de juin 2017 à la coopérative nationale des apiculteurs par raclage des parois internes de la ruche et elle est conservée à froid 4°C.



Figure 35: Quelques ruches dans la coopérative de Blida.

Pour préparation de l'extrait éthanolique :

Propolis brute, éthanol à 95°, Eau distillée



Figure 36: Propolis brute

Pour préparation de différentes dilutions de miel:

Miel de jujubier, miel de montagne ; miel de romarin et le miel allemand, eau distillée stérile

Pour l'activité antibactérienne :

- Les souches bactériennes à testé :

Elles sont fournies par le laboratoire de microbiologie de CHU frantz fanon Blida ; quatre souches de l'ATCC (*American type culture collection*) entretenues par repiquage sur gélose nutritive favorable à leur croissance pendant 24h à 37°C.

Les souches ATCC choisis sont :

Staphylococcus aureus (ATCC 25923).

Entérocooccus faecalis (ATCC 51299).

Escherichia coli (ATCC 25922).

Pseudomonas aeruginosa (ATCC 27853).

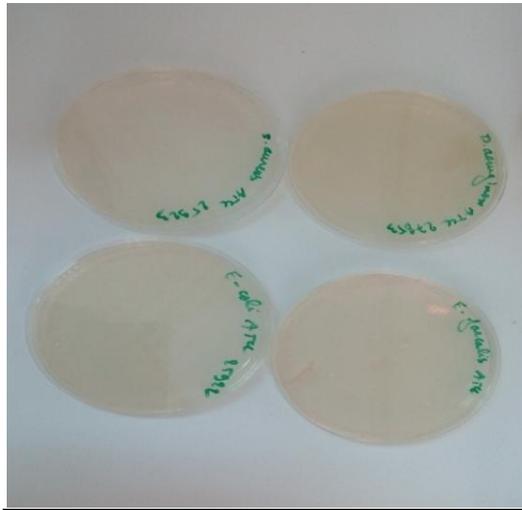


Figure 37: les souches ATCC

Et cinq souches pathogènes résistantes à certains antibiotiques révélées dans des prélèvements des patients reçus au niveau de laboratoire.

Les souches pathogènes multirésistantes sont :

Staphylococcus aureus (FOX résistante).

Entérocooccus faecalis (VA résistante).

Klebseilla pneumoniae 1 (CTX résistante).

Klebseilla pneumoniae 2 (AMP résistante).

Acinetobacter baumannii (IPM résistante).



Figure 38: les souches pathogènes multi résistants

Pour l'activité antifongique :

- La souche à testé (*Candida albicans*) :

Elle est fournie par le laboratoire de parasitologie CHU Frantz Fanon Blida, entretenue par repiquage sur sabouraud chloramphénicol+actidione.

Appareille :

Stérilisateur, séchoir, étuve, balance, plaque chauffante, densitomètre, refractomètre, micropipettes, bec benzène.

Verreries :

Béchers, tubes, pipetes pasteur, éprouvettes, entonnoirs, boites de pétri, emboues, écouvillons, pince, boites, portoirs.

2. Méthodes :

2.1. Préparation de l'extrait éthanolique de propolis.

Préparation de deux extraits éthanolique a concentrations respectives 1/10é 1/100é d'une propolis récoltée de la région de Blida.

Ce travail est fait au niveau de laboratoire de pharmacognosie université Saad Dahlab Blida Le Protocol consiste à préparer un extrait éthanolique de propolis (une meilleur solubilité de propolis dans l'éthanol) en diluant une quantité de propolis dans un volume d'éthanol à 90°, on a déterminé les deux concentrations suivants 1 /10 et 1/100.

Dans une balance de précision électrique on pèse 10g de propolis brute.

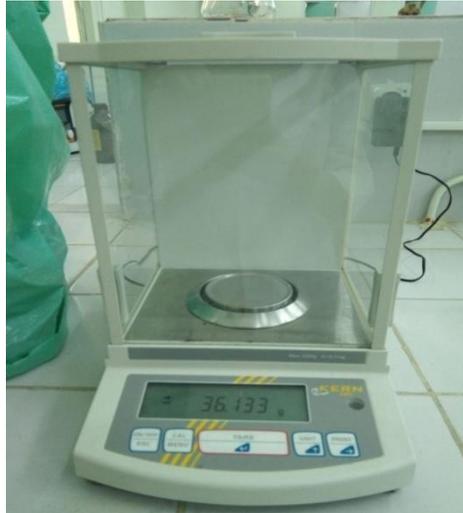


Figure 39: Balance de précision électronique

Dans une éprouvette graduée de 100ml on doit mettre 100ml d'éthanol à 90° (mais puisque au laboratoire il n'est disponible que l'éthanol à 95° on doit faire une petite conversion pour avoir un certain volume et le compléter avec l'eau distillée à 100ml).

$$C1V1=C2V2$$

$$95\% V1=90\% \cdot 100\text{ml}$$

$$V1=94.73 \text{ ml}$$

On met 94.73ml d'éthanol à 90° dans l'éprouvette et on complète le volume restant avec l'eau distillée par la pipette.



Figure 40 : Matériel essentiel pour préparation de l'extrait éthanolique de la propolis

On met l'éthanol dans une boîte en verre, on met la propolis et on ferme hermétiquement.
Faire la même chose avec 1g de propolis dans 100 ml d'éthanol pour préparer l'extrait à 1/100
On obtient deux extraits avec les deux concentrations respectives 1/10 et 1/100.
Laisser macérer 10 jours...



Figure41: Les deux extraits de propolis au jour de préparation

Après 10 jours de macération :

Filtrer les deux extraits par un papier filtre dans des tubes stériles.



Figure 42: les deux extraits de propolis après 10jours



Figure 43: filtration des extraits éthanolique de propolis

On verse les deux extraits dans des béchers et après on chauffe pendant quelque minute à 35°C pour homogénéiser les constituants des extraits.

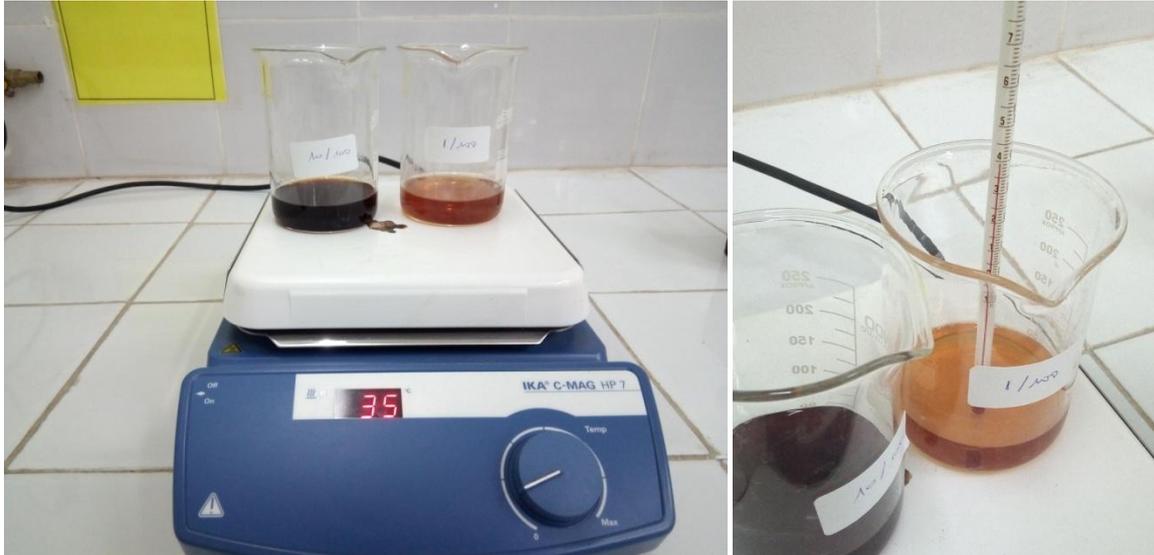


Figure 44 : chauffage des extraits éthanolique de la propolis.

Remettre les extraits dans des tubes stériles fermés hermétiquement et on les conserve à froid à 4°C.



Figure 45: les extraits éthanolique de la propolis.

2.2. Screening chimique

Définition :

Le screening chimique est un ensemble des méthodes et techniques de préparation et d'analyses des substances organiques naturelles.

Le but final de l'étude du miel et propolis est d'isoler un ou plusieurs constituants responsables de l'activité particulière de ces derniers, de ce point de vue, les techniques de screening chimique peuvent être d'un grand secours. Ces techniques permettent de détecter la présence des produits appartenant à des classes de composés ordinairement physiologiquement actifs.

Le nombre de ces classes est important et il ne peut être vérifié la présence de chacune. Il faut choisir et il est retenu les classes reconnues comme les plus actives mais aussi les plus faciles à détecter compte tenu des ressources techniques disponibles.

Dans le présent travail on va faire la recherche des :

- Alcaloïdes
- Polyphénols
- Tanins
- Flavonoïdes
- Saponosides
- Antracénosides

Dans le premier temps on prépare les dilutions à 75% des quatre types de miel.

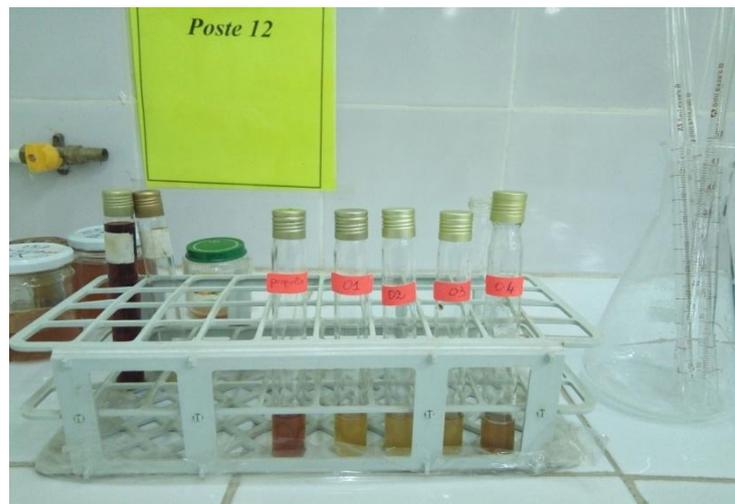


Figure 46: les dilutions à 75% des quatre types de miel et l'extrait de propolis

Pour chaque réaction on aura besoin de cinq tubes, quatre pour les types de miel et un pour l'extrait éthanolique de la propolis (dans chaque tube on met un volume de 1ml).

2.3. Recherche des Polyphénols :

Dans les cinq tubes on ajoute un à deux gouttes de perchlorure ferrique ($FeCl_3$) à 10%



Figure 47: les dilutions préparés pour la recherche des Polyphénols



Figure 48 : le réactif des polyphénols (perchlorure ferrique à 10%)

Le virage de couleur au vert-noirâtre indique que ce miel ou propolis contient des polyphénols.

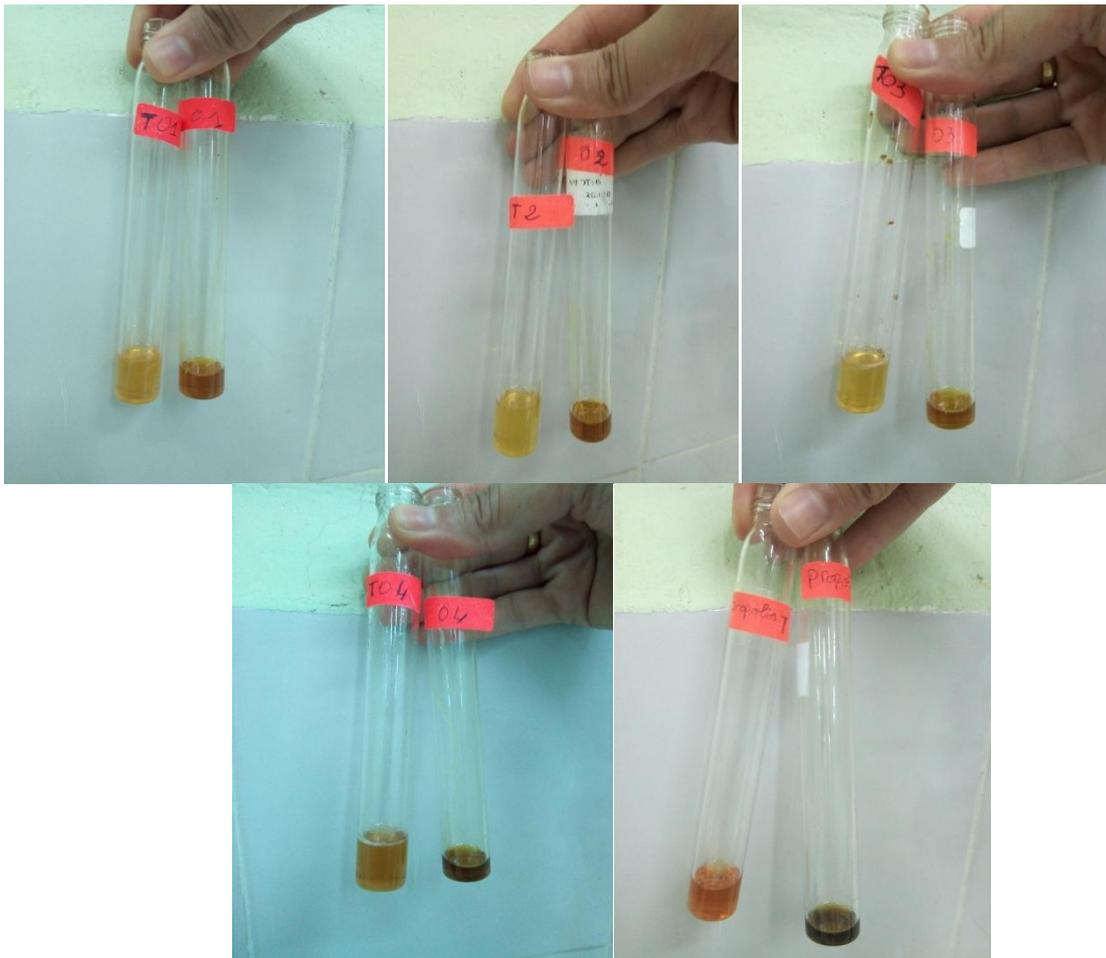


Figure 49: Résultats des polyphénols dans : miel de jujubier, miel de montagne et miel de romarin et dans la propolis

2.4. Recherche des tanins :

Dans les cinq tubes on met un à deux gouttes de Réactif de Stiasny (1 V Acide fort (HCl) + 2 V agent nucléophile (Formol 35%)), agiter et mettre les tubes dans un bain marie pendant 15 minutes.



Figure 50 : dilutions préparés pou la recherche des tanins



Figure 51: le réactif stiasny



Figure 52 : chauffage des tubes dans un bain marie.

L'observation d'un précipité blanc indique la présence des tanins.



Figure 53 : résultats des tanins.

2.5. Recherche des Alcaloïdes :

Pour cette réaction on aura besoin de cinq tubes pour la réaction de Bouchardât et autres cinq tubes pour la réaction de Mayer ;

Réaction 1 : on ajoute quelques gouttes de réactif Bouchardât dans chaque'un des cinq premiers tubes



Figure 54 : les dilutions et les deux réactifs (Bouchardât et Mayer) préparés pour la recherche des alcaloïdes

L'observation du précipité marron indique la présence des Alcaloïdes.



Figure 55 : résultat des alcaloïdes dans la propolis par le réactif bouchardât

Réaction 2 : on ajoute quelques gouttes de réactif Mayer dans chaque'un des cinq deuxième tubes.

L'observation du précipité blanc jaunâtre confirme les résultats de la réaction 1.



Figure 56 : résultat des alcaloïdes dans la propolis par le réactif Mayer

2.6. Recherche des Saponosides :

Dans chaque tube on ajoute 5 ml d'eau distillée, on agite les tubes pendant 15 secondes, on observe la formation d'une mousse a la surface.



Figure 57 : les dilutions préparés pour la recherche Des Saponosides



Figure 58 : les dilutions après l'addition de l'eau distillée.

On les laisse pendant 10 minutes et on observe la persistance de la mousse.

2.7. Recherche des Antracénosides :

Dans chaque tube on met 1 ml d'H₂O₂, porter les tubes au bain marie bouillant pendant 10 minutes et laisser refroidir.

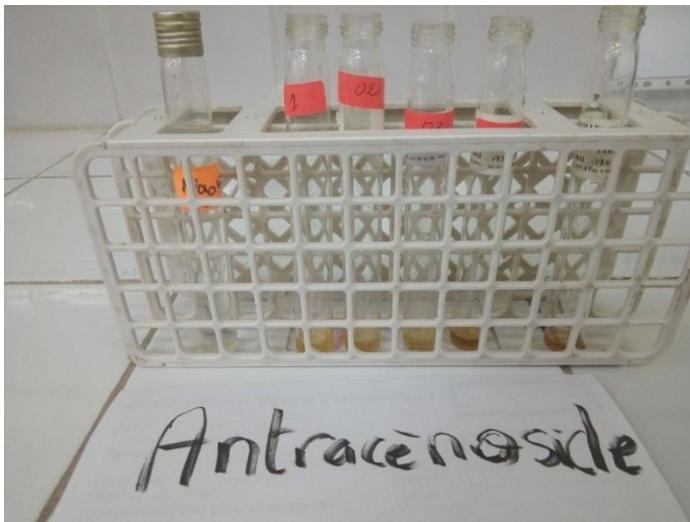


Figure 59: les dilutions préparées pour la recherche des Antracénosides



Figure 60: H₂O₂ et NaOH utilisées dans la recherche des Antracénosides

On ajoute après 4 ml d'éther éthylique et agiter doucement par retournement des tubes. S'il ne se forme pas d'émulsion, on agite plus énergiquement afin de bien extraire les anthraquinones.

Décantation d'éther (phase supérieure) et le prélever a l'aide d'une pipette pasteur, les placer dans des autres tubes et on ajoute 4 ml de NaOH et agiter énergiquement.

L'observation d'une coloration rouge pourpre dans la phase aqueuse (inferieur), la phase organique, initialement coloré en jaune citron (anthraquinones), se décolore totalement.



Figure 61 : résultat des Antracénosides.

2.8. Recherche des flavonoïdes :

Principe : la réaction à la cyanidine utilise en effet le pouvoir réducteur des métaux en milieu acide (formation de l'hydrogène « naissant »), pour réduire spécifiquement le noyau flavonoidique.

La réaction de la cyanidine est basé sur l'obtention de couleur caractéristiques de noyau après sa réduction par l'hydrogène naissant (métal en milieu acide)

On met 0,12g de miel dans une éprouvette graduée de 10 ml pesé à l'aide d'une balance électronique, et on complète le volume par l'éthanol à 30%. On le refait pour chaque type de miel. Porter au bain marie pendant quelques minutes.



Figure 62: Préparation des extraits alcooliques du miel pour la recherche des flavonoïdes

On prélève 5ml de l'extrait alcoolique dans des autres tubes, les 5ml restés on les ajoute 1ml d'eau distillée et plonger les éprouvettes dans des béccher de 250ml rempli d'eau froide, afin d'éviter élévation de la température ; Après on ajoute 1ml d'acide chlorhydrique concentré HCl et une rognure de magnésium, on observe immédiatement le dégagement du gaz ce qui indique le début de la réaction.



Figure 63: début de réaction entre le magnésium et le HCL

La coloration qui se développe lentement est caractéristique du flavonoïde majoritaire, comme suit :

$Mg + HCl \Rightarrow$ hydrogène naissant, réducteur à :

Rouge cerise : flavonols

Orange : flavones

Rouge violacé : flavonones

Incolore : les chalcones

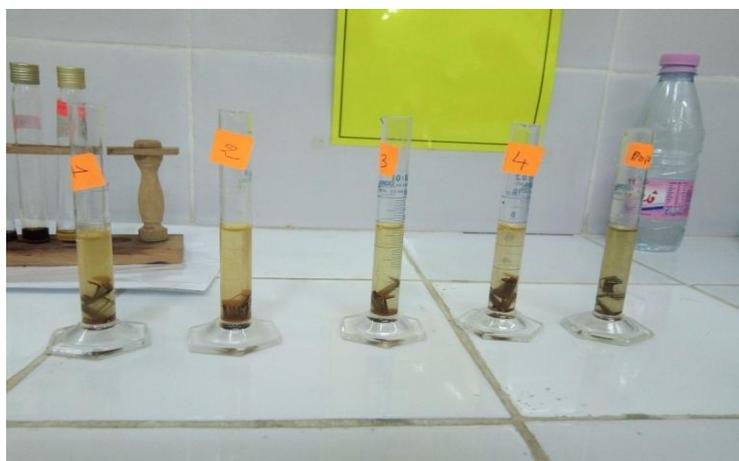


Figure 64: résultats de la recherche des flavonoïdes dans les différents types de miel et dans la propolis.

On a obtenu une coloration orange pour tout les types de miel ce qui indique la présence des **flavones** mais avec une intensité varia

2.3. pH:

Le potentiel hydrogène permet de mesurer l'acidité ou la basicité d'une solution.

Le papier pH est un papier qui a trempé dans une solution appelée indicateur universel, cet indicateur est un mélange qui contient différents corps, chacun d'eux réagit à un certain pH en donnant un produit d'une certaine couleur.



Figure 65 : papier pH.

On trempe un bout de papier Ph dans chaque type de miel et comparer la couleur sur le papier avec l'échelle de couleur sur la boîte et marquer le pH obtenu

2.4. Teneur en eau à l'aide d'un réfractomètre :

Homogénéisez 100 g de miel et transférez dans un flacon.

Fermez hermétiquement le flacon, puis placez-le dans un bain-marie à $50 \pm 0,2$ °C jusqu'à dissolution de tous les cristaux de sucre. Refroidissez la solution à 20 °C et homogénéisez à nouveau, puis étalez immédiatement l'échantillon de façon uniforme sur le prisme du réfractomètre. Déterminez l'indice de réfraction après 2 min par un réfractomètre d'Abbe. En face la lumière



Figure 66: un refractomètre



Figure 67: utilisation de réfractomètre

2.5. Évaluation de l'activité antibactérienne du miel et propolis

2.5.1. Morphologie de la bactérie :

En microscope optique, les bactéries apparaissent comme des corpuscules (cocci), cylindriques (bacilles), incurvé ou hélicoïdale. Leur forme est stabilisée par une couche rigide (paroi) entourant le corps bactérien, sauf chez les mycoplasmes et les formes L.

La cellule bactérienne comporte, des constituants internes (le cytoplasme, ribosomes, chromosome bactérien ou appareil nucléaire, plasmides) et des enveloppes externes (capsule, glycocalyx, paroi et membrane cytoplasmique), elle peut aussi avoir des appendices externes (flagelle, pili commun ou sexuel, la spore).

2.5.2. Développement de résistance aux antibiotiques :

-La résistance bactérienne aux antibiotiques à deux définitions:

*Une souche est dite "résistante" lorsqu'elle supporte une concentration d'antibiotique plus élevée que celle qui inhibe le développement de la majorité des autres souches de la même espèce.

*Une souche est dite "résistante" lorsque la concentration d'antibiotique qu'elle est capable de supporter est plus élevée que la concentration que l'on peut atteindre in vivo.

La résistance des bactéries aux **antibiotiques est aujourd'hui** de plus en plus fréquente, tandis que la découverte de nouveaux antibiotiques est elle très rare.

- **La résistance naturelle :**

Est un caractère présent chez toutes les souches appartenant à la même espèce.

Programmée sur le génome bactérien, donc fixe et constant (Déjà présente dans le génome).

- **La résistance acquise :**

Caractéristique de certaines souches d'une même espèce bactérienne normalement sensible à un Antibiotique et qui sont devenue résistantes à l'action de ce dernier. Ce qui définit le phénotype de résistance acquise. Ceci résulte de modifications de l'équipement génétique (mutation de gènes endogènes ou acquisition de gènes exogènes).

Objectif :

Le présent travail est une contribution à l'évaluation de l'effet antimicrobien de trois échantillons de miel naturels (miel de jujubier, miel de montagne et miel de romarin) récoltés de la région de Blida et un type de miel allemand et de propolis ; les échantillons sont testés sur neuf souches bactériennes (quatre souches ATCC et cinq souches pathogènes multirésistantes).

Les bactéries Gram- (*klebseilla pneumoniae* 1 et 2 et *Entérocooccus faecalis* et *Acinetobacter baumannii*) sont isolées sur le milieu **Hektoen** qui inhibe la croissance de la flore Gram+.

La bactérie Gram+ *Staphylococcus aureus* est isolée sur le milieu **Chapman**, caractérisé par sa forte teneur en NaCl et qui inhibe les bactéries Gram-.

Les bactéries Gram- sont identifiées et distinguées par le test de la galerie API,

Staphylococcus aureus est identifiée le test de coagulase.

PARTIE PRATIQUE

- 1- Préparation du milieu MH : poser quatre flacons de milieu Muller Hinton dans l'autoclave pendant une heure.



Figure68 : chauffage du milieu MH dans l'autoclave

- 2- Couler le milieu dans des boîtes de pétri stériles a 4mm et laisser refroidir.



Figure 69: coulage du milieu MH



Figure 70: les boîtes de pétri après coulage du milieu MH.

3- Séchage des boîtes de pétri de Muller Hinton dans le séchoir.



Figure 71: séchage du milieu MH.



Figure 72: le séchoir.

4- Stérilisation des tubes dans le stérilisateur pendant 15 mn



Figure 73 : stérilisation des tubes.



Figure 74: stérilisateur.

➤ On travaillera en premier temps sur des souches ATCC, les résultats obtenus sont considérées comme des références pour l'interprétation des résultats de l'activité antibactérienne de miel sur les souches pathogènes.

- **Miel :**

- 1- Préparation des différentes dilutions du miel : 100% 75% 50% 25% : 100% c'est du miel pure, 75% (75% miel et 25% l'eau distillée stérile), 50% (50% du miel et 50% de l'eau distillée stérile), 25% (25% du miel et 75% de l'eau distillée stérile)



Figure 75 : les types de miel.

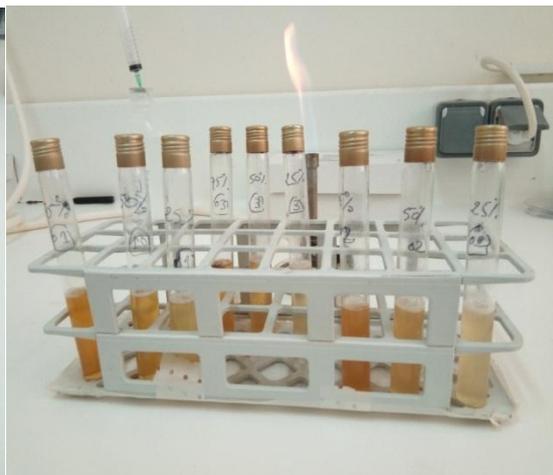


Figure 76: les différentes dilutions des trois Types du miel.



Figure 77 : les dilutions du miel allemand.

2- Préparation de la suspension bactérienne :

Devant un bec benzène on met dans un tube stérile 10 ml de l'eau physiologique avec quelques colonies de la souche étudiée pris par une pipette pasteur, agiter pour homogénéiser la suspension.



Figure 78: préparation des suspensions des ATCC.

On mesure par un densitomètre la densité de cette suspension qui doit être 0,5 MF.



Figure 79: densitomètre

PARTIE PRATIQUE

- 3- Ensemencement de 8 boîtes de pétri par la suspension de la souche à l'aide d'un écouvillon en 3 quadrant, incliné la boîte à chaque fois à 60°.



Figure 80: l'ensemencement des boîtes de pétri.

- 4- Dans chaque boîte on dépose deux disques stériles par une pince stérile.



Figure 81: utilisation des disques stériles.

- 5- Toutes deux boîtes pour un seul type de miel, on imbibe chaque disque d'une des quatre dilutions de ce miel par une micropipette de 20µl.



Figure 82: l'imbibe des disques

6. Laisser le miel diffuser dans les disques pendant quelques minutes.

• **Propolis :**

- 1- En même temps on ensemence 4 boîtes avec les quatre bactéries ATCC.
- 2- Dans chaque boîte on met trois disques, deux pour les deux concentrations d'extraits éthanolique de propolis et le troisième pour le témoin (éthanol pure).
- 3- Imbiber les disques par une micropipette de 20µl et laisser diffuser quelques minutes.
- 4- Incuber tous les boîtes dans l'étuve 24h à 37°C.



Figure 83 : incubation des boîtes.



Figure 84: l'étuve

- En deuxième temps on travaille sur les souches pathogènes mais seulement avec le miel pur en vue de son activité antibactérienne remarquable sur les ATCC. Avec l'ajout d'un disque d'antibiotique spécifique de chaque souche.

-Préparation des suspensions des bactéries pathogènes multirésistantes.



Figure 85: préparation des suspensions des bactéries pathogènes

- **Miel :**

Ensemencer 5 boîtes, chacune par une bactérie pathogène dans chaque boîte on met 4 disques, chaque disque contient un type de miel pure, avec un cinquième disque d'antibiotique dont la bactérie est résistante.

Staphylococcus aureus FOX résistante.

Klebsiella pneumoniae 1 AM résistante.

Klebsiella pneumoniae 2 CTX résistante.

Entérocooccus faecalis VA résistante.

Acinetobacter baumannii IPM résistante.



Figure 86 : utilisation des disques d'antibiotiques comme témoins.

- **Propolis :**

En même temps on ensemence 5 boîtes chacune par une bactérie pathogène. On met trois disques, deux pour les deux concentrations d'extraits éthanolique de propolis et le troisième pour le témoin (éthanol pure). Imbiber les disques par micropipette de 20µl et laisser diffuser.

Incuber tous les boîtes (miel et propolis) 24h à 37°C.



Figure 87: incubation des boîtes des bactéries pathogènes

2.6. L'évaluation de l'activité antifongique de miel et propolis (*Candida albicans*) :

2.6.1. Généralité sur candida :

le *C. albicans* est un champignon microscopique, habituellement inoffensif et que nous retrouvant sans effet pathologique. Au niveau des voies génitales, du tube digestif, la bouche et sur la peau. Dans certains cas, il peut devenir pathogène et provoquer une candidose. Une infection fongique lorsque ce champignon atteint des organismes fragilisés dont les défenses immunitaires sont diminuées.

Généralement, les lésions causées par *C. albicans* sur les muqueuses ou la peau sont sans gravité. Mais elles peuvent être plus grave lorsqu'elles atteignent les viscères digestifs ou les poumons ; dans les cas extrêmes, une septicémie à candida est possible et de pronostic sévère.

- 1- Préparation des milieux (sabouraud chloramphénicol et sabouraud chloramphénicol+ Actidione) :

Chauffer des tubes qui contient des milieux SC et SAC dans un bain marie pendant quelques minutes jusqu'à fondement.

PARTIE PRATIQUE



Figure 88: chauffage des milieux SC et SAC



Figure 89: les deux milieux SC et SAC après Chauffage

- 2- Devant un bec benzène, couler les milieux SC et SAC dans des boîtes de pétri stériles avec une épaisseur de 4mm. Et laisser les refroidir.



Figure 90: coulage des milieux SC et SAC.

- 3- Préparation des différentes dilutions de miel (100% ; 75% ; 50% ; 25%) et la suspension de la levure avec 0,5MF.



Figure 91 : préparation des dilutions du miel.

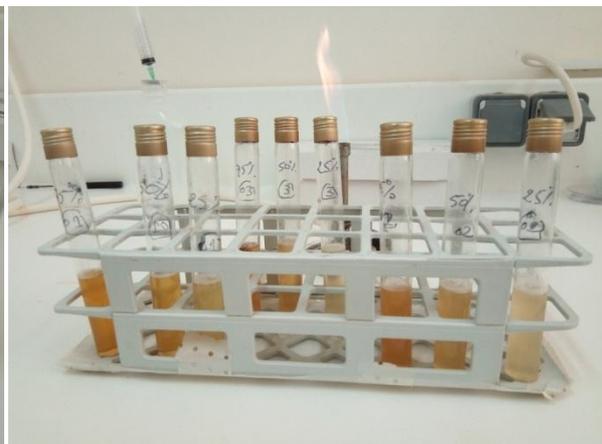


Figure 92 : les dilutions des différents types du miel.

- 4- Ensemencement :

4 boîtes de SC par la levure trois boîtes pour les trois types de miel et la quatrième pour la propolis et 4 boîtes de SAC par la levure trois boîtes pour les trois types de miel et la quatrième pour la propolis



Figure 93 : l'ensemencement des boîtes de pétri par la levure ;

- 5- Pour les boîtes de miel on met dans chaque une 4 disques pour les différentes dilutions, et dans la boîte de propolis on met 3 disques (deux pour les 2 concentrations et un pour le témoin).
6- Imbiber les disques et laisser diffuser.



Figure 94 : stérilisation de pince et l'imbibe des disques.

7- Incuber les boîtes 24h à température ambiante 27°C.



Figure 95: incubation des boîtes de pétri.

3. Résultats :

3.1. Screening chimique :

Tableau 12 : Identification des substances chimiques naturelles dans différents types de miel et propolis.

	Miel 1	Miel 2	Miel 3	Miel 4	Propolis
Alcaloïdes	-	-	++	-	+++
Polyphénols	+	+	++	+++	++++
Tanins	-	-	-	-	-
Flavonoïdes	+++	+++	+	+	+/-
Saponosides	+	++	+	++	-
Antracénosides	-	-	-	-	+

- Miel 1 : miel de jujubier
- Miel 2 : miel de montagne
- Miel 3 : miel de romarin
- Miel 4 : miel allemand
- : absence
- + : présence

3.2. pH :

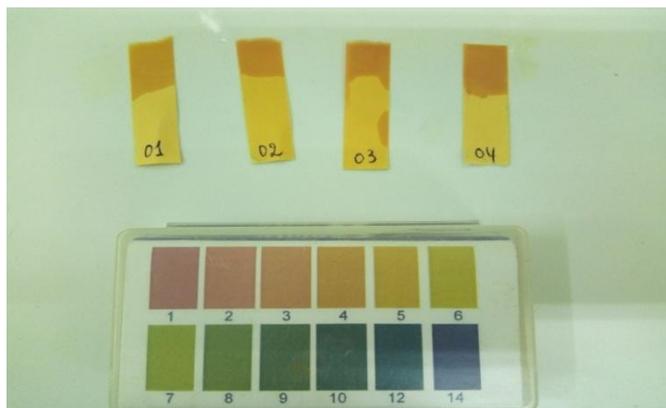


Figure 96: le pH de différents types de miel.

- Miel de jujubier 4
- Miel de montagne 4
- Miel de romarin 3
- Miel allemand 4

3.4. Teneur en eau :

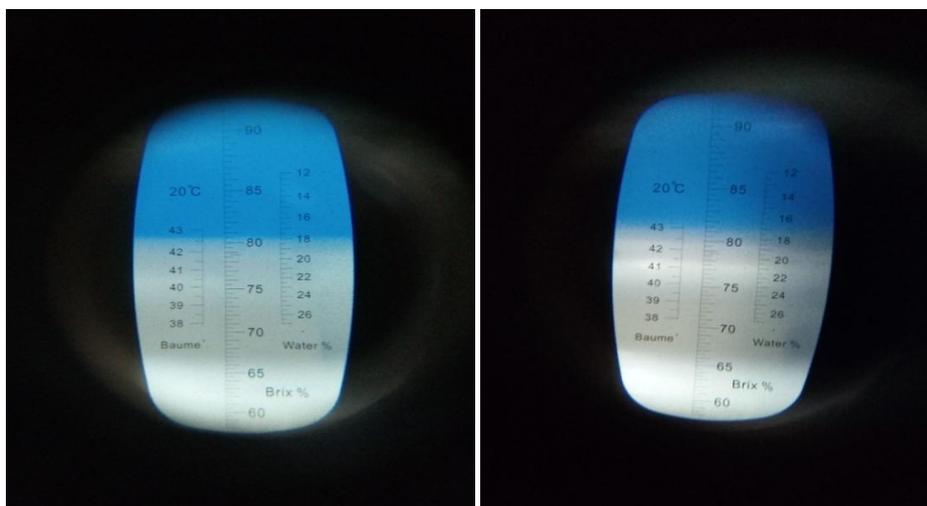


Figure 97 : observation des résultats des miels (de montagne et romarin) sur le réfractomètre face à la lumière

La lecture de degré de brix B° et la Teneur en eau sur le refractomètre à donnée les résultats suivantes :

Tableau 13: Teneur en eau dans les différents types de miel

Type de miel	Degré de brix °	Teneur en eau (%)
Miel de jujubier :	83,2	15,2
Miel de montagne :	80,75	18
Miel de romarin :	80	18,3
Miel allemand :	78	20,4

3.4. Evaluation de l'activité antibactérienne :

Après 24h d'incubation on interprète les résultats obtenus

Staphylococcus aureus

- Miel :

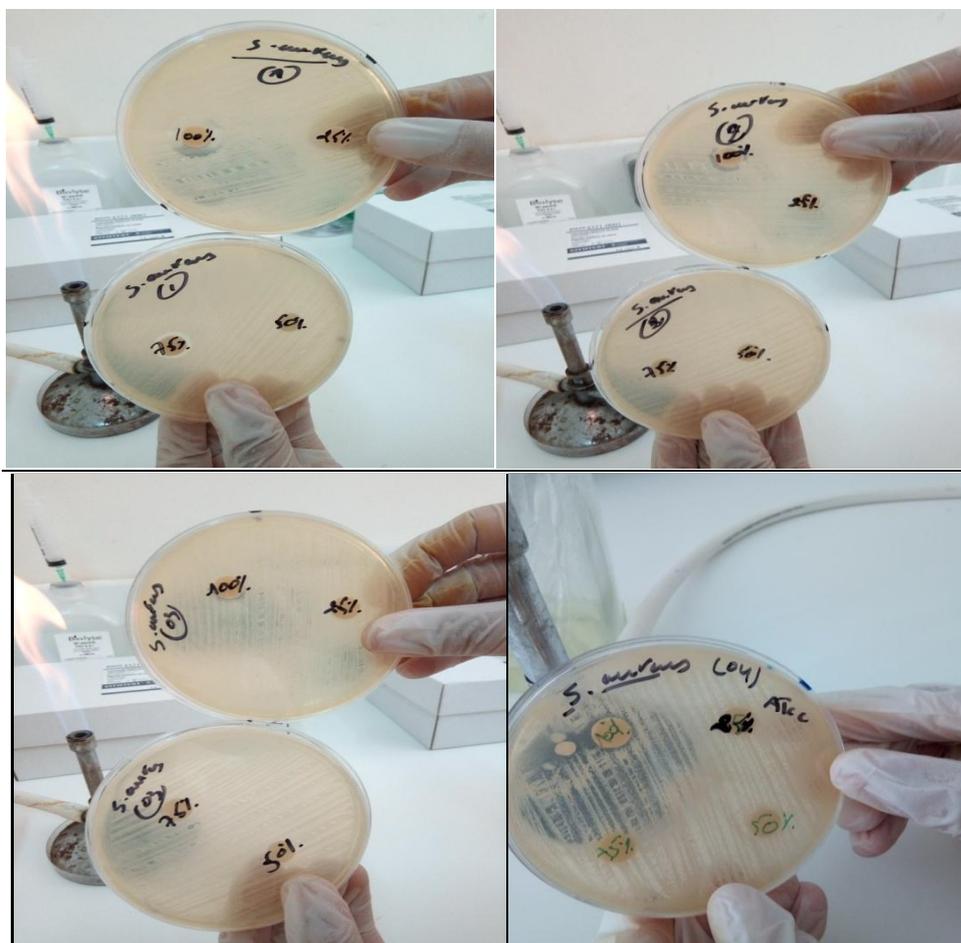


Figure 98 : résultats des différents types du miel sur S.aureus .

- Propolis :

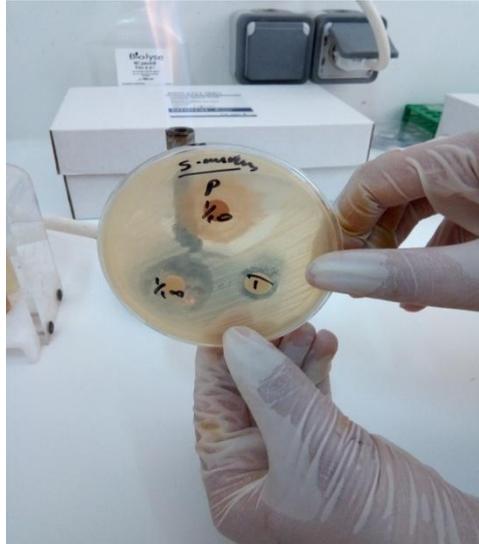


Figure 99: résultat de la propolis sur *S.aureus*

Escherichia coli

- Miel :

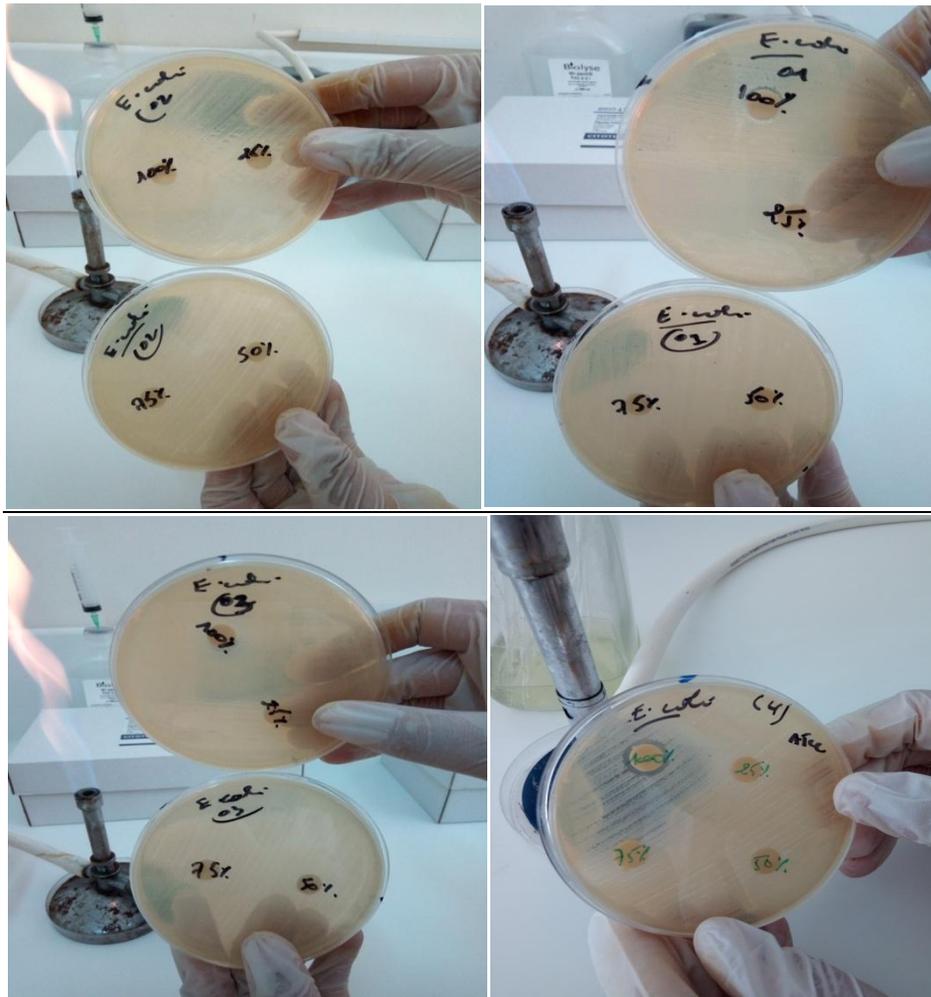


Figure 100 : résultats des différents types du miel sur *E.coli*

- Propolis :



Figure 101: résultat de la propolis sur E.coli

Pseudomonas aeruginosa

- Miel :

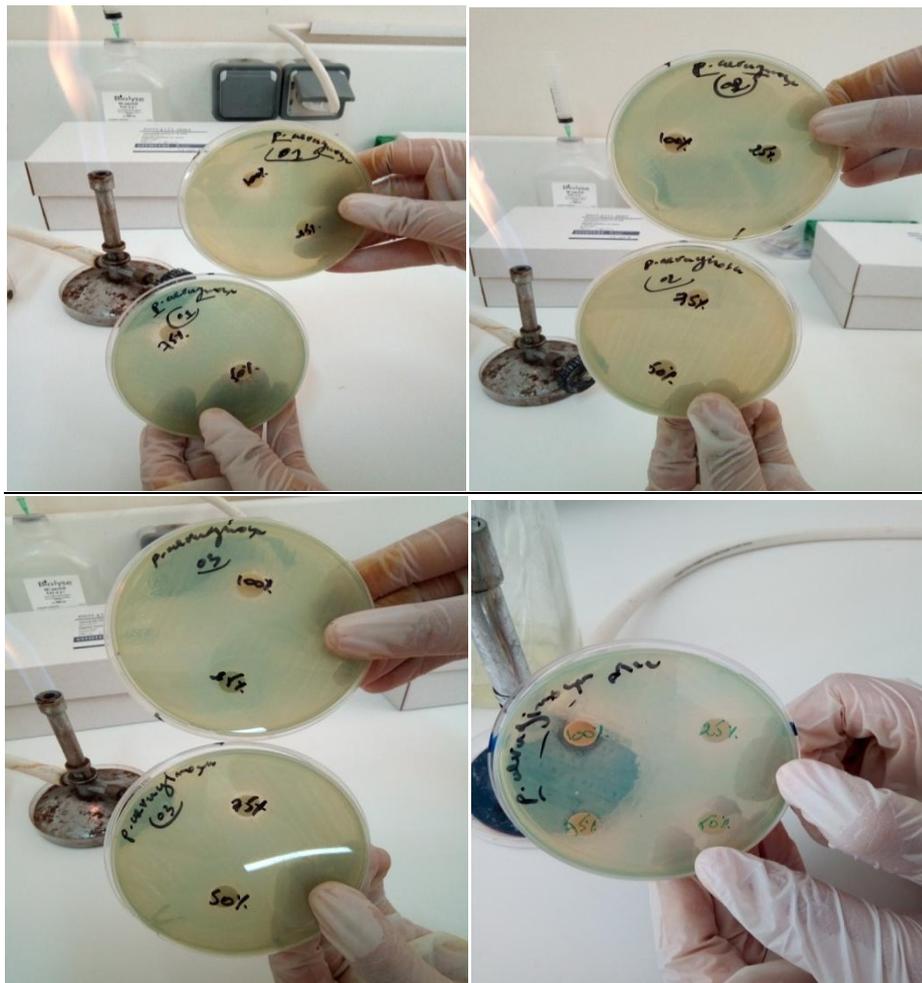


Figure 102: résultats des différents types du miel sur P.aeruginosa

- Propolis :

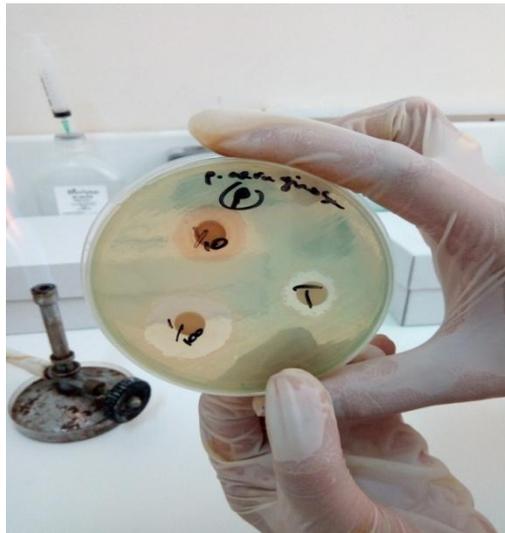


Figure 103 : résultat de la propolis sur P.aeruginosa

Entérocooccus faecalis

- Miel :

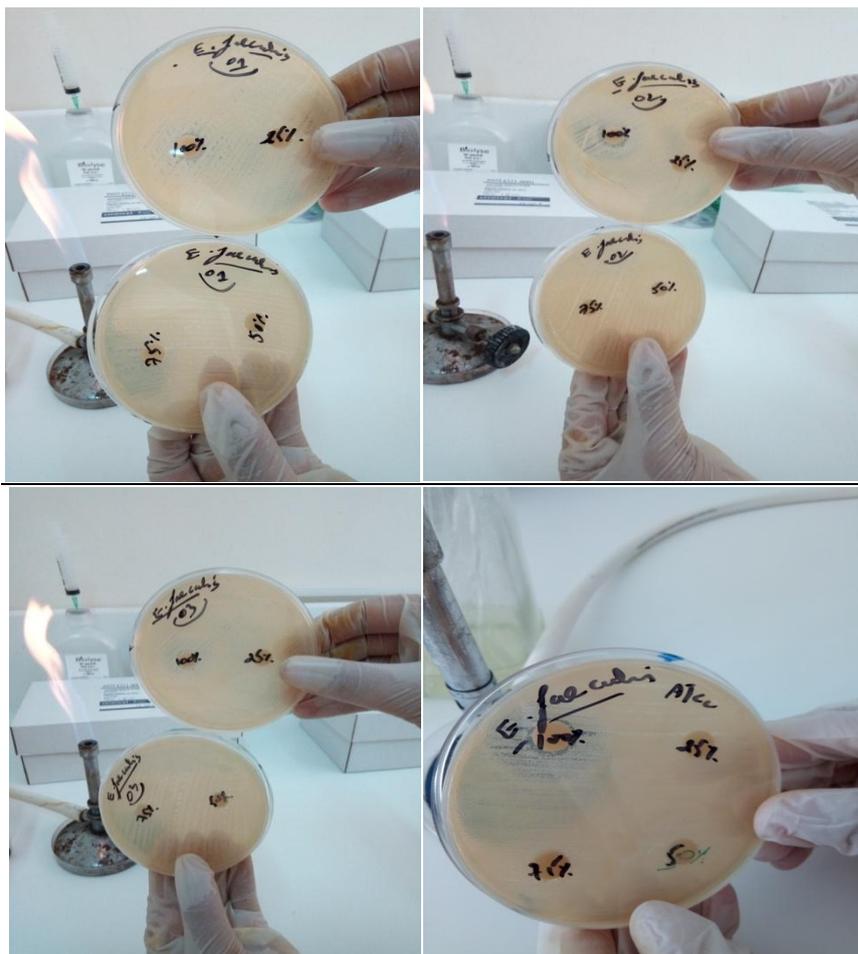


Figure 104: résultats des différents types du miel sur E.faecalis

- Propolis :

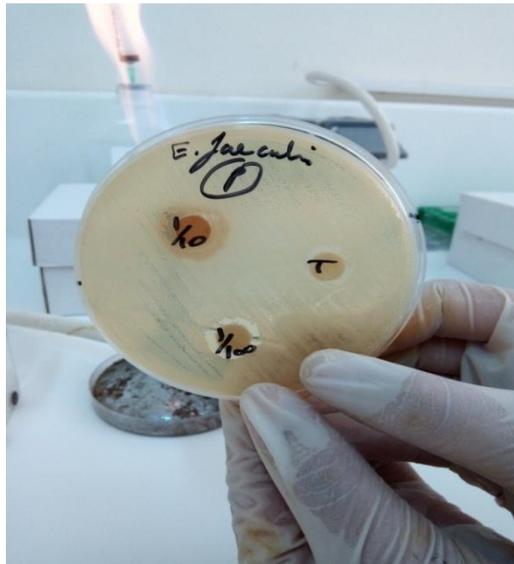


Figure 105: résultat de la propolis sur E.faecalis

Le jour après on obtenu les résultats suivantes :

- Miel :



Figure 106 : résultats des différents types du miel sur K.pneumonie 1



Figure 107: résultats des différents types du miel sur K.pneumonie 2



Figure 108 : résultats des différents types du miel sur E.faecalis



Figure 109: résultats des différents types du miel sur A.baumannii

- Propolis :

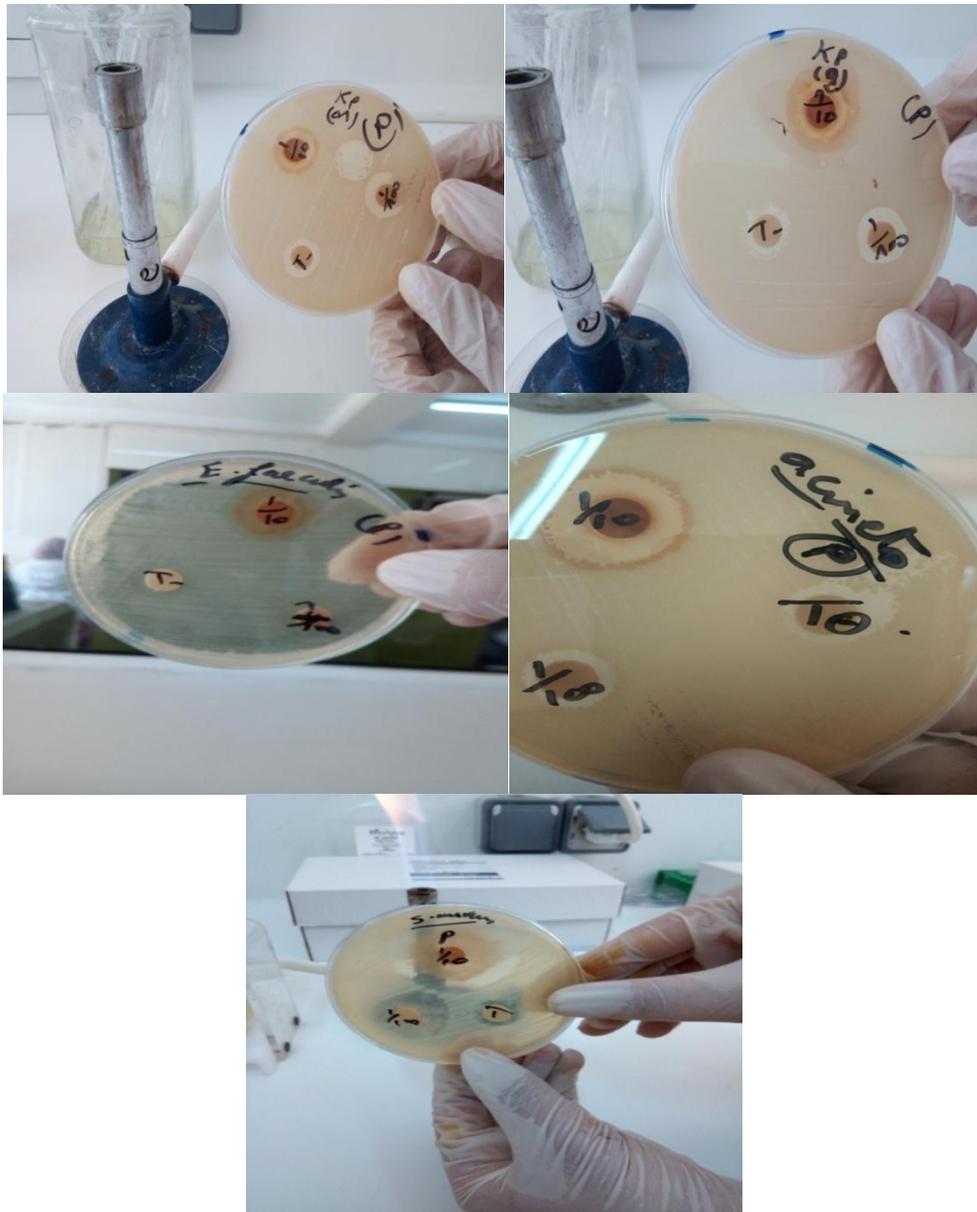


Figure 110 : résultats de la propolis sur les différentes bactéries pathogènes

PARTIE PRATIQUE

➤ Souches ATCC :

Tableau 14 : Antibiogramme des bactéries ATCC en présence de différentes dilutions de miel de jujubier (diamètres de la zone d'inhibition en mm)

ATCC	miel de jujubier			
	100%	75%	50%	25%
<i>E. coli</i>	11mm S (+/-)	10mm S (+/-)	R	R
<i>S. aureus</i>	17mm S(+)	10mm S (+/-)	R	R
<i>P. aeruginosa</i>	16mm S(+)	11mm S(+)	10mm S (+/-)	R
<i>E. faecalis</i>	12mm S (+/-)	R	R	R

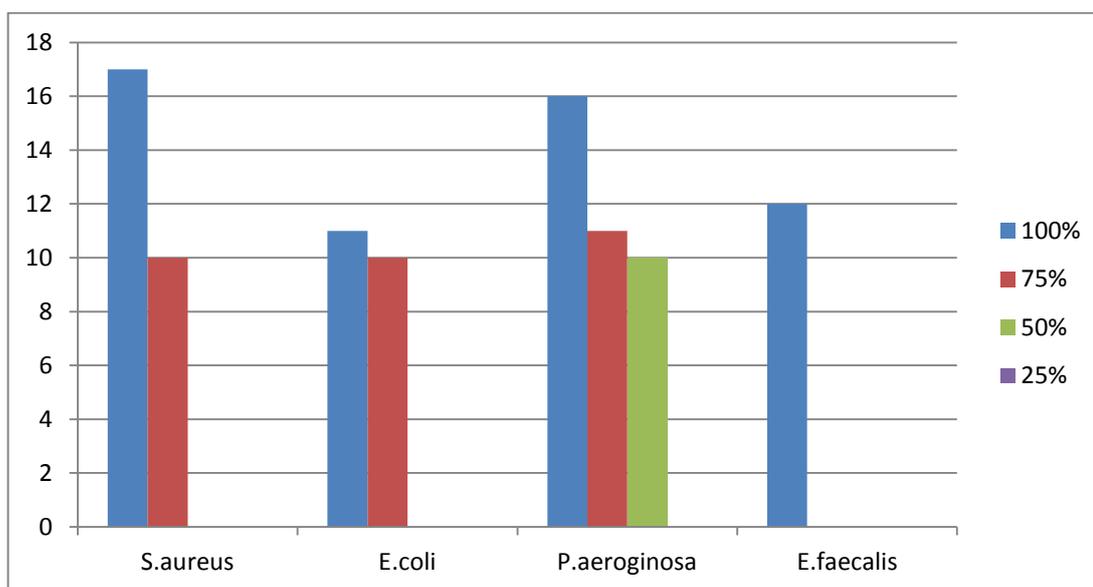


Figure 111: Activité antibactérienne de miel de jujubier sur les bactéries ATCC.

Tableau 15: Antibiogramme des bactéries ATCC en présence de différentes dilutions de miel de montagne (diamètres de la zone d'inhibition en mm)

ATCC	miel de montagne			
	100%	75%	50%	25%
<i>E. coli</i>	<6mm R	R	R	R
<i>S. aureus</i>	14mm S (+/-)	R	R	R
<i>P. aeruginosa</i>	12mm S (+/-)	R	R	R
<i>E. faecalis</i>	11mm S (+/-)	R	R	R

PARTIE PRATIQUE

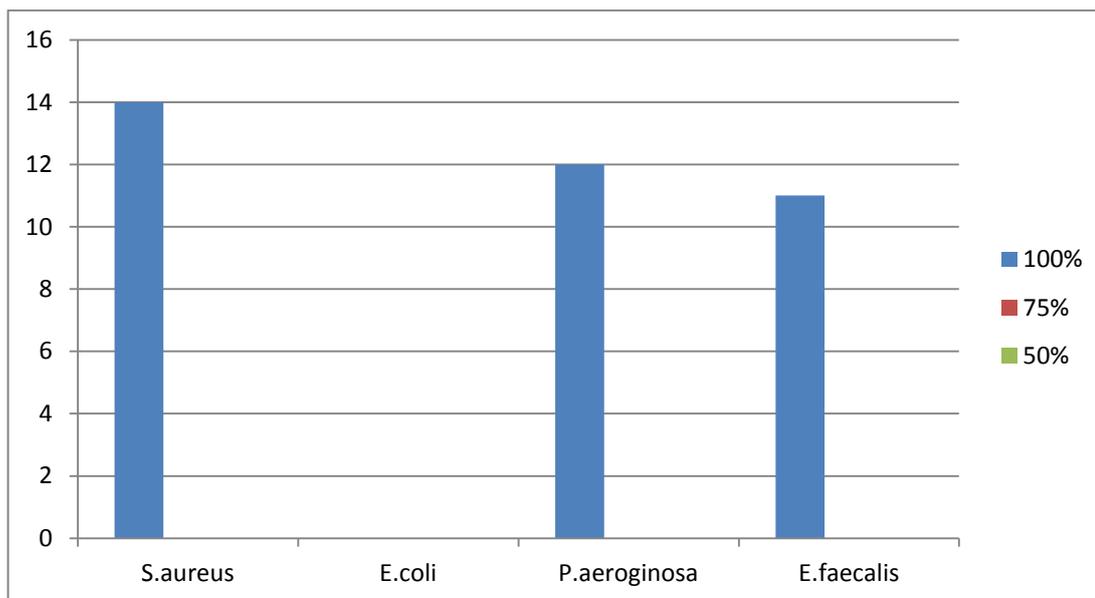


Figure 112: Activité antibactérienne de miel de montagne sur les souches ATCC.

Tableau 16 : Antibiogramme des bactéries ATCC en présence de différentes dilutions de miel de romarin (diamètres de la zone d'inhibition en mm)

ATCC	miel de romarin			
	100%	75%	50%	25%
E. coli	13mm S (+/-)	R	R	R
S. aureus	11mm S (+/-)	R	R	R
P. aeruginosa	11mm S (+/-)	9mm S (+/-)	R	R
E. faecalis	10mm S (+/-)	R	R	R

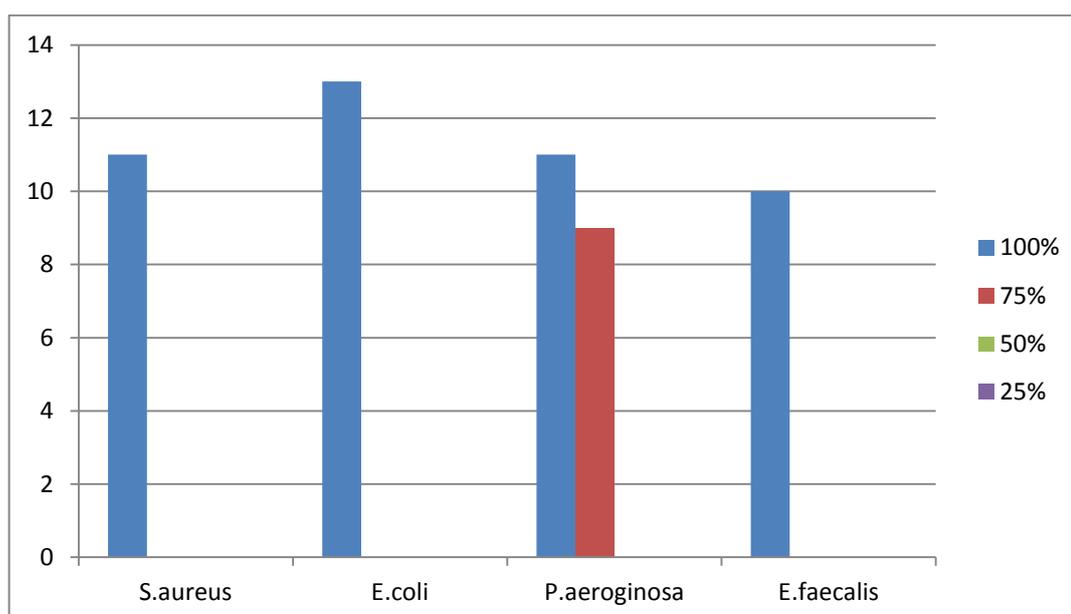


Figure 113: Activité antibactérienne de miel de romarin sur les souches ATCC

PARTIE PRATIQUE

Tableau 17: Antibiogramme des bactéries ATCC en présence de différentes dilution de miel Allemand (diamètres de la zone d'inhibition en mm)

ATCC	miel Allemand			
	100%	75%	50%	25%
E. coli	11mm S (+/-)	R	R	R
S. aureus	10mm S (+/-)	R	R	R
P. aeruginosa	11mm S (+/-)	9mm S (+/-)	R	R
E. faecalis	10mm S (+/-)	R	R	R

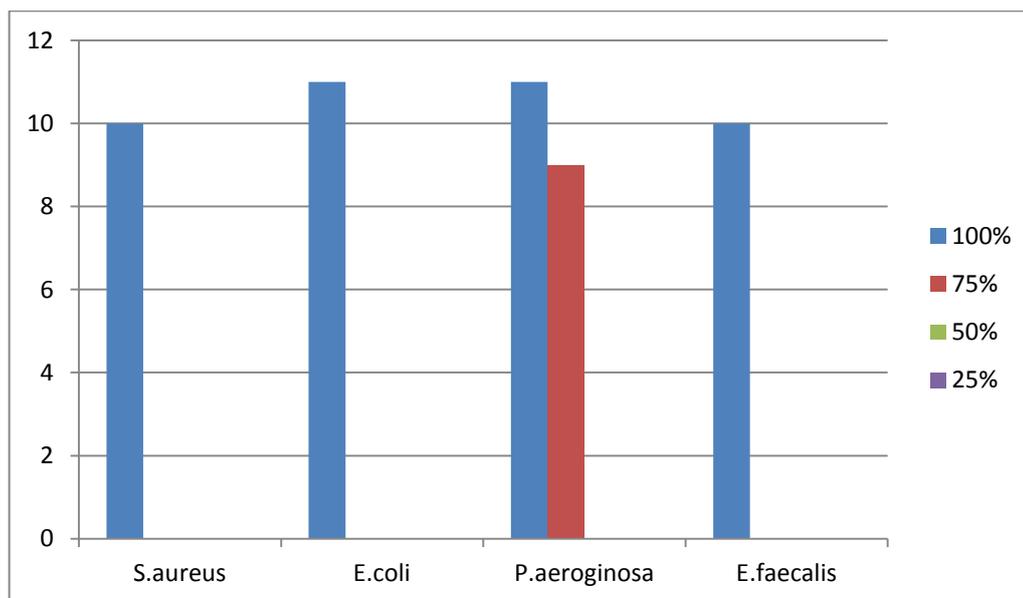


Figure 114: Activité antibactérienne de miel Allemand sur les souches ATCC

Tableau 18: Antibiogramme des bactéries ATCC en présence de différentes concentration de propolis (diamètres de la zone d'inhibition en mm)

ATCC	propolis		
	1/10	1 /100	témoin
E. coli	16mm S(+)	16mm S(+)	16mm S(+)
S. aureus	41mm S (++)	32mm S (++)	13mm S (+/-)
P. aeruginosa	24mm S (++)	16mm S(+)	12mm S (+/-)
E. faecalis	16mm S(+)	14mm S(+)	12mm S (+/-)

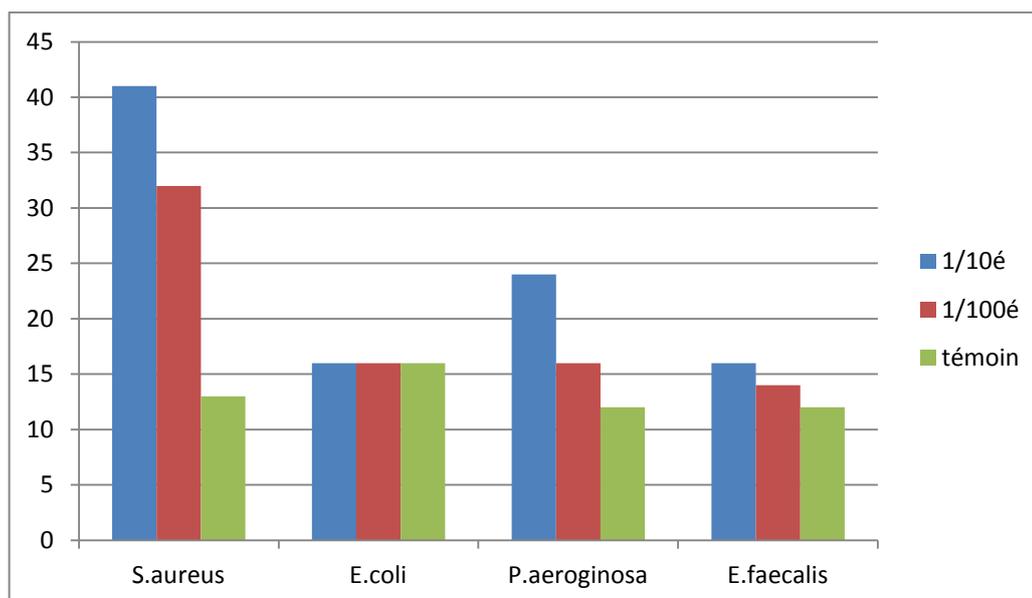


Figure 115: Activité antibactérienne de propolis sur les souches ATCC

➤ Souches pathogènes multi résistantes :

Tableau 19: Antibiogramme des bactéries pathogènes en présence de différents types de miel (diamètres de la zone d'inhibition en mm)

	miel de jujubier 100%	miel de montagne 100%	miel de romarin 100%	miel allemand 100%
S. aureus (Fox=R)	21mm	12mm	R	15mm
E. faecalis (VA=R)	R	R	R	R
K. pneumoniae 1 (AM=R)	11mm	R	R	9mm
K. pneumoniae 2 (CTX=R)	17mm	12mm	R	10mm
A.baumannii (IPM=R)	16mm	15mm	11mm	14mm

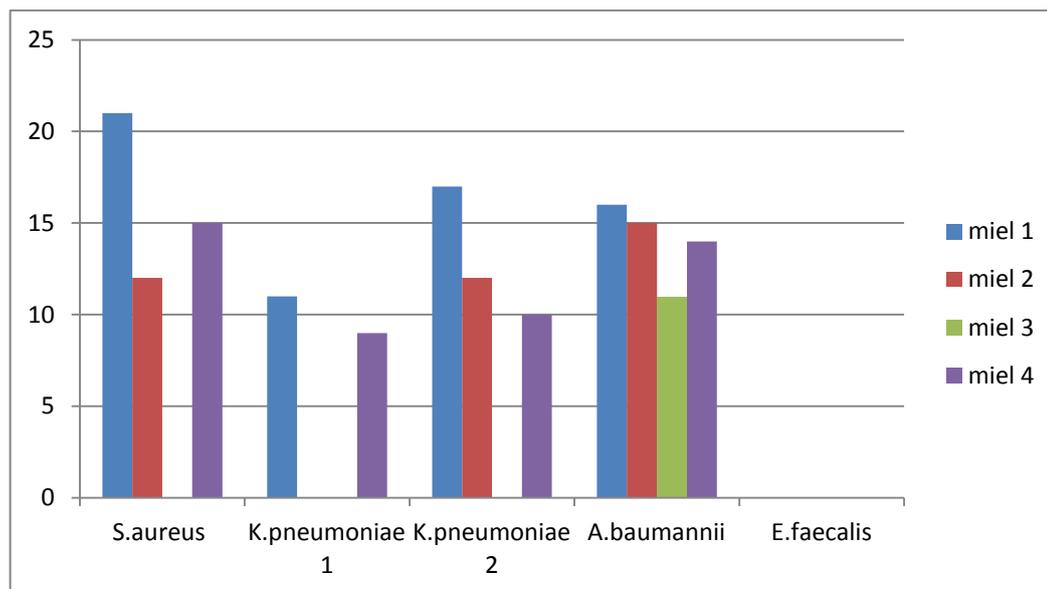


Figure 116: Activité antibactérienne du quatre types de miel sur les bactéries pathogènes

Tableau 20: Antibiogramme des bactéries pathogènes en présence de différentes concentration de propolis (diamètres de la zone d'inhibition en mm)

	propolis		
	1/10	1 /100	témoin
S. aureus (Fox=R)	46mm	42mm	12mm
E. faecalis (VA=R)	22mm	18mm	16mm
K. pneumoniae 1 (AM=R)	16mm	17mm	12mm
K. pneumoniae 2(CTX=R)	16mm	16mm	13mm
A.baumannii (IPM=R)	24mm	13mm	11mm

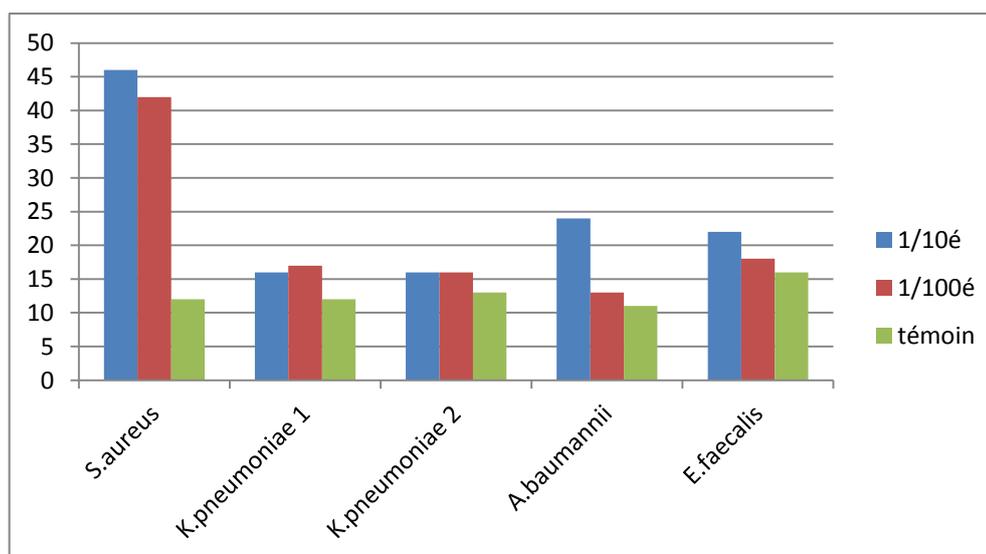


Figure 117: Activité antibactérienne de propolis sur les bactéries pathogènes

PARTIE PRATIQUE

NB :

S (++) : sensibilité forte.

S (+) : sensibilité moyenne.

S (+/-) : sensibilité faible.

R : résistante.

En tenant les résultats des ATCC comme référence on les compare avec celles des bactéries pathogènes :

Si : le diamètre de l'ATCC > diamètre de bactérie pathogène = la souche est résistante

Le diamètre de l'ATCC < / = diamètre de bactérie pathogène = la souche est sensible

Tableau 21: Evaluation de l'activité antibactérienne de différents types de miel sur les bactéries pathogènes en tenant les ATCC comme référence

		miel de jujubier	miel de montagne	miel de romarin	miel allemand
souche (1)	S.aureus (FOX=R)	21mm	12mm	R	15mm
	S.aureus ATCC	17mm	14mm	11mm	10mm
	Sensibilité	S	R	R	S
souche (2)	E.faecalis (VA=R)	R	R	R	R
	E.faecalis ATCC	12mm	11mm	10mm	10mm
	Sensibilité	R	R	R	R
souche (3)	K.pneumoniae 1 (AM=R)	11mm	R	R	9mm
	E.coli ATCC	11mm	R	13mm	11mm
	Sensibilité	S	R	R	R
souche (4)	K.pneumoniae 2 (CTX=R)	17mm	12mm	R	10mm
	E.coli ATCC	11mm	R	13mm	11mm
	Sensibilité	S	S	R	R
souche (5)	A.baumannii (IPM=R)	16mm	15mm	11mm	14mm
	P.aeruginosa ATCC	16mm	12mm	11mm	11mm
	Sensibilité	S	S	S	S

PARTIE PRATIQUE

Tableau 22: Evaluation de l'activité antibactérienne de différentes concentrations de propolis sur les bactéries pathogènes en tenant les ATCC comme référence

		1/10	1/100
souche (1)	S.aureus (FOX=R)	46mm	42mm
	S.aureus ATCC	41mm	32mm
	Sensibilité	S	S
souche (2)	E.faecalis (VA=R)	22mm	18mm
	E.faecalis ATCC	16mm	14mm
	Sensibilité	S	S
souche (3)	K.pneumoniae 1 (AM=R)	16mm	17mm
	E.coli ATCC	16mm	16mm
	Sensibilité	S	S
souche (4)	K.pneumoniae 2 (CTX=R)	16mm	16mm
	E.coli ATCC	16mm	16mm
	Sensibilité	S	S
souche (5)	A.baumannii (IPM=R)	24mm	13mm
	P.aeruginosa ATCC	24mm	16mm
	Sensibilité	S	R

3.5. Evaluation de l'activité antifongique :

-Après incubation de 24h :

- Miel :

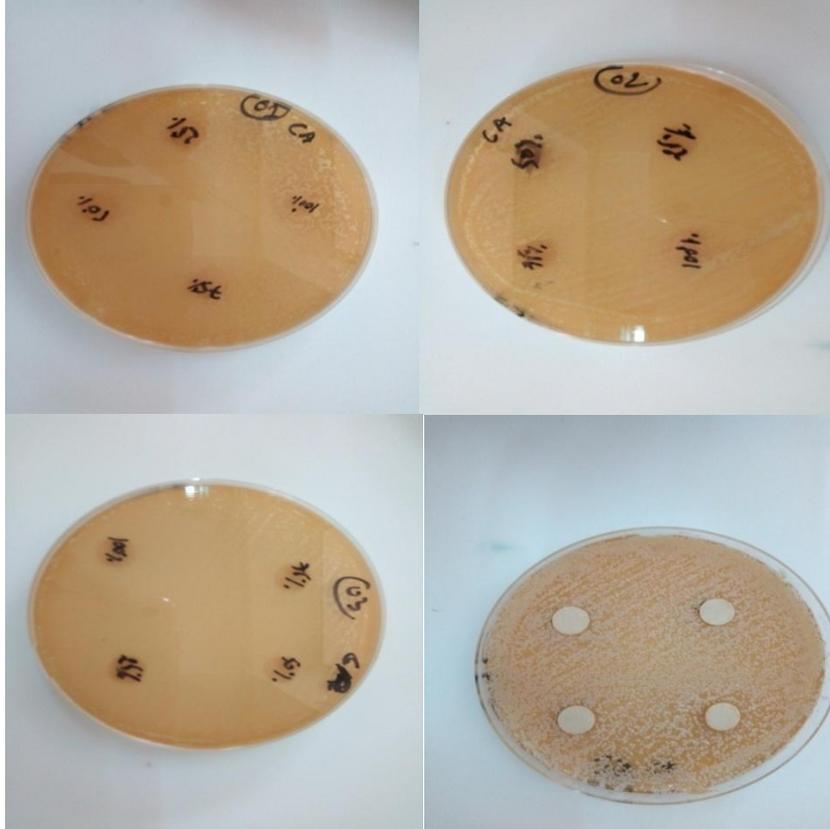


Figure 118 : résultats des différents types de miel sur C.albicans

- Propolis :



Figure 119: résultat de la propolis sur C.albicans dans le milieu SAC

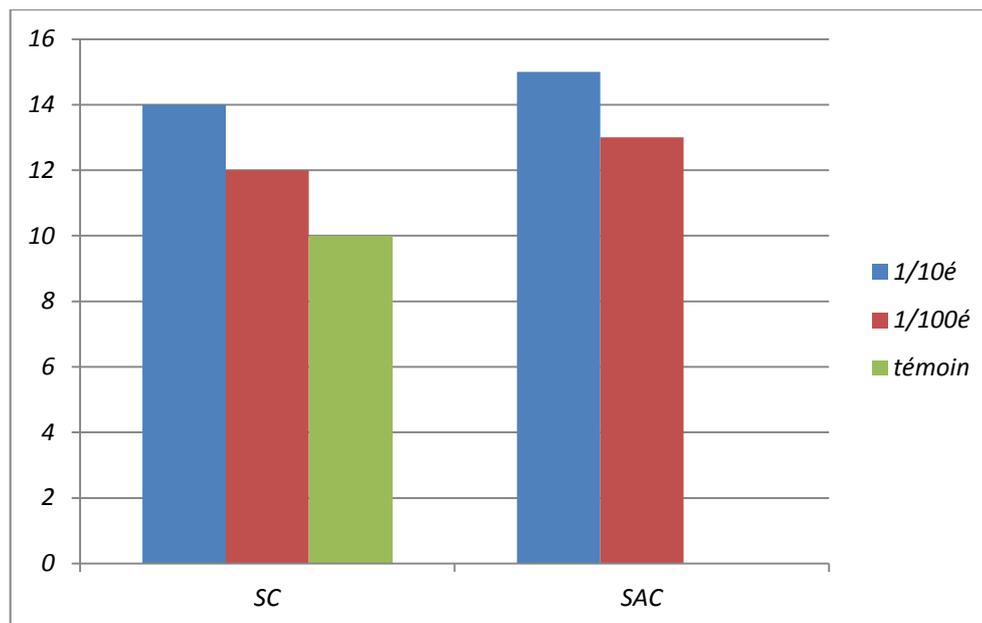


Figure 120 : résultat de la propolis sur C.albicans dans le milieu SC

-Les trois types de miel n'ont aucun effet sur le *Candida albicans*, tous les diamètres sont <6.
 -*Candida albicans* a montrée une sensibilité vers la propolis.

Tableau 23: Evaluation de l'activité antifongique de la propolis sur *Candida albicans*

		1/10	1/100	témoin
Candida albicans	SC	14mm	12mm	10mm
	SAC	15mm	13mm	R



Graph 121 : Activité antibactérienne de propolis sur *Candida albicans*

4. Discussion :

4.1. Screening chimique :

On observe la présence des Alcaloïdes dans le miel 3 et la propolis alors que leurs absence dans le reste des autres miels, ils ont une activité antidépresseur, il améliore la circulation sanguine, anti-infectieuse et anti-tumoral ...

On remarque la présence des polyphénols dans tous les types de miel mais avec des concentrations variables. La propolis est la plus riche en polyphénols, ils constituent les principes actifs de nombreuses plantes médicinales ; ils ont la capacité de moduler l'activité d'un grand nombre d'enzymes et de certains récepteurs cellulaires, un grand nombre de polyphénols sont reconnus pour leurs propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires, antibactérienne...

À la recherche des flavonoïdes, on a trouvé que tout les miels et aussi la propolis contiennent des flavones mais avec des concentrations variables, soit les miels 1 et 2 les plus riches en flavones.. Ils sont considérés comme les pigments quasiment universels des végétaux, ils ont des propriétés antioxydantes et anti-radicalaires, et une action protectrice des vaisseaux (action vitaminique P).

Pour les tanins on observe leur absence complète dans les miels et la propolis. Les tannins sont des polyphénols polaires de haut poids moléculaire d'origine végétale, le tanin à une propriété antioxydante et anti-infectieuse...

Les miels 2 et 4 ont un pouvoir moussant remarquable par rapport aux deux autres miels alors que la propolis est dépourvue des saponosides. Ils ont des propriétés anti-inflammatoire, cytotoxique, anti-œdémateux, expectorant ...

Et enfin les antracénosides sont absents dans tous les miels sauf la propolis qui les contient, utilisés comme des laxatifs stimulants dans le traitement de courte durée de la constipation.

4.2. PH :

La valeur normale d'un bon miel est entre 3,4 et 4,5.

Tout nos miels sont dans les normes, d'où un miel légèrement **Acide**, cette propriété qui lui confère une activité anti-infectieuse remarquable.

4.3. Teneur en eau :

Nous remarquons que la teneur en eau de nos échantillons de miel Algériens varient entre 15,2 et 18,3, ces valeurs se situent dans l'intervalle préconisé par la pharmacopée européenne

4.4. Evaluation de l'activité antibactérienne :

D'après les résultats de l'évaluation de l'activité antimicrobienne, on peut constater ce qui suit :

- Toutes les souches microbiennes testées sont sensibles à l'action inhibitrice des trois échantillons de miel naturels, avec des différences d'un type à un autre et d'une souche à une autre, ce qui indique son large spectre d'action antibactérienne.

- L'effet antibactérien de miel est plus important avec les échantillons non dilués, il diminue avec des dilutions successives.

- L'échantillon 1 (miel de jujubier) est l'échantillon le plus efficace et qui possède un effet antibactérien fort. Alors que l'échantillon 3 (miel de romarin) est l'échantillon le plus faible, et qu'il n'agit que sur l'*Acinetobacter*.

L'effet des trois échantillons de miel sur les cinq microbes testés est illustré dans le tableau 20 (Evaluation de l'activité antibactérienne de différents types de miel sur les bactéries pathogènes en tenant les ATCC comme référence). On constate que l'action de miel naturel sur les cinq microbes testés varie d'une part selon l'échantillon de miel et d'autre part selon la souche microbienne.

- la souche *Acinetobacter baumannii* est la plus sensible à l'effet des trois types de miel (sensible au miel de jujubier, de montagne et de romarin).

- *klebseilla pneumoniae* 2 est moyennement sensible (sensible au miel de jujubier et de montagne)

- *Staphylococcus aureus* et *klebseilla pneumoniae* 1 sont faiblement sensibles (sensible au miel de jujubier seulement)

- *Entérocooccus faecalis* totalement résistante aux trois échantillons de miel.

- Le miel Allemand a donné une faible activité que sur les deux bactéries *Staphylococcus aureus* et *Acinetobacter baumannii*.

Donadieu a montré que tous les miels ont des propriétés communes, mais chaque miel mono floral, se caractérise par des propriétés thérapeutiques propres à lui. D'autres facteurs influent également sur la composition et la nature de miel et ses particularités tels que :

- L'âge de l'abeille (le miel de l'abeille jeune et particulièrement claire et moins concentré par rapport à celui de l'abeille la plus âgée).
- La nature des fleurs de nutrition de l'abeille et l'origine florale de l'alimentation.
- Le climat de l'environnement, la saison de l'élevage de l'abeille et de la production de miel.
- Le mode d'extraction de miel.
- la durée et les conditions de conservation, telles que la température et la lumière qui conditionnent l'activité des enzymes de miel et leur efficacité.

Pour la propolis :

- L'activité antibactérienne de la propolis est plus importante avec la concentration la plus élevée (1/10) par rapport à l'autre concentration (1/100).
- *Staphylococcus aureus*, *Entérocooccus faecalis*, *klebseilla pneumoniae* 1 et 2 sont fortement sensible à la propolis avec les deux concentrations (1/10) et (1/100).
- Acinetobacter baumannii* est moyennement sensible a la propolis (sensible qu'avec la concentration (1/10)).

4.5. Evaluation de l'activité antifongique :

Candida albicans est résistante vis-à-vis les trois types de miel.

L'effet antifongique de la propolis est plus important avec des concentrations élevées (1/10), il diminue avec la diminution de la concentration (1/100)

Conclusion

Actuellement, la recherche s'intéresse timidement à l'apithérapie. Depuis un demi-siècle, plusieurs propriétés sont reconnues. En effet, le miel, la propolis, le venin, le pollen et la gelée royale... sont prometteurs en infectiologie (bactérienne, virale, fongique et parasitaire). Il serait sans aucun doute utile de développer la recherche dans ces domaines. Aujourd'hui, le domaine juridique au niveau commercial est en perpétuel mouvement entre les médicaments, les dispositifs médicaux et les compléments alimentaires.

En application thérapeutique, l'apithérapie est déjà utilisée. De nombreux particuliers pratiquent ces thérapies, sans pour autant qu'elles soient référencées. Au niveau professionnel. En France, le meilleur exemple est le CHU de Limoges qui utilise le miel dans la cicatrisation depuis déjà 30 ans.

Les résultats qui en ressortent sont excellents pour une thérapie à faible coût. Cette pratique n'a malheureusement pas « essaimé » dans d'autres hôpitaux. En effet, les propriétés des produits de la ruche sont très larges. Le miel et la propolis sont cicatrisants, antibiotiques, antiviraux et antifongiques.

De plus en plus de patients sont demandeurs des thérapies naturelles. Par conséquent, il est intéressant d'installer un rayon d'apithérapie dans les pharmacies d'officine. Le pharmacien peut alors exercer son rôle de conseiller, gardant toujours en mémoire les limites des thérapies, qui existent aussi en apithérapie. C'est dans le but d'apporter un bagage scientifique, de conseiller les patients et de mettre en garde que cette thèse a été pensée.

Il faut rappeler que l'apothicaire « d'autrefois » soignait par les plantes. Le pharmacien a toujours développé les médicaments à partir des matières premières de la nature. Quand la nature nous offre quelque chose, il serait regrettable de ne pas l'essayer ! De plus, d'un point de vue économique, le marché est encore peu exploité et les produits restent simples donc à un prix convenable.

C'est pour cela que les scientifiques doivent approfondir leur recherche en apithérapie pour que celle-ci soit généralisée. La collectivité scientifique et médicale devrait prendre conscience de l'énorme intérêt de ces recherches, du fait du potentiel de découvertes prometteuses. La recherche devrait donc être pionnière dans ce domaine où tout est/reste à construire avec la certitude de résultats probants.

« Si l'abeille venait à disparaître, l'humanité n'aurait plus que quelques années à vivre »

Albert Einstein

LISTE DES FIGURES

Liste des figures :

Figure 01 : L'abeille « insecte sociale ».....	5
Figure 02 : <i>Apis mellifera</i>	6
Figure 03 : Schéma simplifié d'une abeille ouvrière.....	7
Figure 04 : Pièce buccale de l'ouvrière.....	7
Figure 05 : Schéma simplifié pour montrer le jabot.....	8
Figure 06 et 07 : Ouvrières butineuses de pollen.....	8
Figure 08 : Variétés de pilotes de pollen.	8
Figure 09 : De l'œuf à la reine.....	9
Figure 10 : De l'œuf aux faux-bourçons.....	10
Figure 11 : De l'œuf à l'ouvrière.....	10
Figure 12 : Principaux organes de l'ouvrière.....	10
Figure 13 : L'abeille tellienne <i>Apis mellifera intermissa</i>	11
Figure 14 : L'abeille saharienne <i>Apis mellifera sahariensis</i>	11
Figure 15 : Quelques plantes mellifères de la flore spontanée en Algérie.....	12
Figure 16 : Quelques plantes mellifères de la flore cultivée en Algérie.....	12
Figure 17 et 18 : La propolis brute.....	14
Figure 19 : La gelée royale.....	14
Figure 20 : Ecailles de cire sur la face ventrale de l'abdomen.....	15
Figure 21 et 22 : Cire d'abeille brute.....	16
Figure 23 : Dard d'ouvrière.....	17
Figure 24 et 25 : Pain d'abeille dans un rayon, avant operculation.	18
Figure 26 : Différents types de miel mono florale.....	24
Figure 27 : Miel de miellat.....	26
Figure 28 : Flacon de conservation de miel.....	31
Figure 29 : Propolis sur les cadres de la ruche.....	39
Figure 30 : Récolte de la propolis par l'abeille.....	40
Figure 31 : Réparation de la ruche par la propolis.....	40
Figure 32 et 33 : Récolte de la propolis par l'homme.....	41
Figure 34 : Composition générale moyenne de la propolis.....	42
Figure 35 : Quelques ruches dans la coopérative de Blida.....	49
Figure 36 : propolis brute	49
Figure 37 : Les souches ATCC.....	50
Figure 38 : Les souches pathogènes multirésistantes	51
Figure 39 : Balance de précision électronique	51
Figure 40 : Matériels essentiels pour préparation de l'extrait éthanolique de la propolis	52
Figure 41 : Les deux extraits de propolis au jour de préparation	52
Figure 42 : Les deux extraits de propolis après dix jours	53
Figure 43 : filtration des extraits éthanolique de propolis.....	53
Figure 44 : Chauffage des extraits éthanolique de la propolis	53
Figure 45 : Les extraits éthanolique de la propolis.....	53
Figure 46 : Les dilutions à 75% des quatre types de miel et l'extrait de propolis.....	54
Figure 47 : Les dilutions préparées pour la recherche des polyphénols.....	55
Figure 48 : Le réactif de polyphénols (perchlorure ferrique à 10%).....	55
Figure 49 : Résultats des polyphénols dans le miel de jujubier, de montagne, de romarin et dans la propolis.....	55
Figure 50 : Dilutions préparées pour la recherche des tanins.....	56
Figure 51 : Le réactif stiasny.....	56
Figure 52 : Chauffage des tubes dans un bain marie	56
Figure 53 : Résultats des tanins	56

LISTE DES FIGURES

Figure 54 : Les dilutions et les deux réactif (Bouchardât et Mayer) préparées pour la recherche des Alcaloïdes	57
Figure 55 : Résultats des alcaloïdes dans la propolis par le réactif Bouchardât	57
Figure 56 : Résultats des alcaloïdes dans la propolis par le réactif Mayer.....	57
Figure 57 : Les dilutions préparées pour la recherche des saponosides	58
Figure 58 : Les dilutions après l'addition de l'eau distillée	58
Figure 59 : Les dilutions préparées pour la recherche des antracénosides.....	58
Figure 60 : H ₂ O ₂ et NaOH utilisés pour la recherches des antracénosides	58
Figure 61 : Résultats des antracénosides	59
Figure 62 : Préparation des extraits alcooliques du miel pour la recherche des flavonoïdes..	59
Figure 63 : Début de réaction entre le magnésium et le HCl.....	60
Figure 64 : Résultats de la recherche des flavonoïdes dans les différents types de mile et la propolis.....	61
Figure 65 : Papier Ph	61
Figure 66 : Un refractomètre.....	61
Figure 67 : Utilisation de refractomètre.....	61
Figure 68 : Chauffage de milieu MH dans l'autoclave.....	63
Figure 69 : Coulage de milieu MH.....	63
Figure 70 : Les boites de pétri après coulage de milieu MH	63
Figure 71 : Séchage de milieu MH	64
Figure 72 : Le séchoir	64
Figure 73 : Stérilisation des tubes	64
Figure 74 : Stérilisateur	64
Figure 75 : Les types de miel	65
Figure 76 : Les différentes dilutions des trois types de miel	65
Figure 77 : Les dilutions de miel Allemand	65
Figure 78 : Préparation des suspensions des ATCC	66
Figure 79 : Densitomètre	66
Figure 80 : L'ensemencement des boites de pétri	67
Figure 81 : Utilisation des disques stériles	67
Figure 82 : L'imbibe des disques	68
Figure 83 : Incubation des boites de pétri	68
Figure 84 : L'étuve	68
Figure 85 : Préparation des suspensions des bactéries pathogènes	69
Figure 86 : Utilisation des disques d'antibiotiques comme témoins	69
Figure 87 : Incubation des boites des bactéries pathogènes.....	70
Figure 88 : Chauffage des milieux SC et SAC.....	71
Figure 89 : Les deux milieux SC et SAC après chauffage.....	71
Figure 90 : Coulage des milieux SC et SAC.....	71
Figure 91 : Préparation des dilutions de miel.....	72
Figure 92 : Les dilutions de différents types de miel.....	72
Figure 93 : L'ensemencement des boites de pétri par la levure.....	72
Figure 94 : Stérilisation de pince et l'imbibe des disques.....	73
Figure 95 : Incubation des boites de pétri.....	73
Figure 96 : Ph de différents types de miel	74
Figure 97 : Observation des résultats de miel (de montagne et romarin) sur le refractomètre face à la lumière	74
Figure 98 : Résultats des différents types de miel sur <i>S. aureus</i>	75
Figure 99 : Résultat de la propolis sur <i>S. aureus</i>	76
Figure 100 : Résultats des différents types de miel sur <i>E. coli</i>	76
Figure 101 : Résultat de la propolis sur <i>E. coli</i>	77

LISTE DES FIGURES

Figure 102 : Résultats des différents types de miel sur <i>P. aeruginosa</i>	77
Figure 103 : Résultat de la propolis sur <i>P. aeruginosa</i>	78
Figure 104 : Résultats des différents types de miel sur <i>E. faecalis</i>	78
Figure 105 : Résultat de la propolis sur <i>E. faecalis</i>	79
Figure 106 : Résultats des différents types de miel sur <i>K. pneumoniae</i> 1.....	79
Figure 107 : Résultats des différents types de miel sur <i>K. pneumoniae</i> 2.....	79
Figure 108 : Résultats des différents types de miel sur <i>E. faecalis</i>	80
Figure 109 : Résultats de différents types de miel sur <i>A. baumannii</i>	80
Figure 110 : Résultat de la propolis sur les différentes bactéries pathogènes.....	80
Figure 111 : Activité antibactérienne de miel de jujubier sur les bactéries ATCC.....	81
Figure 112 : Activité antibactérienne de miel de montagne sur les souches ATCC.....	82
Figure 113 : Activité antibactérienne de miel de romarin sur les souches ATCC.....	82
Figure 114 : Activité antibactérienne de miel allemand sur les souches ATCC.....	83
Figure 115 : Activité antibactérienne de propolis sur les souches ATCC.....	84
Figure 116 : Activité antibactérienne de quatre types de miel sur les bactéries pathogènes...85	
Figure 117 : Activité antibactérienne de propolis sur les bactéries pathogènes.....85	
Figure 118 : Résultats de différents types de miel sur <i>C. albicans</i>	88
Figure 119 : Résultat de la propolis sur <i>C. albicans</i> sur le milieu SAC.....	88
Figure 120 : Résultat de la propolis sur <i>C. albicans</i> sur le milieu SC.....	88
Figure 121 : Activité antibactérienne de propolis sur <i>C. albicans</i>	89

LISTE DES TABLEAUX

Liste des tableaux:

Tableau 01 : Classification de l'abeille domestique <i>Apis mellifera</i>	6
Tableau 02 : Caractéristiques de quelques miels monofloraux.....	21
Tableau 03 : Six variétés de miels de corse.....	25
Tableau 04 : Les compositions chimiques du miel.....	28
Tableau 05 : Éléments de trace dans le miel.....	29
Tableau 06 : Vitamines dans le miel.....	29
Tableau 07 : Quelques propriétés physico-chimiques du miel.....	30
Tableau 08 : Valeur nutritionnelle pour 100g de miel.....	32
Tableau 09 : Variétés de miel et leurs propriétés spécifiques.....	36
Tableau 10 : Acides aromatiques de la propolis.....	43
Tableau 11 : Esters d'acides aromatiques de la propolis.....	44
Tableau 12 : Identification des substances chimiques naturelles des différents types de miel propolis.....	73
Tableau 13 : teneur en eau de différents types de miel	75
Tableau 14 : Antibiogramme des bactéries ATCC en présence de différentes dilution de miel de jujubier.....	81
Tableau 15 : Antibiogramme des bactéries ATCC en présence de différentes dilution de miel de montagne (diamètres de la zone d'inhibition en mm).....	81
Tableau 16 : Antibiogramme des bactéries ATCC en présence de différentes dilution de miel de romarin (diamètres de la zone d'inhibition en mm)	82
Tableau 17 : Antibiogramme des bactéries ATCC en présence de différentes dilution de miel Allemand (diamètres de la zone d'inhibition en mm).....	83
Tableau 18 : Antibiogramme des bactéries ATCC en présence de différentes concentration de propolis (diamètres de la zone d'inhibition en mm)	83
Tableau 19 : Antibiogramme des bactéries pathogènes en présence de différents types de miel (diamètres de la zone d'inhibition en mm).....	84
Tableau 20 : Antibiogramme des bactéries pathogènes en présence de différentes concentration de propolis (diamètres de la zone d'inhibition en mm).....	85

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 21 : Evaluation de l'activité antibactérienne de différents types de miel sur les bactéries pathogènes en tenant les ATCC comme référence.....	86
Tableau 22 : Evaluation de l'activité antibactérienne de différentes concentrations de propolis sur les bactéries pathogènes en tenant les ATCC comme référence.....	87
Tableau 23 : Evaluation de l'activité antifongique de la propolis sur <i>Candida albicans</i>	89

LISTE DES ABREVIATIONS

Liste des symboles (abréviations) :

A. baumannii :	<u><i>Acinetobacter baumannii.</i></u>
AM:	Amoxicilline.
C :	Concentration.
C. albicans :	<u><i>Candida albicans</i></u>
CCM :	Chromatographie couche mince.
CHU :	Centre hospitalier universitaire
CTX :	Céfotaxime
°C :	Degré Celsius
E. coli :	<u><i>Escherichia coli</i></u>
E. faecalis :	<u><i>Entérocooccus faecalis</i></u>
FOX :	Céfoxitine
g :	gramme
HMF:	HydroxyMéthylFurfuraldehyde
HPLC:	High Performance Liquid Chromatography
h :	heure
IPM :	Imipenème
j :	jour
K. pneumoniae :	<u><i>Klebseilla pneumoniae</i></u>
Max :	Maximum
MF:	Mc Ferland
mg :	milligramme
Min :	minimum
min :	minute
ml :	millilitre

LISTE DES ABREVIATIONS

mm :	millimètre
NB :	Noter bien
P. aeruginosa :	<u><i>Pseudomonas aeruginosa</i></u>
Ph :	potentiel d'hydrogène
R :	Résistant
S :	Sensible
S. aureus :	<u><i>staphylococcus aureus</i></u>
SC :	sabouraud chloramphénicol
SAC :	sabouraud chloramphénicol+actidione
TNF:	Tumor Necrosis Factor
V :	Volume
VA :	Vancomycine
% :	Pourcent
µl :	microlitre

Annexe I

La récolte de miel par l'homme.



Figure : désoperculation.



Figure : extraction.



Figure : filtration.



Figure : Mise en pot.

La récolte de la propolis par l'homme.



Figure : Raclage des parois de la ruche.



Figure : Récupération des grilles de propolis

Annexe II : Protocole hospitalier d'application du miel dans le traitement des plaies établi par le Pr Descottes en 2008 :

Ce protocole fait un rappel sur le soin des plaies qui sont à conseiller au comptoir.

La technique est déterminée par les résultats de l'examen de la plaie, elle doit favoriser les trois stades du processus physiologique de la cicatrisation, l'Annexe 12 illustre ces stades :

- stade de détersion
- stade de bourgeonnement
- stade d'épithélialisation
 - Stade de détersion

La plaie revêt un aspect jaunâtre voire blanchâtre. Cette pellicule jaunâtre est liée à la présence de fibrine. Il est parfois possible d'observer des zones de nécrose (noires).

Technique :

1. un rinçage de la plaie est fait par un tensioactif, type Bétadine scrub®.
2. un brossage, fait avec une brosse à dent chirurgicale souple et stérile, peut accompagner ce lavage. Le brossage fait à partir de mouvements circulaires doux permet de balayer les résidus de la détersion et de stimuler les tissus sous-jacents.
3. une irrigation au sérum physiologique permet d'évaluer l'efficacité du soin.
4. une fine pellicule de miel est appliquée sur la plaie, et recouverte par un tulle gras.
5. une compresse stérile et un morceau de bande adhésive extensible permettent de maintenir en place le pansement.

Le pansement se renouvelle toutes les 24h voir 12h.

- Stade de bourgeonnement

La plaie présente un aspect rouge et saigne facilement au contact. La fibrine a totalement disparu. Les soins apportés aux berges de la plaie sont essentiels.

Technique :

1. Irriguer délicatement par du sérum physiologique.
2. appliquer le miel et un tulle gras.
3. ajouter une compresse stérile et une bande adhésive extensible.

A ce stade le pansement se fait toutes les 48h.

- Stade d'épithélialisation

La plaie revêt un aspect rosé. Une rétraction de la surface de la plaie s'observe. Le recouvrement de la plaie se fait à partir de la migration des cellules épithéliales issues des berges, il est donc essentiel de prendre soin de ces dernières.

Technique :

1. sérum physiologique en irrigation douce.
2. éviter le contact direct de la compresse avec la plaie.
3. appliquer le miel si besoin.
4. appliquer de l'éosine alcoolique en fin de cicatrisation.
5. la plaie est laissée sans protection, à l'air libre, en fonction de son degré de cicatrisation .

Référence Bibliographique :

1. Aissat, S. Propriétés antioxydantes de quelques variétés de miels algériens. Thèse de doctorat en biologie.184p. Université de Mascara : 2015.
2. Amirat, A. Contribution a l'analyse physicochimique et pollinique du miel de thymus algeriensis de la région de Tlemcen. Diplôme de master en biologie.60p. Université de Abou-Bekr Belkaid-Tlemcen : 2014.
3. Balas, F. Les propriétés thérapeutiques du miel et leurs domaines d'application en médecine générale : revue de la littérature. Thèse d'état de doctorat en médecine. 86p. Université de Nice Sophia-Antipolis : 2015.
4. Ballot-Flurin, C. Les bienfaits de l'apitherapie. Groupe eyrolles, 2009. 24p.
5. Becker, A. L'apithérapie, une médecine par le miel qui a fait ses preuves. Le parisien, 2007. 26P.
6. Benhassaini, H. composition physico-chimique et activité antibactérienne des miels Algériens comparés à ceux de l'importation.26p. Forum national de l'Apiculture en Algérie : 27-28 janvier 2016.
7. Biri, M. Le grand livre des abeilles. Vecchi SA. Paris, 2002.249p.
8. Biri, M. Tout savoir sur les abeilles et apiculture. 7é édition revue et augmentée par Jacques Gout. 298p.
9. Blanc, M. Propriétés et usage médical des produits de la ruche. Thèse d'état de docteur en pharmacie.144p.UNiversité de Limoges : 2010.
10. Bogdanov, S et Gallmann, P et Stangaciu, S et Cherbuliez. Produits apicoles et santé. 52p. Forum.2006.N°41f.

11. Cavelier, E. Le miel : composition et techniques de production. Mémoire de master de traduction Italien-Français. 121p. Université Sorbonne Nouvelle- Paris 3 :2013.
12. Chouia, A. Analyses polliniques et caractérisations des composés phénoliques du miel naturel de la région d'Ain zaatout. Mémoire de magistère en biologie. 102p. Université Mohamed khider-Biskra : 2014.
13. Dancy, A. Le tao du pollen et l'art des aiguilles et du feu. Mémoire de fin d'études au centre Imhotep. 77p :2015.
14. Donadieu, Y. La propolis. Edition Dangles. Paris : 2008. 96P
15. Donadieu, Y. Les produits de la ruche : thérapeutiques naturelles. Edit Maloine. S. A. paris, 1978.
16. Donadieu, Y. Le pollen : thérapeutique naturelle .2^{ém} édition revue et complété .Paris .Maloine, 1975.
17. El housseini, N. Intérêts et applications cliniques de la propolis en médecine bucco-dentaire. Thèse de doctorat en chirurgie dentaire. 110p. Université de Nantes : 2013.
18. Eon, N. De la fleur à l'abeille, de l'abeille au miel, du miel à l'homme / miel et autres produits de la ruche. Thèse d'état de docteur en pharmacie. 206p. Université de Nantes : 2011.
19. Ferhoum, F. Analyses physico-chimiques de la propolis locale selon les étages bioclimatiques et les deux races d'abeille locales (*Apis mellifera intermissa* et *Apis mellifera sahariensis*). Mémoire de magister. 174p. Université de M'hamed Bougara Boumerdes : 2010.
20. Gharbi, M. Les produits de la ruche : origines – fonctions naturelles – compositions – propriétés thérapeutiques / apithérapie et prescriptives d'emploi en médecines vétérinaire. Thèse de doctorat en vétérinaire. 249p. Université Claude-Bernard- Lyon 1 :2011.
21. Guillo-Legendre, M. L'apithérapie. Formation conseillère en phyto-aromathérapie. 21p. 2010.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 22.Hoyet, C. Le miel : de la source à la thérapeutique. Thèse d'état de docteur en pharmacie.206p. Université d'Henri Poincare Nancy1 :2005.
- 23.La pharmacopée européenne. 6ème édition, publiée le 16 juil. 2007 remplace la 5ème édition à dater du 1^{er} jan 2008.
- 24.Laurent, C. L'abeille et le conseil à l'officine. Thèse d'état de docteur en pharmacie.87p. Université de Poitiers : 2014.
- 25.Nair, S. Identification des plantes mellifères et analyses physicochimiques des miels algériens. Thèse de doctorat en biologie.235p. Université d'Oran : 2014.
- 26.Nicolay, J. Perspectives d'avenir en apitherapie à l'officine. Thèse d'état de doctorat en pharmacie. 208p. Université Angers : 2014.
- 27.Phillipe, J. Le guide de l'apiculteur. 3é édition de la Lesse. France, 2007.386p.
- 28.Rabeharifara, Z. Caractérisation alimentaire des miels malgaches en vue d'une authentification : cas des miels d'eucalyptus. Mémoire de diplôme d'études approfondies de Biochimie. 102p. Université d'Antananarivo : 2011.
- 29.Rossant, A. Le miel, un composé complexe aux propriétés surprenantes. Thèse d'état de docteur en pharmacie. 136p. Université de Limoges : 2011.
- 30.Sauvager, F. la propolis : définition, récolte, propriétés et utilisation.67p. Tournefeuille le 07dec 2014.
- 31.Segueni, N. Contribution a l'étude de la composition chimique et des propriétés biologique de la propolis. Thèse de doctorat en science en pharmaco-chimie.321p. Université Mentouri de Constantine : 2011.
- 32.Spurgin, A. Guide de l'abeille. Delachaux et Niestlé SA. Paris, 2011. 127p.

Résumé :

L'Apithérapie est une médecine naturelle, qui englobe une diversité de produits, notamment le miel, la propolis, le pollen, la gelée royale, venin et pain d'abeille. Pour être utilisée de manière optimale, elle nécessite certaines connaissances, l'objectif de ce travail est de les réunir dans le but de mettre évidence de ses vertus.

Ce travail présente deux parties, théorique et pratique, la partie théorique entame tout d'abord l'abeille tant à l'échelle de l'individu que celle de la ruche, afin de comprendre le fonctionnement de cet insecte qui est à l'origine des produits qui nous intéresse.

Ensuite on notre étude s'est basée sur deux produits essentiels de la ruche miel et propolis. Pour chaque produit on a développé sa composition, sa récolte, sa conservation, pour ensuite les relier aux propriétés thérapeutiques.

Dans la partie pratique on a réalisé une identification de quelques substances actives par screening chimique, et une évaluation des propriétés antibactériennes et antifongiques de quelques miels et de la propolis Algériens de la région de Blida.

En conclusion, d'après les recherches bibliographiques et les résultats obtenus on constate que les propriétés des produits de la ruche sont très larges, mais reste à développer pour améliorer la qualité de vie de l'homme par ce que la nature offre.

Mots clés : Apithérapie, Produits de la ruche, Abeille, Miel, Propolis.

Abstract:

The apitherapy is a natural medicine, which encompasses a diversity of products, including honey and propolis pollen, royal jelly, and venom and bee bread. To be used optimally, it requires some knowledge; the aim of this work is to unite them in order to show its virtues. This work presents two parts, theoretical and practical; the theoretical part initially begins by the bee both at the scale of the individual and that of the hive, to understand the functioning of this insect that is the origin of the products we are interested in.

Then we are precise our study of two essential products of the hive honey and propolis, for each product we developed about its composition, its harvest, its conservation, than linking them to the therapeutic properties.

In the practical part, an identification of some active substances by chemical screening, and an evaluation of the antibacterial and anti fungal properties of some Algerian honey in the region of Blida and the propolis.

In conclusion, according to the bibliographical research and the results obtained, it is found that the properties of the products of the hive are very wide, but remains to be developing these to improve the quality of life of man by what nature offers.

Keywords: Apitherapy, products of the hive, bee, honey, propolis.

BIRANE Mebarka Imane

Adresse mail.

imipharm@outlook.fr

KLALIB Asma

Adresse mail.

asma-aridje@outlook.fr

Résumé :

L'Apithérapie est une médecine naturelle, qui englobe une diversité de produits, notamment le miel, la propolis, le pollen, la gelée royale, venin et pain d'abeille. Pour être utilisée de manière optimale, elle nécessite certaines connaissances, l'objectif de ce travail est de les réunir dans le but de mettre évidence de ses vertus.

Ce travail présente deux parties, théorique et pratique, la partie théorique entame tout d'abord l'abeille tant à l'échelle de l'individu que celle de la ruche, afin de comprendre le fonctionnement de cet insecte qui est à l'origine des produits qui nous intéressent.

Ensuite notre étude s'est basée sur deux produits essentiels de la ruche miel et propolis. Pour chaque produit on a développé sa composition, sa récolte, sa conservation, pour ensuite les relier aux propriétés thérapeutiques.

Dans la partie pratique on a réalisé une identification de quelques substances actives par screening chimique, et une évaluation des propriétés antibactériennes et antifongiques de quelques miels et de la propolis Algériens de la région de Blida.

En conclusion, d'après les recherches bibliographiques et les résultats obtenus on constate que les propriétés des produits de la ruche sont très larges, mais reste à développer pour améliorer la qualité de vie de l'homme par ce que la nature offre.

Mots clés : Apithérapie, Produits de la ruche, Abeille, Miel, Propolis.

Abstract:

The apitherapy is a natural medicine, which encompasses a diversity of products, including honey and propolis pollen, royal jelly, and venom and bee bread. To be used optimally, it requires some knowledge; the aim of this work is to unite them in order to show its virtues. This work presents two parts, theoretical and practical; the theoretical part initially begins by the bee both at the scale of the individual and that of the hive, to understand the functioning of this insect that is the origin of the products we are interested in.

Then we are precise our study of two essential products of the hive honey and propolis, for each product we developed about its composition, its harvest, its conservation, than linking them to the therapeutic properties.

In the practical part, an identification of some active substances by chemical screening, and an evaluation of the antibacterial and anti fungal properties of some Algerian honey in the region of Blida and the propolis.

In conclusion, according to the bibliographical research and the results obtained, it is found that the properties of the products of the hive are very wide, but remains to be developing these to improve the quality of life of man by what nature offers.

Keywords: Apitherapy, products of the hive, bee, honey, propolis.