

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Université Blida -1-

**Faculté des Sciences de La Nature et de la Vie
Département de Biotechnologies**

Mémoire de fin d'études

**En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Académiques
Option : Biotechnologie et Valorisation des Plantes**

Thème :

***Etude de la qualité et des activités
antimicrobienne et antioxydante des miels
obtenus au niveau de Cherchell. Essai
d'incorporation dans un produit industriel
cosmétique***

Réalisé par :

**Aït Mohammed Rosa
Fortas Narimene**

Devant le jury composé de :

Mr BENDALI A	MAA	USDB	Président
Mme FAIDI H	MAA	USDB	Examinatrice
Mme GHANAI R	MCB	USDB	Promotrice
Mme ALLAL L	Pr	USDB	Co-promotrice
Mr BOUDISSA H	Responsable laboratoires	VENUS	Invité

Année universitaire : 2021/2022

REMERCIEMENTS

Nous remercions d'abord ALLAH clément et miséricordieux
de nous
avoir procuré courage, volonté, force et la patience nécessaire
pour achever ce travail.

Nous remercions notre promotrice, Mme GHANAI pour sa
grande contribution

à l'aboutissement de ce travail, sa disponibilité et
pertinentes remarques; pour cela nous tenons à lui exprimer
toute notre gratitude.

Nous tenons également à remercier les membres du juryn
d'avoir accepté de siéger à notre soutenance, et nous
nommons avec considération et respect, Mr BENDALI et
Mme FAIDI.

Nos profonds remerciements pour l'ensemble du personnel du
laboratoire VENUS pour leur chaleureux accueil, et nous
remercions également Mr BOUDISSA
de nous avoir accompagnés durant notre période de stage.

Un grand merci à Mme LAOUR karima pour ses orientation et
ses encouragements ainsi pour sa simplicité.

On remercie l'ingénieure du laboratoire PFE, Mme Ihcene de
nous avoir guidé et aidé sans hésitation.

On remercie Nassim AIT MESSAOUD qui nous a
énormément soutenu et aidé à obtenir les matériaux dont on
avait besoin.

Enfin, nous présentons nos sincères reconnaissances pour tous
ceux

qui ont contribué dans la réalisation de ce mémoire.

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents qui ne cessent de me soutenir dans ma vie et à qui je dois tout
À mes deux chères sœurs Nora et Lamia ainsi que leurs époux Amine et Mourad qui m'ont toujours encouragé et soutenu
À mon adorable nièce Léa pour le bonheur et la bonne humeur qu'elle m'apporte

À mes chères cousines Lina, Ines, Zina, mes cousins Mohamed et Yanis, mes chères tantes Djouher, Wiza, Malika, mon oncle Dada Rachid et son épouse Tata Lila qui m'ont beaucoup soutenu et toute ma famille qui m'ont aidé avec leur douâas

À mes meilleurs amis Djazia, Sihem, Souad, Mehdi, Ryan, Adel que je considère comme mes frères et sœurs , qui ont toujours été là quand j'avais besoin d'eux et qui m'ont énormément soutenue

À mon chat « Minouche» qui m'a toujours tenu compagnie

À ma chère binôme et sœur Narimene qui à toujours été coopérative et surtout patiente avec moi

À tous ceux qui me sont chers.

ROSA

DEDICACES

J' ai l' honneur de dédier ce modeste travail tout d' abord à :

Mon père, l' homme idéal, la source de ma force tout au long de mes années d' études, je lui souhaite une longue vie et une bonne santé.

Ma mère, Le plus beau paradis de ma vie, source de tendresse et de sourire, sucre de mon succès et de mon bonheur, Je lui souhaite un bon éternel.

Une spéciale dédicace à mes sœurs :

À Ahlem, mon bras droit qui me soutenu durant tout mon cursus et qui m' aidé à faire ce travail et son mari Youcef mon frère.

À Yasmine, ma moitié qui a toujours été là à mes côtés tout au long de mon parcours qui m' a entourée d' amour.

À mon très cher frère Farid pour son amour et son support et sa femme Sylvana.

À ma princesse nada ma joie de vivre et mon rayon de soleil.

Sans oublier mon binôme rosa pour son soutien moral sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

À Sarah merci énormément, je vous souhaite une vie plein de bonheur, de prospérité et beaucoup de succès.

À Chayma je vous remercie pour votre soutien et ta présence toujours et pour ton aide précieuse.

À tous ceux qui m'aiment et que je l'aime, merci pour votre soutien, vos encouragements, et votre présence à mes côtés au moment de ma faiblesse.

NARIMENE

Sommaire

Résumé

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction 1

Partie 1 : Partie bibliographique

Chapitre I : Généralités sur le miel

1. Historique 4

2. Définition du miel 4

3. Origine 5

3.1. Origine directe (Nectar) 5

3.2. Origine indirect (Miellat) 6

4. L'origine florale 7

4.1. Miels monofloraux (Unifloraux) 7

4.2. Miels polyfloraux (Multifloraux) 7

5. Formation 7

5.1. A partir du nectar 8

5.2. A partir du miellat 9

6. Récolte 9

7. Conditionnement et stockage 9

8. Composition 9

9. Propriétés du miel 12

9.1. Propriétés organoleptiques 13

9.2. Propriétés physicochimiques 14

9.3. Propriétés biologiques 18

10. Domaine cosmétologique 23

Chapitre II : Partie cosmétique

1. Introduction 25

2. Définition de l'emulgel 25

3. Avantages d'utilisation de l'emulgel 26

4. Inconvénients d'utilisation de l'emulgel 26

5. Principale composition de l'emulgel 26

6. Préparation de l'emulgel	27
7. Facteurs physiologiques de l'emulgel	28
8. Caractéristiques de l'emulgel	28
9. Technique d'évaluation de l'emulgel	29

Partie II : Partie expérimentale

Matériel et méthodes

1. Matériel	30
1.1 Matériel biologique	30
1.2. Matériel non biologique	31
2. Méthodes	31
2.1. Les paramètres physico-chimiques	31
2.2. Activité antioxydante	35
2.3. Activité antimicrobienne	36
2.4. Formulation d'emulgel	38
2.5. Contrôle de produit fini	39

Résultats et discussion

1. Analyses physico-chimiques	41
2. Evaluation de l'activité antioxydante	42
3. Evaluation de l'activité antimicrobienne	44
4. Formulation et contrôle du produit fini	47
5. Rhéologie	49
6. Stabilité des emulgels	50
7. Contrôle microbiologique des emulgels	51
Conclusion	54

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

L'objectif de ce travail est d'étudier la qualité et les activités antimicrobiennes et antioxydantes (effet conservateur) de différents miels monofloraux: d'eucalyptus et d'oranger, obtenus dans la région de Cherchell. Ce travail est suivi par une contribution de formulation d'un produit cosmétique à base de miel

Les paramètres physico-chimiques du miel étudié, montre qu'il est conforme aux normes codex (codex norme alimentaire).

L'activité antibactérienne a été testée par la méthode de diffusion des disques sur les milieux Muller Hinton et Sabouraud (l'aromatogramme), vis-à-vis de trois souches bactériennes et deux champignons de référence. Les résultats obtenus ont montré que les deux miels exercent une inhibition sur les trois souches bactériennes (*Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli*) dont la meilleure inhibition est celle exercée sur la souche *P. aeruginosa* pour le miel d'eucalyptus avec un diamètre d'inhibition de l'ordre de $30 \text{ mm} \pm 7$. Une inhibition moins élevée est noté par le miel d'oranger contre la souche *S. aureus* avec un diamètre d'inhibition de l'ordre de $9 \text{ mm} \pm 0,79$. Les deux souches fongiques, *Aspergillus brasiliensis* et *Candida albicans*, ont montré une résistance vis-à-vis aux deux types de miels.

L'évaluation du pouvoir antioxydant de miel est réalisée selon la méthode du piégeage du radical libre DPPH. Les résultats obtenus ont indiqué que les deux types de miels sont doués d'une activité antioxydante modérée notamment pour le miel d'oranger montrant une valeur d'IC50 de l'ordre de 0,49 mg/ml, proche de celle enregistrée par l'acide ascorbique (0,4189 mg/ml).

Mots clés : miels, cosmétique, antimicrobien, antioxydant, Eucalyptus, Oranger

Abstract

The objective of this work is to study the quality and antimicrobial and antioxidant activities (preservative effect) of different monofloral honeys: eucalyptus and orange, collected in the wilaya of Cherrhell. This work is followed by the formulation of a honey based cosmetic product.

The analysis of the physico-chemical parameters of the studied honey shows that it is in conformity with the codex standards (codex standard for honey).

The antibacterial activity was tested by the method of diffusion of the discs on Muller Hinton and Sabouraud media (aromatogram), against three bacterial strains and two fungi of reference. The obtained results showed that the two honeys exert an inhibition on three bacterial strains (*Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Escherichia coli*) of which the best inhibition is the one exerted on *Pseudomonas aeruginosa* microbial strain for the eucalyptus honey with a diameter of inhibition of the order of 30 mm \pm 7. A less high inhibition is noted with the orange honey against the microbial strain *Staphylococcus aureus* with a diameter of inhibition of the order of 9mm \pm 0,79. The two fungal strains, *Aspegillus brasiliensis* and *Candida albicans*, showed a resistance towards both types of honey.

The evaluation of the antioxidant activity of honey is carried out according to the method of the scavenging of the DPPH free radical. The obtained results indicated that both types of honeys are endowed with a moderate antioxidant activity especially for the orange tree honey showing an IC50 value of about 0,49 mg/ml, which is close to that recorded by ascorbic acid (0,4189 mg/ml).

Keywords: honeys, cosmetic, antimicrobial, antioxidant, Eucalyptus, Orange tree

ملخص

الهدف من هذا العمل هو دراسة نوعية وأنشطة مضادات الميكروبات والأكسدة (التأثير المحافظ) لعسل أحادي الأزهار: الأوكالبتوس وزهر البرتقال ، الذي يتم صنعه في ولاية شرشال. يتبع هذا العمل بصنع منتج تجميلي يحتوي على العسل.

يوضح تحليل المعلمات الفيزيائية والكيميائية للعسل المدروس أنه يتوافق مع معايير الدستور (معيار كودكس للعسل).

تم اختبار الفعالية المضادة للبكتيريا بواسطة طريقة الانتشار القرصي على وسط Sabouraud و Muller Hinton (aromatogramme) ضد ثلاث سلالات بكتيرية واثنين من الفطريات المرجعية. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن العسلين يمارسان تثبيطاً على السلالات البكتيرية الثلاث (*Staphylococcus aureus* و *Pseudoonas aeruginosa* و *Escherichia coli*) وأفضل تثبيط لها هو ذلك الذي يمارس على سلالة *P. aeruginosa* لعسل الكافور مع قطر تثبيط بقدر 7 ± 30 mm . لوحظ تثبيط أقل بواسطة عسل زهر البرتقال ضد سلالة *S. aureus* بقطر تثبيط يبلغ $0,79 \pm 9$ mm. أظهرت السلالتان الفطريتان

Candida albicans و *Aspergillus brasiliensis* مقاومة لكلا النوعين من العسل.

يتم تقييم قوة مضادات الأكسدة للعسل وفقاً لطريقة محاصرة الجذور الحرة DPPH. أشارت النتائج التي تم الحصول عليها إلى أن نوعي العسل يتمتعان بنشاط مضاد للأكسدة معتدل ، لا سيما عسل زهر البرتقال حيث تبلغ قيمة IC50 لترتيب 0.49 ميليغرام / مل، وهي أعلى من تلك المسجلة بواسطة حمض الأسكوربيك (0.4189 ميليغرام / مل).

الكلمات المفتاحية: العسل ، مستحضرات التجميل ، مضادات الميكروبات ، مضادات الأكسدة ، الأوكالبتوس ، شجرة البرتقال.

Liste des abréviations

AW : Water activity, l'activité de l'eau

CFU : Unité Formant Colonie

CSP : Code de la santé publique

DPPH : Diphényl picrylhydrazyl

EDTA : Acide éthylènediaminetétraacétique

H₂O₂ : Peroxyde d'hydrogène

H₂SO₄ : Acide sulfurique

HMF : Hydroxyméthylfurfural

IC₅₀ : La concentration inhibitrice médiane

I% : Pourcentage d'inhibition

NaOH : Hydroxyde de sodium

NMF : Natural moisturizing factor, facteur hydratant naturel

TEA : Triethanolamine

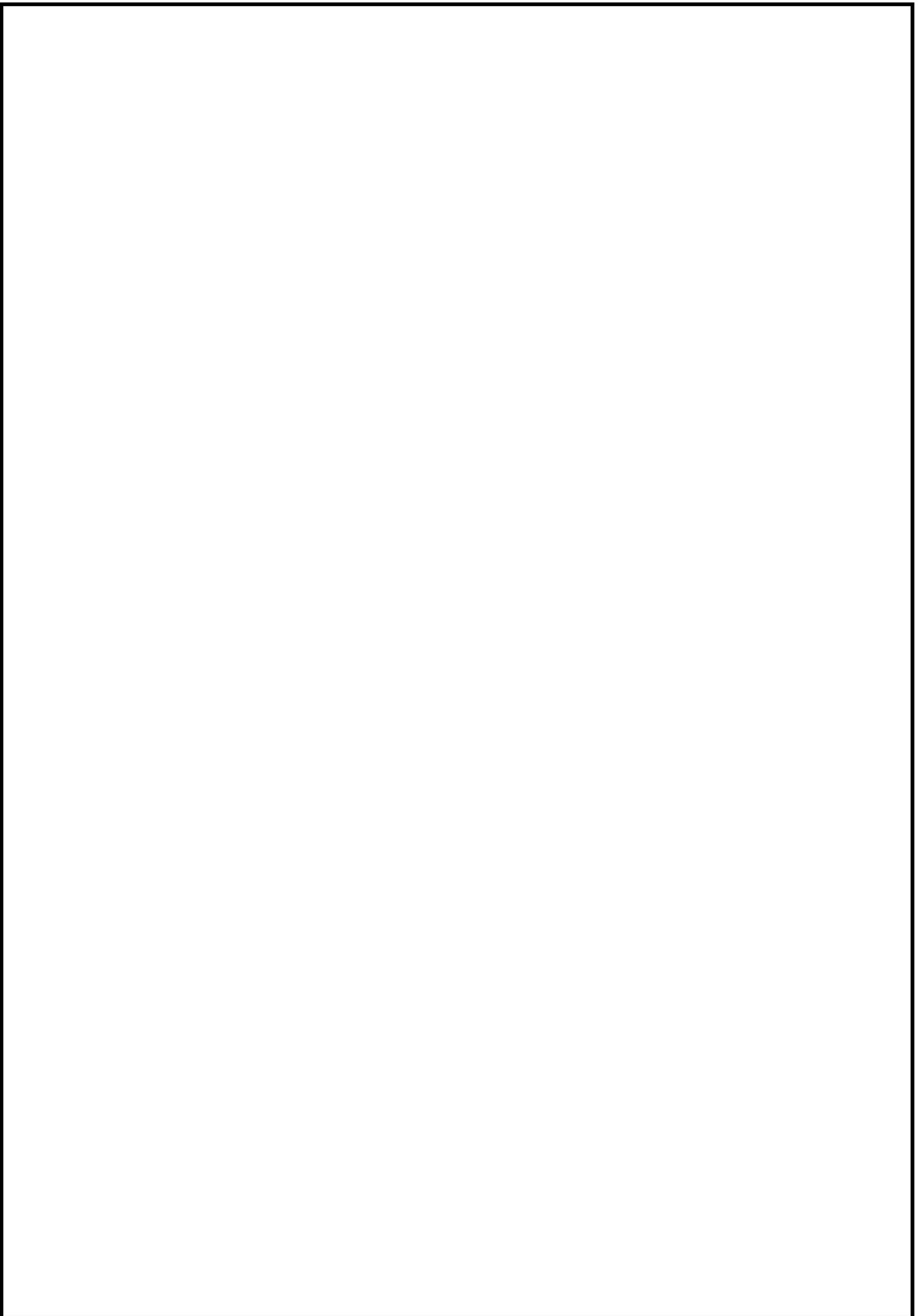
UV : Ultraviolet

Liste des tableaux :

Numéro	Titre	Page
1	Les glucides présents dans le miel	11
2	Les enzymes présents dans le miel	11
3	Les vitamines et minéraux présents dans le miel	12
4	Les informations données sur les échantillons de miel utilisés	30
5	Résultats des analyses physicochimiques des échantillons de miel	41
6	Moyennes des diamètres des zones d'inhibition des miels (à différentes concentrations) contre les souches microbiennes testées.	44
7	Evaluation physique des emulgels	47
8	Analyses physicochimiques des emulgels	48
9	Liste de l'appareillage de l'activité antioxydant, de l'activité antimicrobienne et des paramètres physicochimiques	Annexe1
10	Liste de composition du produit cosmétique	Annexe1
11	Résultats de l'activité antioxydante	Annexe2

Liste des figures :

Numéro	Titre	Page
1	Nectar de fleur d'Eucalyptus	6
2	Deux abeilles en cours de fabrication du miel	8
3	Origine du miel	9
4	Composition moyenne du miel	10
5	Formation de l'hydroxyméthylfurfural à partir d'une molécule d'hexose	17
6	Structure de l'emulgel	25
7	La formation d'un gel d'émulsion (H/E) et l'encapsulation d'ingrédients fonctionnels lipophiles et hydrophiles	28
8	Activité antiradicalaire des différents miels utilisés	43
9	Courbe d'étalonnage des concentrations inhibitrices à 50% (IC50%).	44
10	Diamètres des zones d'inhibition générés par les disques du miel d'eucalyptus vis-à-vis des souches testées.	45
11	Diamètres des zones d'inhibition générés par les disques du miel d'oranger vis-à-vis des souches testées.	46
12	Observation microscopique (GR 400x) de l'emulgel à base de miel d'eucalyptus	48
13	Observation microscopique (GR 400x) de l'emulgel à base de miel d'oranger	48
14	Evolution de la viscosité en fonction de la vitesse de cisaillement d'emulgel à base du miel d'eucalyptus	49
15	Courbe de mouillabilité de l'emulgel à base du miel d'eucalyptus	50
16	Les emulgels préparés après un mois	51
17	Résultats du contrôle microbiologique des emulgels après un mois	52
18	Résultats du contrôle microbiologique des emulgels après 2 mois	52
19	Résultats du contrôle microbiologique des emulgels après 2 mois	52
20	Miel d'eucalyptus	Annexe3
21	Miel d'oranger	Annexe3
22	Préparation d'inoculum	Annexe3
23	Ensemencement sur gélose milieu MH	Annexe3
24	Imprégnation des disques avec le miel d'eucalyptus	Annexe3
25	Indice de réfraction du miel d'eucalyptus et d'oranger	Annexe3
26	Densité du miel d'eucalyptus et d'oranger	Annexe3
27	Le pH des miels d'eucalyptus et d'oranger	Annexe3
28	Détermination du taux de cendres du miel d'eucalyptus et d'oranger	Annexe3
39	Résultats de l'activité antimicrobienne du miel d'eucalyptus	Annexe3



Introduction

La plante mellifère est une plante entomophile dont les fleurs sont visitées spécialement par les abeilles, qui viennent chercher et récolter les matières premières nécessaires à la survie de la ruche et la reproduction de l'espèce, le nectar et le pollen sont deux aliments nécessaires que l'abeille rapporte à la ruche pour la production du miel (**Marchenay, 1984**).

L'Algérie possède une très grande variété de ressources mellifères qui permettent à avoir une variété de miel. Ces ressources contribuent à l'émergence d'une apiculture dominante dans les régions suivantes les côtes, les montagnes, les plateaux et les forêts (**Oudjet, 2012**).

La connaissance et l'utilisation du miel par l'homme remonte aux temps les plus reculés de son histoire et il fait partie indubitablement des aliments les plus anciens de l'humanité. Le Saint Coran et le Hadith du prophète présentent le miel en tant que guérisseur des maladies (**Bahloul et Meziani, 2017**) et comme a dit le prophète (bénédiction et paix sur lui) : « Le miel est un remède pour chaque maladie et le Coran est un remède pour toutes les maladies d'esprit, c'est pourquoi je vous recommande les deux remèdes : le Coran et le miel » (**Bahloul, 2013**).

C'est l'un des aliments les plus complexes produits dans la nature. Le miel contiendrait jusqu'à 200 substances et est considéré comme un élément important de la médecine traditionnelle (**Yaiche Achour et Khali, 2014**).

Le miel contient principalement des glucides, des protéines, des lipides, des enzymes et des vitamines. C'est un aliment léger, naturel et riche en calories. Son apport énergétique est légèrement moins important que le sucre (316 kcals pour 100 g contre 400 kcals pour 100 g). C'est une alternative au sucre de table et convient à ceux qui accordent une attention particulière à l'apport énergétique (**Velghe, 2016**).

En effet, la qualité du miel dépend, d'une part, des espèces végétales que les abeilles mangent, et d'autre part, des conditions environnementales, de la façon dont les apiculteurs obtiennent le miel, et finalement des conditions de stockage (**Bertoncelj et al, 2007**).

De nombreuses civilisations ont consacré des milliers d'années de recherche à la connaissance et à l'utilisation du miel pour élucider ses propriétés biologique (**Lequet, 2010**). Le potentiel thérapeutique du miel a fait l'objet de plusieurs études et publications au cours des dernières décennies (**Cushnie et Lamb, 2005**).

Le miel présente de multiples activités biologiques, notamment des effets antioxydants, antibactériens, antiviraux, anti-inflammatoires et antiparasitaires (**Gul et al, 2018 ; Valdez silvério et al, 2018**).

Le miel récemment été relancé dans les cosmétiques pour les soins de la peau. Le miel peut être utilisé en général ou comme véritable ingrédient cosmétique. Le miel est utilisé pour ses propriétés nutritives, légèrement astringentes et éclaircissantes. En raison de ses propriétés antiseptiques et cicatrisantes, il a été proposé de traiter l'acné. L'un de ses sucres, le mélibiose, est utilisé comme hydratant en raison de son caractère hydrophile. Le miel est également proposé pour réduire l'apparence des rides. En fait, il a été démontré que les processus impliqués dans la perte de rigidité cutanée et la formation des rides au cours du vieillissement partagent des similitudes avec les mécanismes de cicatrisation en ce qui concerne les cibles biologiques. Le mélange de miel sélectionné après criblage avec des puces à ADN, associé à de la gelée royale d'origine française, a été récemment construit et proposé par des cosmétologues pour traiter ces cibles et favoriser la réparation des peaux vieillissantes ou exposées à la lumière (**Bonté, Rossant, Archambault et Desmoulière ; 2011**).

Dans le but de valoriser la flore mellifère et de minimiser l'utilisation des produits chimiques néfastes pour la santé, le présent travail fera l'objet d'étude de la qualité et des activités antimicrobienne et antioxydante des miels monofloraux de deux espèces , l'oranger et l'eucalyptus récoltés au niveau de Cherchell .Cette étude est suivie par une tentative de formulation d'un produit industriel cosmétique a base du miel.

Ce document est subdivisé en deux parties, Une première partie englobe une présentation générale sur le miel et un aperçu simplifié sur les produits cosmétiques. Une deuxième partie concerne l'approche expérimentale qui a pour but d'évaluer les analyses physicochimiques, l'activité antioxydante, l'activité antibactérienne, la formulation d'un emulgel et ses contrôles.

Enfin, une conclusion générale résumera les différents résultats obtenus et leurs interprétations.

CHAPITRE I

GENERALITES SUR LE MIEL

1. Historique

La relation entre l'homme et l'abeille remonte à une dizaine de millénaires. Les travaux de la ruche et la récolte du miel, souvent auréolés de mythes et de légendes, font partie intégrante de l'histoire de l'humanité (**Bahloul et Meziani, 2017**).

Le miel est considéré parmi les aliments les plus anciens dans l'historique de l'humanité. Il a été utilisé par les Egyptiens, 1500 ans avant notre ère et provoque actuellement un regain d'intérêt en raison de l'orientation d'une partie des consommateurs vers les produits complètement naturels (**Louveaux, 1961**).

Les Sumériens et les Babyloniens utilisaient le miel et le lait dans leurs rituels religieux.

Les Grecs associent le miel à des prophéties, indépendamment du fait, de l'utiliser comme médicament pour guérir des fièvres et des plaies.

Le miel est aussi cité dans coran comme étant un des aliments majeurs et bénéfiques pour la santé des hommes. Le saint livre cite à plusieurs reprises cet aliment prodigieux que dieu nous a accordé. Ainsi dans le Coran, on trouve toute une sourate qui est nommée "Les Abeilles" qu'on peut y lire les versets suivants:" [68] Ton Seigneur a inspiré aux abeilles : «Prenez des demeures dans les montagnes, dans les arbres et dans les treillages que les hommes érigent. [69] Butinez ensuite de toutes les fleurs et suivez en toute humilité les voies de votre Seigneur !» De leur abdomen est sécrétée une liqueur de diverses couleurs et aux effets salutaires pour les hommes. N'y a-t-il pas là encore un signe pour des gens qui réfléchissent ? { وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَى النَّحْلِ أَنْ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا وَمِنَ الشَّجَرِ وَمِمَّا يَعْرِشُونَ (68) ثُمَّ كُلِّي مِنْ كُلِّ الشَّجَرِ فَاسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلُلًا يَخْرُجُ مِنْ بُطُونِهَا شَرَابٌ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ (69))}.

Enfin, on retrouve également le miel cité de nombreuses fois au sein des hadîths témoignant de l'efficacité du miel pour guérir les maux de ventres (diarrhée, ulcère, problèmes d'estomac...) (**Bahloul, 2013**)

2. Définition du miel

La plus simple définition est formulée comme suit « Substance sucrée et parfumée produite par les abeilles, à partir du nectar des fleurs, qu'elles récoltent dans leur jabot et entreposent dans les alvéoles de la ruche» (**Larousse, 1980**)

Selon une seconde définition, plus récente et plus détaillée, le miel est une substance sucrée naturelle produite par les abeilles à partir du nectar des plantes ou des sécrétions de parties vivantes de plantes ou d'excrétions d'insectes suceurs de plantes qu'elles trouvent niveau des parties vivantes des plantes, que les abeilles collectent, transforment en combinant avec des substances spécifiques qu'elles sécrètent elles-mêmes, déposent, déshydratent, stockent et laissent en rayon de la ruche pour s'affiner (**Codex Alimentarius, 2001 modifié en 2019**)

3. Origine

Le miel est obtenu des plantes par l'intermédiaire des abeilles qui le produisent à partir de deux matières différentes, on les appelle origine directe et indirecte :

3.1. Origine directe (Nectar)

Le nectar est une solution aqueuse sucrée, elle est sécrétée par les nectaires ou glandes nectarifères qui se trouvent au niveau des fleurs ou des feuilles de végétaux supérieurs, que les abeilles récoltent pour en faire du miel. Il est considéré comme la source la plus "naturelle" de miel car elle résulte de l'étroite coévolution des angiospermes avec les insectes butineurs (**Marchenay et Berard, 2007**).

Le miel à base de nectar est doux et parfumé et peut contenir jusqu'à 80% d'eau, 7 à 60%" sucre, des traces d'acides aminés, d'hormones végétales, de vitamines (**Alphandéry, 1992**).

Les abeilles ne récoltent pas le nectar contenant moins de 14% de sucres (**Hoyet, 2005**).

Le nectar est une matière plus ou moins visqueuse en fonction de sa teneur en eau. La matière sèche représente de 5 à 80 % du nectar, elle est formée à 90% de sucres dont trois qui sont les principaux et plus courants : le saccharose, le glucose et le fructose. Et les sucres mineurs, largement majoritaires, le maltose et le mélézitose qui est présent dans le miel. On peut aussi trouver des acides organiques (acide fumarique, acide succinique, acide malique, acide oxalique), des protéines dont des enzymes et des acides aminés (acide glutamique, acide aspartique, méthionine, sérine, tyrosine...), des substances aromatiques et des composés inorganiques (phosphate entre autre). Tous ces éléments vont donner au miel sa couleur et ses arômes. Les abeilles ne récoltent pas le nectar contenant moins de 14% de sucres (**Philippe, 1991; Hoyet, 2005**).



Figure 1: Nectar de fleur d'Eucalyptus (Alamy Banque D'Images, 2017)

3.2. Origine indirecte (Miellat)

Le miellat est un produit plus complexe que le nectar avec un aspect plus ou moins visqueux, de couleur sombre, qui a un goût désagréable et un faible parfum, sa saveur est douceâtre. (Loiriche, 1984)

L'origine du miellat est restée longtemps un mystère, jusqu'au milieu du XVIIIe siècle. Puis, deux écoles vont s'affronter, l'une soutenant la thèse d'une origine végétale, l'autre d'une origine animale. (Hoyet, 2005)

Le miellat est une exsudation sucrée trouvant naturellement sur certains végétaux ou élaborée partir de la sève des végétaux par des insectes en faisant des incisions dans les tissus végétaux et dont se nourrissent certaines abeilles et fourmis ou bien encore des excréments d'autres insectes généralement les pucerons qui piquent le végétal, se nourrissent de sa sève et rejettent l'excédent de matière sucrée sous forme de gouttelettes que les abeilles et bien d'autres insectes comme les fourmis, les guêpes et mouches diverses récupèrent sur les feuilles des plantes qui hébergent les pucerons. (Chettoum, 2006).

La composition en sucre du miellat est très différente de celle du nectar accompagné de glucose, de triholoside comme la mélézitose et parfois de sucres supérieurs comme le glucose et le fructose (Bogdanov et al, 2005)

Le miellat contient aussi de dextrine, de gommes, de protéines, et d'acides aminés, des vitamines telles que la thiamine et la biotine et d'acides organiques (acide nitrique et acide malique) ; la charge minérale est également très importantes (Bruneau, 2004).

Leur production est sous la dépendance de nombreux facteurs écologiques ; sol, microclimat, insectes « éleveurs de puceron » comme les fourmis (Schewietz, 2003)

4. Origine florale

La plupart du miel provient d'une flore bien diversifiée. Les abeilles visitent généralement 12 à 20 espèces de plantes qui fleurissent simultanément dans la zone de butinage. **Emmanuelle et al. (1996)** indiquent que Chaque abeille s'intéresse à une seule espèce végétale, mais déclare considérer l'ensemble de la population de la ruche, y compris les milliers de butineuses. Le miel peut être d'origine florale ou animale. Par exemple, la présence de mélézitose est caractéristique du miellat et n'est pas présente dans le miel de fleurs (**Blanc, 2010**). Par conséquent, le miel peut être divisé en deux catégories :

4.1. Miels monofloraux (Unifloraux)

Le miel à fleur unique est fabriqué à partir du nectar et/ou du miellat d'une seule espèce végétale, ce qui nécessite que la ruche soit placée à proximité de la plante désirée. Par exemple: Acacia, Fleur d'Oranger, Miel de Lavande (**Rossant, 2011**).

4.2. Miels polyfloraux (Multifloraux)

Ils contiennent du pollen issu du nectar de certaines plantes, ces miels dits " toutes fleurs". Ces miels sont fabriqués à partir de diverses espèces végétales de nectar et/ou de miellat. Les apiculteurs indiquent leur origine géographique afin de renforcer leurs particularités et permettre aux consommateurs de reconnaître leur caractère dominant. Il désigne soit une zone de production, soit une région, soit un département, soit un massif (**Rossant, 2011**).

5. Formation du miel

Avant d'entamer la récolte, l'abeille butineuse s'assure d'abord des conditions climatiques et la nature du sol, elle fait 20 à 50 voyages par jour en sachant que chaque voyage lui prend environ 15 minutes ; son rayon d'action moyen est entre 500 mètres et 2 kilomètres.



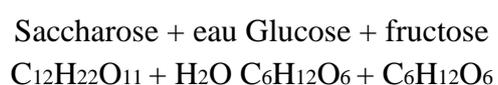
Figure 2 : Deux abeilles en cours de fabrication du miel (Marchenay et Berard, 2007).

5.1. A partir du nectar

Afin d'obtenir du miel, il faut passer par le processus suivant :

D'abord, les abeilles butineuses prélèvent le nectar des fleurs et le stockent dans leur jabot avec de la salive puis le ramènent à la ruche où les abeilles ouvrières prendront le relais (Gonnet, 1982). Ensuite, les abeilles ouvrières avalent et régurgitent le nectar à plusieurs reprises ; cela va provoquer des changements à sa composition biochimique sous l'action de l'invertase qui va transformer le saccharose en glucose puis en fructose, maltose et autres sucres puis l'étalent dans les alvéoles prévues à cet effet. (Marchenay, 2007).

Cette transformation se fait selon l'équation suivante :



Puis, grâce à l'action des abeilles, la température de la ruche va monter jusqu'à 30°C grâce pour enlever l'eau encore présente et la transformation du nectar en miel se poursuit jusqu'à ce que la teneur en eau s'abaisse jusqu'à 17% à 20% et que les sucs gastriques et les substances salivaires des abeilles finissent la métamorphose.

Enfin, le miel sera déposé dans les alvéoles qui seront ensuite refermées pour être totalement imperméables, où la maturation va se poursuivre pendant encore quelques jours. La durée du séchage est variable, elle dépend du taux d'eau dans le miel (Gonnet, 1982).

5.2. A partir du miellat

D'abord, les abeilles butineuses recueillent le miellat par léchage et en remplissent progressivement leur jabot, une fois ce dernier plein, elles regagnent la ruche. Dans leur jabot, le miellat rentre en contact avec des divers substances qui l'enrichissent en matières spécifiques notamment en enzymes tels que : la diastase, l'invertase, le glucose oxydase.

Lorsque les abeilles trouvent une quantité abondante de nectar, le miellat est délaissé.

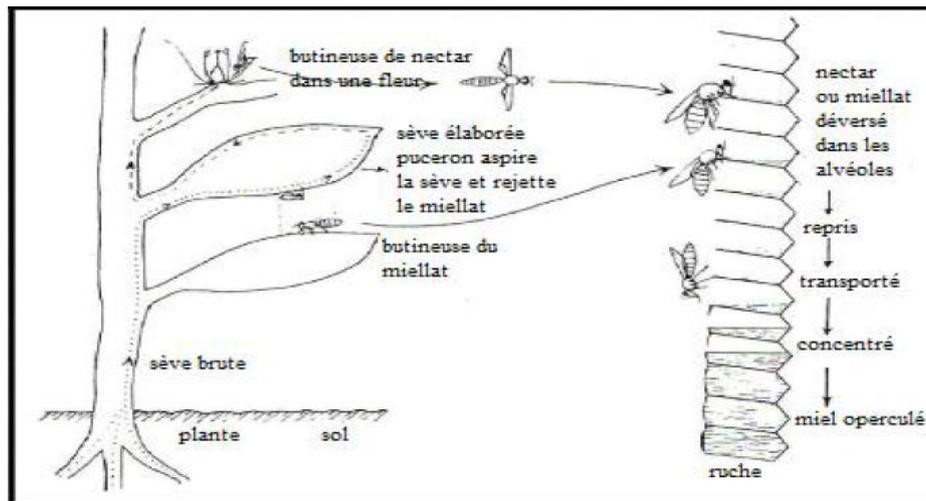


Figure 3 : Origine du miel (Prost, 1987)

6. Récolte

A la fin de la miellée, qui est entre mi-avril mi-mai, la récolte du miel peut être entamée lorsque la ruche est devenue très lourde. Pendant cette opération, il est conseillé de ne récolter que les rayons entièrement garnis et operculés (Anchling, 2009). L'apiculteur retire les cadres du miel à $\frac{3}{4}$ et laisse les provisions nécessaires avec lesquelles les abeilles vont nourrir les jeunes larves et potentiellement passer l'hiver. C'est pour cette raison que l'apiculteur a divisé la ruche en deux parties : le corps, qui est la partie inférieure, il porte de hauts rayons pleins de miel, de pollen et de couvain, il est préférable de ne pas y toucher et la hausse qui est la partie supérieure de la ruche, elle est garnie de cadres à moitié, qui ne contiennent généralement que du miel, c'est le miel que l'apiculteur va récolter.

7. Conditionnement et stockage

D'après **Donadieu, (1978)**, Le miel est entièrement rempli et versé directement dans un récipient de vente bien fermé; sa conservation nécessite le respect de l'humidité, de la chaleur et de la lumière. Ceci afin d'éviter une certaine dénaturation, notamment la fermentation. Le miel est stocké dans un endroit frais où la température ne dépasse pas 20°C. Si le miel stocké présente un risque de fermentation, il doit être pasteurisé ou conservé à une température de 4-5°C (**Huchet, 1996**).

8. Composition

Le miel est une matière complexe dont la composition varie d'un échantillon à l'autre en fonction de nombreux facteurs comme les conditions météorologique, l'origine florale et la nature du sol (**Makhloufi, 2010**) (Figure 03)

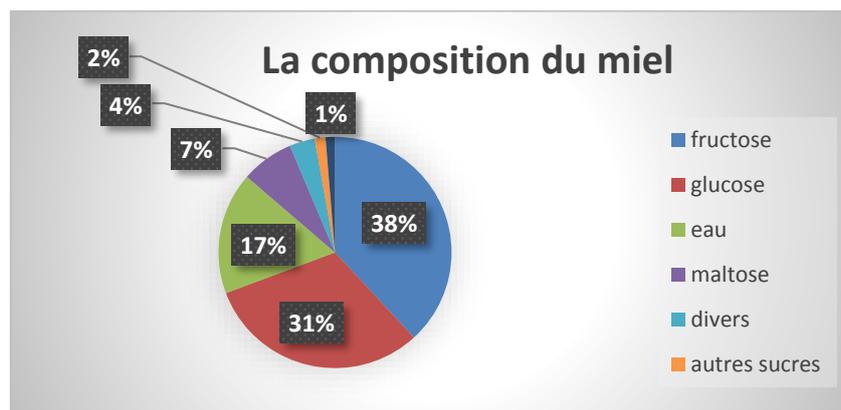


Figure 4 : Composition moyenne du miel selon **Bruneau, (2009)**.

8.1 Glucides

Les glucides Comprennent la majeure partie du miel avec un taux d'environ 82 %.
(Tableau 1)

Le miel contient également dix-huit (18) acides aminés libres, dont le plus abondant est la proline.

Tableau 1 : Les glucides présents dans le miel (**Darrigol, 1979**).

Glucide	Type de glucide	Pourcentage
Monosaccharide	Glucose	31%
	Fructose	38,2%
Disaccharide	Saccharose	~9%
	Maltose	
	Isomaltose	
	Maltulose	
	Turanose	
	Kohibiose	
Certains oligosaccharides	Elrose	4,2%
	Théandrose	
	Panose	

Les sucres ne sont pas tous présents en même temps dans le miel et les sucres simples sont directement assimilables par l'organisme (**Darrigol, 1979**).

8.2. Protéines et acides aminés

On trouve aussi dans le miel quelques enzymes (Tableau 2)

Tableau 2 : Les enzymes présents dans le miel (**Meda et al, 2005 ; Alvarez, 2010**).

Enzyme	Fonction
Invertase	Convertit le saccharose en glucose et en fructose
Amylase	Décompose l'amidon en plus petites unités
Glucose oxydase	Convertit le glucose en gluconolactone qui à son tour produit de l'acide gluconique et du peroxyde d'hydrogène
Catalase	Décompose le peroxyde formé par le glucose oxydase en eau et en exogène
Phosphorylase acide	Elimine le phosphate inorganique des phosphates organiques

8.3. Vitamines, minéraux et antioxydants

Le miel contient des traces de vitamine B, de minéraux et d'antioxydants (Tableau 4)

Tableau 3 : Les vitamines et minéraux présents dans le miel (**Bogdanov et Matzke, 2003 ; Rossant, 2011**).

Vitamine	Type
Vitamine B	La riboflavine (B2) La niacine (B3) Acide folique (B9) Acide pantothénique (B5)
Vitamine C	Acide ascorbique
Minéraux	Calcium, fer, zinc, potassium, phosphore, magnésium, sélénium, chrome et manganèse.

Les flavonoïdes sont le groupe principal d'antioxydants contenu dans le miel, dont la pinocembrine, qui est unique au miel et à la propolis d'abeille. On trouve ainsi l'acide ascorbique, la catalase et le sélénium.

De manière générale, plus le miel est foncé, plus ses propriétés antioxydantes sont importantes. (**Meda, 2005**)

7.4. Autres composés

Le miel contient également des acides organiques dont le principal est l'acide gluconique, formé lors de la dégradation du glucose la l'enzyme glucose-oxydase.

On trouve d'autres acides organiques tels que les acides acétique, butanoïque, formique, citrique, succinique, lactique, malique, pyroglutamique et gluconique, ainsi qu'un certain nombre d'acides aromatiques. Le miel contient également de l'hydroxyméthylfurfural, un produit naturel de la dégradation des sucres simples en dessous de pH 5. (**Cavia et al, 2007**)

8. Propriétés du miel

D'après **Rossant (2011)**, le contrôle de la qualité du miel comporte un examen des caractères organoleptiques, physicochimiques et biologiques (**Rossant, 2011**).

8.1. Propriétés organoleptiques

Parmi les caractères organoleptiques on trouve la couleur, l'odeur, le goût et la texture (**Blanc, 2010**).

8.1. 1. Couleur

Les miels sont divisés en sept catégories de couleurs car cette dernière est considéré comme un paramètre de qualité (**Alvarez, 2010**), elle va du jaune très clair (presque blanc) au brun très foncé (presque noir) en passant par toute les nuances de jaunes, oranges, marrons et même parfois des verts, mais le plus souvent le miel est blond (**Donadieu, 2008**).

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 (**Blanc, 2010**). Comme elle est due à la teneur en cendres qui 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 des miels très clairs ; les plus foncés étant les plus minéralisés (**Emmanuelle et al, 1996**). Il existe une roue de différentes nuances de couleurs qui permet de décrire la couleur du miel.

8.1.2. Odeur

L'odeur du miel est variable (**Blanc, 2010**). Et cela est selon des essences aromatiques communiquées aux nectars initiaux par les fleurs dans lesquelles les abeilles ont butinées le nectar; mais ces essences aromatiques s'évaporent très rapidement. Elles sont végétales, peuvent être florales ou fruitées, puissantes ou non. Une odeur de fumée ou de fermentation est un défaut (**Louveaux, 1985**) cela indique que le miel est donc difficile à stocker et perd rapidement sa valeur commerciale au cours de la conservation. On peut empêcher la fermentation en abaissant la température mais la conservation au froid est coûteuse et ne résout pas complètement la question (**Lavie et Gonnet, 1970**) Dans les différents types de miels, les odeurs varient considérablement.

8.1.3. Goût

Selon l'origine florale du miel, ce dernier présente une vaste variété d'arômes et de saveurs différentes. C'est pour cela, une roue d'odeurs et de saveurs à été faite pour permettre

de décrire les sensations distinguées au niveau olfactif et gustatif durant la dégustation d'un miel (Hoyet, 2005)

8.1.4. Texture

Le miel peut avoir plusieurs aspects et cela selon certains facteurs, Il peut être dur ou souple, pâteux ou liquide, cristallisé grossièrement ou finement. Lorsqu'il est parfaitement fluide au moment de son extraction, cela ne garantit pas que le miel restera dans cet état de façon indéterminée. La vitesse de cristallisation du miel varie selon sa composition en sucres, sa teneur en eau et la température de sa conservation. Certains miels cristallisent dans les jours qui suivent la mise en pot, alors que d'autres restent à l'état liquide pendant des années à température ordinaire (Darrigol, 2007)

Selon White et al. (1962), le pouvoir de cristallisation d'un miel dépend de son rapport glucose/eau. Lorsque l'indice de cristallisation est inférieur à 1,6, la cristallisation est nulle à très faible et est rapide à totale lorsque l'indice dépasse la valeur de la cristallisation est particulièrement fine dans les miels d'eucalyptus, trèfle et colza. Et plutôt grossière dans ceux de châtaignier, oranger ou sapin.

8.2. Propriétés physicochimiques

Les caractéristiques physicochimiques telles que la densité, viscosité, la conductivité électrique, l'indice de réfraction, l'acidité, le pH, abaissement et l'HMF du miel sont présentées.

8.2.1. Propriétés physiques

8.2.1.1. Densité

La densité ou le poids spécifique peut être définie comme le rapport entre le poids de l'unité de volume d'un corps et le poids du même volume d'eau pure à 4°C. En effet, peut légèrement varier selon la teneur en substance minérale et l'origine des fleurs (Louveaux, 1959)

Le poids spécifique d'un miel est en fonction principalement de sa teneur en eau et le degré de sa composition chimique. Lorsqu'il est récolté trop tôt, extrait dans un local humide ou abandonné longtemps dans un maturateur va contenir trop d'eau. Ce paramètre se mesure

au densimètre ou au réfractomètre (**Prost, 2005**). Le miel a une densité relativement élevée qui varie entre 1,40 et 1,45 g/cm³ à 20°C (**Bogdanov et al, 2003**).

8.2.1.2. Viscosité

La viscosité est la résistance à l'écoulement uniforme et sans turbulence se produisant dans la masse d'une matière ; peut-être aussi défini comme une grandeur physique qui exprime la capacité d'un corps à s'opposer au cisaillement (**Ayouaz et Benmamas, 2017**) ; On peut donc dire de la viscosité qu'elle est la mesure du frottement fluide (**Carre et al, 1994**). Elle est mesurée au viscosimètre.

La viscosité est l'une des caractéristiques physiques la plus significative, elle joue sur la qualité du produit et la conception des équipements de traitement (**Recondo et al, 2006**)

La viscosité du miel dépend de sa teneur en eau, de sa composition chimique et de sa température. Sachant que la plupart des miels se comportent comme des fluides newtoniens, ils ne présentent pas de résistance à l'écoulement (**Amrouche, 2010**)

D'autre part, sous l'influence de certains facteurs (température, agitation, composition chimique), la cristallisation en partie des sucres contenus dans le miel entraîne une modification complète de son aspect mais sans rien changer à sa composition (**Donadieu, 2008**)

8.2.2. Analyses optiques

8.2.2.1. Indice de réfraction

Il s'agit d'une propriété optique. Tout corps transparent est caractérisé par un certain indice de réfraction. L'indice de réfraction est une constante qui dépend de la nature chimique du corps. Lorsque le corps en question est en solution dans l'eau, l'indice de réfraction varie régulièrement entre l'indice de l'eau pure et l'indice du corps pur. La mesure de l'indice de réfraction permet donc de connaître facilement la teneur en eau d'un produit en solution tel que le miel. Cette mesure se fait au moyen d'un réfractomètre. La conductibilité électrique est donnée en ms.cm⁻¹(s pour siemens) ; elle est exprimée pour un volume liquide d'un centimètre d'épaisseur pour 1 cm²de surface (**Kaškonienė et al, 2010**). Une goutte de miel parfaitement liquéfié écrasée entre les prismes de l'appareil suffit pour une mesure (**Louveaux, 1959**)

La conductivité électrique fait partie des paramètres efficaces pour distinguer les miels floraux des miels de miellat, ainsi que pour la classification des miels unifloraux. Elle dépend de la teneur du miel en minéraux et acides (**Bogdanov et al, 2004, Bogdanov et al, 2005**). En général, la conductivité électrique d'un miel augmente en fonction de sa teneur en substances minérales (**Lobreau – Callen et al, 1999**).

D'après **Bogdanov et al, (2005)** la conductivité électrique du miel nectar est inférieure à celle du miel de miellat qui dépasse 0.8mS/cm.

8.2.3. Analyses chimiques

8.2.3.1. Acidité

L'étude de l'acidité d'un miel permet d'identifier son origine botanique. Les miels de nectar ont un pH faible (de 3,3 à 4,0) tandis que les miels de miellat ont un pH un peu plus élevé (de 4,5 à 5,5) (**Deschamps, 1998**)

8.2.3.2. Le pH

Le potentiel d'hydrogène ou pH, aussi appelé indice de Sorensen est le calcul du coefficient d'acidité d'un milieu donné, il s'agit de la concentration des ions H^+ dans une solution. Le coefficient 7 correspond à la neutralité (comme l'eau distillée à 22°C), lorsqu'il est supérieur à cette valeur, il est basique et s'il est inférieur, il est acide.

Le pH est compris entre 3,5 et 4,5 pour les miels de nectar et entre 4,5 et 5,5 pour les miels de miellat. Un miel acide (pH d'environ 3,5) est généralement susceptible à l'altération et se dégrade plus facilement qu'un miel dont le pH est plus élevé (environ de 5), l'HMF s'y forme plus rapidement. Il y aura donc lieu d'en tenir compte en technologie et prendre un soin particulier à leur conservation (**Gonnet, 1986 ; Gonnet et Vache, 1985**)

8.2.3.3. Hydroxyméthylfurfural (HMF)

L'HMF est un dérivé de déshydratation des hexoses (comme le fructose) naturellement présent dans tous les miels à la récolte sous forme de traces (1 à 3mg/kg) (**Fallico et al, 2004 ; Makhloufi et al, 2010**) qui se forment dans le miel au cours de son vieillissement en étant conservé à température ordinaire (entre 15 et 20°C) (**Kuçuk et al, 2007**). Deux paramètres entrent en jeu dans cette formation ; la température et la durée de la formation (**Tosi et al, 2004**)

L'acidité et une teneur en eau élevée favorisent aussi la transformation de l'HMF, mais l'excès de chaleur et un entreposage prolongé sont des facteurs encore plus importants dans ce processus (**Marceau et al, 1994**) et donc la teneur en HMF reflète l'âge et le passé thermique du miel.

La détermination du taux d'HMF est la mesure à une longueur d'onde de 284 nm puis à 336 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-Visible de type Jenway prononcée par la coloration rouge due à l'action de l'HMF d'un miel. Le taux d'HMF est exprimé en mg/Kg, la limite légale est actuellement de 40mg/Kg max. Un miel de bonne qualité ne devrait pas avoir un taux supérieur à 25mg/Kg (**Downey et al, 2005 ; Zappala et al, 2004 ; Bogdanov et al, 2002**).

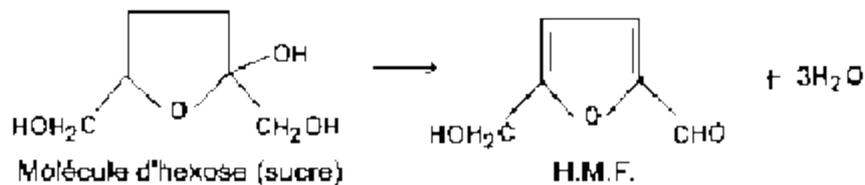


Figure 5 : Formation de l'hydroxyméthylfurfural à partir d'une molécule d'hexose.

La teneur initiale en HMF serait à multiplier par 1,10 au bout de 6 mois de la récolte du miel et par 2 au bout d'un an. Cette progression serait plus rapide dans les miels à pH faible (compris entre 3 et 3,5) (**Gonnet, 1999**).

8.2.3.4. Conductivité électrique

La conductivité électrique se détermine selon à l'aide d'un conductimètre la méthode de (**Bogdanov, 2002**) et est exprimée en millisiemens par centimètre (ms/cm), cette technique est basée sur la mesure de la résistance électrique à 20°C (**Amri et al, 2007**).

D'après **Downey et al, (2005)**; La conductibilité électrique présente un bon critère pour la détermination de l'origine botanique du miel, Le miel de miellat, a une conductivité plus élevée qu'un miel de nectar.

D'autre part la conductibilité électrique d'un miel est en rapport avec sa couleur, selon (**Gonnet 1984 ; Kašonienė et al, 2010; Louvaux1980**), les miels foncé conduisent mieux le courant électrique que les miels clairs car ses derniers contiennent moins de minéraux, c'est ce qui fait que la conductivité électrique diminue.

8.2.3.5. Teneur en cendres

Les cendres représentent le résidu minéral du miel après incinération. La détermination du taux de cendres permet d'estimer la teneur en matière minérale globale du miel (**Da Silva et al, 2015**).

Louveaux(1968) ajoute que la teneur en cendres des miels est comprise entre 0.020 et 1.028%. La teneur maximale autorisée par les normes internationales est de 0,6 g/100 g (**Codex, 1998**). La teneur en cendre est un critère de qualité pour connaître l'origine du miel, les miels de fleurs contiennent une faible teneur en cendre par rapport à celui des miellats (**I.H.C, 2002**).

. La teneur en cendre est exprimée en pourcentage et est calculée selon la formule suivante (**J.O.L, 1970**) :

$$\text{Cendre \%} = (P2-P1/P) * 100$$

9. Propriétés biologiques

Bien que le miel soit largement connu comme source de nourriture naturelle pour la consommation humaine, il a également été utilisé comme médicament dans de nombreuses cultures et communautés depuis l'antiquité (**Ojeda de rodríguez et al, 2004 ; Ndife et al, 2014**).

9.1. Propriétés thérapeutiques

Pour être utilisé en thérapeutique, le miel doit répondre à certains critères: faible contamination microbienne, excellente capacité à inhiber les bactéries en milieu hospitalier, potentiel cicatrisant, et excellente stabilité (**Brischoux et al, 2013**)

D'après **Maglon et vanwijek (2003) et Bradbear (2005)**, le miel est un antianémique, antiseptique, diurétique, énergétique, fébrifuge et sédatif de la toux. Soulage les maux de gorge, les angines, la toux et la bronchite, Lorsqu'il est appliqué à l'extérieur, il favorise la cicatrisation des brûlures et des plaies.

Le miel, lorsqu'il est pris régulièrement, est bon pour le cœur, favorise la digestion et aide à réguler le passage intestinal. Par conséquent, cela fonctionne pour la constipation, la diarrhée et l'insomnie. Le miel est un très bon remède pour soulager toutes les infections de

l'estomac et du foie. Les glucides du miel mélangés à nos enzymes sont convertis en peroxyde d'hydrogène (**Guarch, 2008 ; Chanaud, 2010**). En effet, le miel possède un pouvoir bactériostatique car il a une forte teneur en sucre (95% ou plus de matière sèche), une faible teneur en eau libre (0,5-0,62%) et en humidité (14-20%), son acidité et la présence des ingrédients actifs (**Lavie, 1968 ; Tomczak, 2010**).

Il s'utilise seul ou en association avec d'autres formulations contenant des plantes et des graines connues à des fins médicinales telles que le thym, la sauge et les graines de cumin noir. Il est principalement utilisé comme onguent et pour adoucir les formulations à base de plantes amères (**Mekious et al, 2016**).

9.1.1. Propriétés antimicrobiennes

De nombreuses publications ont permis la mise en évidence de ses pouvoirs bactéricide et bactériostatique du miel (**Cooper, 2007 ; Kwakman et al, 2010**). L'activité antibactérienne dépend de la présence combinée de plusieurs facteurs qui peuvent voir une activité redondante et être mutuellement dépendante, ou avoir une activité additive ou synergique selon l'espèce bactérienne ciblée (**Rossant, 2011**). L'activité antimicrobienne varie d'un miel à un autre (**Cortopassi-Laurino et Gelli, 1999**).

Allen a émis l'hypothèse que l'activité antibactérienne du miel dépend du type de fleur et de la source de nectar (**Nzeako et Hamdi, 2000**).

La variation de cette activité antibactérienne dépend de la concentration en miel, son origine florale, son acidité, la quantité de peroxyde d'hydrogène produite, l'action de la catalase, la chaleur qui détruit l'activité du miel, la lumière, et surtout la lumière directe du soleil et la durée de conservation (qui peut aller jusqu'à 2 ans).

Selon Delphine (2010), en plus des bactéries, le miel peut aussi inhiber la croissance de divers champignons, protozoaires et virus sans développer de résistance, son activité antibactérienne est donc multifactorielle.

Le miel peut éliminer certaines toxines, notamment celles des champignons (**Molan, 1992**). La solution de miel inhibe complètement la croissance de moisissures telles qu'*Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus parasiticus*, *Candida albicans*, *Penicillium spp*, *Penicillium chrysogenum* (**Maameri, 2014**).

Le miel est particulièrement efficace contre les mycoses dermiques (Mycoses cutanées), causée par *Malassiza* et à *Epidermophyton inguinale*, et est comparable aux agents antifongiques traditionnels pour la candidose vaginale (Mycoses vaginale) provoquées par *Candidas albicans*, Pour être plus efficace dans le traitement des maladies fongiques, les niveaux de miel doivent être plus élevés que les niveaux antibactériens (Hoyet, 2005).

L'activité antifongique de miel est observée chez certaines espèces de levures, *Aspergillus* et *penicillium* (Khoo et al, 2010).

9.1.1.1. Mécanismes antimicrobiens

L'activité antibactérienne est associée à des facteurs bien connus tels que la pression osmotique, le pH bas, la concentration élevée en sucre et la présence de certains composants antibactériens appelés "inhibiteurs", et ses collaborateurs pour qualifier les agents antibactériens (Theunissen et al, 2001).

Plusieurs facteurs ont été mis en évidence, selon Descottes (2004)

9.1.1.1.1. Effet osmotique

L'effet osmotique du miel est dû à sa forte concentration en sucres (solution hypertonique). En effet, ces derniers ont une activité antibactérienne grâce leur pouvoir d'abaissement de l'activité de l'eau. La quantité d'eau libre ou l'activité de l'eau exprime le degré de disponibilité de l'eau dans un milieu ou un produit donné. Un coefficient hydrique « a_w » (Water activity) a été défini pour mesurer l'activité de l'eau.

Dans le miel, elle est comprise entre 0.562 et 0.62. Une forte interaction se produit entre les sucres du miel et les molécules et par conséquent, il y a très peu d'eau libre disponible pour le développement des microorganismes. Le miel agit donc de manière osmotique. En provoquant une forte déshydratation des germes qui n'ont plus alors suffisamment d'eau pour survivre (Olaitan et al, 2007).

9.1.1.1.2. Acidité

Le pH du miel est compris entre 3 et 6 ; il est donc suffisamment acide pour ralentir ou inhiber le développement de nombreux microorganismes pathogènes. De ce fait, il renforce les propriétés antibactériennes du miel (Hoyet, 2005).

9.1.1.1.3. Viscosité

La viscosité du miel permet de créer une barrière protectrice autour de la zone à traiter comme les plaies, empêchant ainsi toute surinfection. C'est une propriété purement mécanique (Hoyet, 2005).

9.1.2. Propriétés antioxydantes

Le stress oxydant, également appelé stress oxydatif, est défini comme le déséquilibre entre la formation d'espèces réactives de l'oxygène (caractère pro-oxydant) et la capacité de l'organisme à les neutraliser, à réparer les dommages oxydatifs et à réguler leur production (Zweier et al, 2006).

Le miel est un mélange complexe de différentes molécules dans des proportions différentes, parmi les composés phytochimiques du miel, on trouve les acides phénoliques, les flavonoïdes, les acides ascorbiques, les enzymes (catalase et peroxydase) et les acides organiques qui sont responsables de l'activité antioxydante (Bertoncelj et al, 2007).

Selon le règlement européen CE/1333 (2008), les antioxydants sont des substances qui prolongent la durée de conservation des denrées alimentaires en les protégeant des altérations provoquées par l'oxydation, telles que le rancissement des matières grasses et les modifications de couleur.

En général, une activité antioxydante élevée est caractéristique du miel foncé. Cela peut être dû au type et à la concentration de composés phénoliques qui dépendent de la source florale, des facteurs environnementaux et du traitement (Al et al, 2009).

9.1.3. Propriétés anti-inflammatoires

La réduction de l'inflammation a également été démontrée chez le rat après ingestion de miel dans le cadre de maladies inflammatoires chroniques de l'intestin. Le mécanisme supposé serait une action sur la production de radicaux libres agissant sur l'inflammation des tissus. (Molan, 2001).

On observe cliniquement que lors de l'application du miel sur les plaies, il se produit une diminution visible de l'inflammation avec réduction de l'œdème et des exsudats. La douleur, une autre composante de l'inflammation peut aussi être atténuée par le miel. (Molan, 2001).

L'action anti-inflammatoire du miel joue un rôle thérapeutique important. L'inflammation peut devenir délétère et empêcher la guérison lorsqu'elle est excessive et prolongée, surtout avec la production de radicaux libres dans les tissus. **(Benhanifia ; Boukraâ ; Hammoudi ; Sulaiman et Manivannan, 2011)**.

9.1.4. Propriétés cicatrisantes

Les propriétés cicatrisantes du miel, quelle que soit son origine, ont fait l'objet de nombreuses études cliniques dans le monde : plaies postopératoires, brûlures, ulcères, escarres **(Couquet et al, 2013)**. Le miel favorise une cicatrisation plus rapide des plaies grâce à un effet régénérateur sur la croissance tissulaire et épithéliale avec peu ou pas de cicatrices **(Misirlioglu et al, 2003 ; AlWaili et al, 2011)**. Il stimule également la formation de nouveaux capillaires dans les couches profondes de la peau et la croissance des fibroblastes et des cellules productrices de collagène, permettant une bonne cicatrisation **(Knox, 2004)**.

9.1.5. Propriétés nutritives

Le miel contient principalement des glucides, des protéines, des lipides, des enzymes et des vitamines. Un aliment sain, léger, naturel et riche en calories qui améliore l'endurance et combat la fatigue. Il a également été démontré que le miel favorise l'absorption du calcium et la rétention du magnésium **(Chauvin, 1968)**. Parce que le miel est composé de sucres simples, il est facilement absorbé par l'organisme et passe rapidement dans le sang. Il est souvent utilisé par les sportifs en raison de sa valeur énergétique: 310 kcal/100 g. Cependant, il est moins calorique que le sucre (environ 405 kcal/100g) et est un aliment apprécié des nutritionnistes **(Gout, 2009)**. Par conséquent, il est conseillé de remplacer le sucre dans l'alimentation par du miel dans la mesure du possible, car il possède d'excellentes propriétés nutritionnelles ainsi que des propriétés thérapeutiques particulièrement bonnes.

9.3. Domaine cosmétologique

Le lait et le miel ont longtemps été utilisés dans la cosmétique. La reine égyptienne Cléopâtre était baignée de lait et de miel tous les jours. Il n'est donc pas surprenant que le miel fasse encore partie de nombreux produits de soins aujourd'hui. En règle générale, les cosmétiques au miel conviennent à tous les types de peau. Le miel absorbe l'humidité (hygroscopicité) et ses ingrédients nourrissent la peau.

Le miel contient de nombreux acides faibles qui se produisent naturellement dans le corps. Le miel contribue également à renforcer la protection naturelle de la peau, car le pH de la peau se situe également dans la plage légèrement acide (pH de la peau : 5,5) **(Molan, 2001)**.

Il peut être utilisé de façon générique ou comme ingrédient cosmétique actif véritable **(Bonté et al, 2011)**.

A l'heure actuelle, le miel est toujours utilisé en cosmétologie pour les mêmes raisons qu'autrefois, c'est-à-dire pour ses propriétés émoullientes, hydratantes, humectantes, rafraichissantes, anti-irritantes, éclaircissantes, légèrement astringentes et stimulantes de la régénération des cellules cutanées. Il semble en effet augmenter la tonicité de la peau et lui apporter des éléments nutritifs et hydratants **(Martini et Seiller, 2006)**. Les propriétés cicatrisantes et antiseptiques du miel sont également mises à profit pour traiter l'acné **(Bonté et al, 2011)**.

CHAPITRE II

PARTIE COSMETIQUE

1. Introduction

Par rapport aux autres préparations semi-solides, l'utilisation des gels s'est imposée aussi bien dans les préparations cosmétiques que pharmaceutiques. Lorsque le gel et l'émulsion sont utilisés sous forme combinée, ils sont appelés Emulgel. (**Asian journal of pharmaceuticals, 2018**)

Les systèmes Emulgel attirent actuellement l'attention des scientifiques pharmaceutiques en raison de leur potentiel substantiel à agir en tant que véhicule d'administration de médicaments en incorporant une large gamme de molécules médicamenteuses. Il s'agit soit d'une émulsion de type eau dans l'huile, soit d'une huile dans l'eau, que l'on gélifie en la mélangeant avec un agent gélifiant. L'incorporation de l'émulsion dans le gel en fait un système de libération à double contrôle et augmente également sa stabilité. En raison du manque d'excipients insolubles et d'un excès de bases huileuses, il démontre une meilleure libération de médicament par rapport à d'autres systèmes d'administration de médicaments topiques. (**Kumar, Singh, 2016**)

2. Définition de l'emulgel

Comme son nom l'indique, l'emulgel est une combinaison de gel et d'émulsion. C'est une émulsion de type huile dans l'eau et eau dans l'huile, utilisée comme véhicule à grande capacité de pénétrer la peau pour administrer divers médicaments. La présence de l'agent gélifiant en phase aqueuse transforme une émulsion classique en un emulgel. (**Sunil Kumar Yadav, Manoj Kumar, Anupamaa, AshutoshShukla, 2016**).

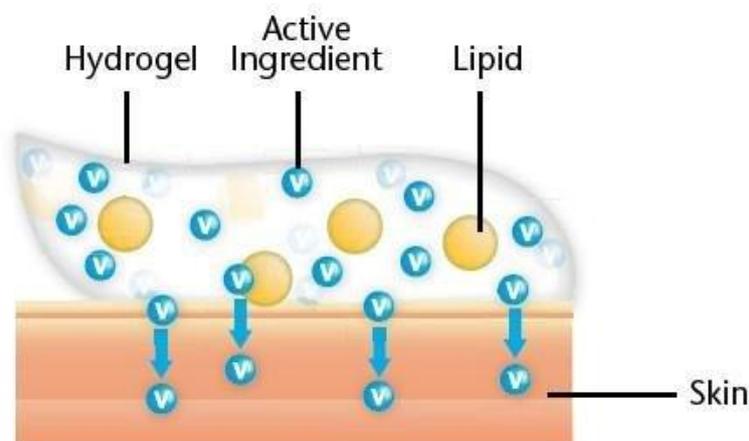


Figure 6 : Structure de l'emulgel (sciencedirect.com, 2018).

3. Avantages d'utilisation de l'emulgel

L'emulgel à usage dermatologique a plusieurs propriétés favorables car il a une facilité d'incorporation de composés hydrophobes dans le gel, une durée de conservation plus longue, un aspect bio-amical et évite l'effet du métabolisme de premier passage et la prévention de l'incompatibilité gastro-intestinale (**Anil R. Phad, NandgudeTanaji Dilip, R. Ganapathy, 2018**). Il est également thixotrope, sans graisse, facile à étaler et à retirer, ne tache pas, soluble dans l'eau, transparent et agréable. Il est plus sélectif sur un site spécifique, pratique et facile à appliquer et à produire avec un faible coût de préparation selon (**Sunil Kumar Yadav, Manoj Kumar, Anupamaa, AshutoshShukla, 2016**).

4. Inconvénients d'utilisation de l'emulgel

L'emulgel a la possibilité de provoquer des réactions allergiques, il a une faible perméabilité à certains médicaments à travers la peau, et la possibilité d'apparition de bulles d'air lors de sa formulation de (**Hardenia A, Jayronia S, Jain S, 2014**).

5. Principale composition de l'emulgel

L'emulgel est composé de deux phases : une phase lipophile qui est la phase huileuse et une phase hydrophile qui est la phase aqueuse. Lors de la préparation on mélange la phase aqueuse dans la phase huileuse ou l'inverse.

Pour la préparation de l'emulgel, certains constituants sont utilisés y compris le principe actif.

5.1. Phase hydrophile

Les phases aqueuses les plus utilisées sont l'eau et l'alcool (**Pant S, Badola A, Baluni S, Pant W, 2015**).

5.2. Phase lipophile

Les huiles sont utilisées pour la préparation de l'émulsion. Les huiles minérales et la paraffine sont utilisées seules ou en association (**Pant S, Badola A, Baluni S, Pant W, 2015**) comme véhicule du principe actif et pour leurs effets occlusifs et caractéristiques sensorielles (**Talib Gibran Amador Valencia, 2012**).

5.3. Émulsifiants

Émulsifiants utilisés pour la préparation de l'émulsion. Quelques des exemples sont span 80, tween 80, acide stéarique, sodium, stéarate.

5.4. Gélifiants

Les gélifiants sont utilisés pour préparer des gels, qui améliorent consistance de la préparation. (Mortazavi SA, Aboofazeli R, 2003).

5.5. Agent d'ajustement du pH

L'agent d'ajustement de pH est utilisé pour but de neutraliser les éléments qui déséquilibrent l'acidité et l'alcalinité de l'emulgel comme la triethanolamine (TEA) (Neal Schultz, 2017).

6. Préparation de l'emulgel

Les Emulgel sont préparés en incorporant du gel et de l'émulsion. L'émulsion et le gel sont préparés séparément puis mélangés. Pour préparer l'émulsion, la phase aqueuse et la phase huileuse sont aussi prises séparément et mélangées par la suite. Ensuite, le gel est fait en utilisant un agent gélifiant. Après avoir préparé le gel et l'émulsion, ils sont mélangés sous agitation douce et continue jusqu'à obtenir un emulgel de bonne consistance. (Khullar Rachit, Kumar Deepinder, Seth Nimrata, Saini Seema, 2012).

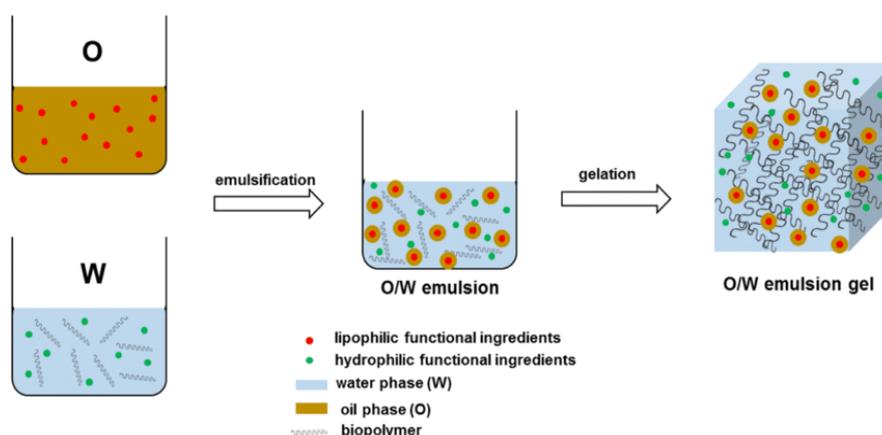


Figure 7 : La formation d'un gel d'émulsion (H/E) et l'encapsulation d'ingrédients fonctionnels lipophiles et hydrophiles (Yao Lu, Like Mao, Zhanqun Hou, Song Miao, Yanxian Gao, 2019).

7. Facteurs physiologiques de l'emulgel

Certains facteurs physiologiques jouent sur son absorption par la peau comme l'épaisseur de cette dernière, la teneur en lipides, la densité des follicules pileux, la densité des glandes sudoripares, le pH de la peau, le flux sanguin, l'hydratation de la peau et l'inflammation de la peau (Kalia YN, Guy RH, 2001).

8. Caractéristiques de l'emulgel

8.1. Aspect physique

L'emulgel préparé est inspecté pour la couleur, l'homogénéité, la consistance (Baibhav J, Singh G, Rana A C, Saini S, Singla, 2011).

8.2. Le pH

Les valeurs de pH des solutions aqueuses à 1 % des gels préparés ont été mesurées par un pH mètre numérique. Les électrodes ont été complètement plongées dans les formulations semi-solides et le pH a été noté (Panwar AS, Upadhyay N, Bairagi M, Gujar S, Darwhekar GN, 2011).

9. Techniques d'évaluation de l'emulgel

9.1. Détermination du pH

Il est déterminé à l'aide d'un pH-mètre numérique. L'électrode du pH-mètre est plongée dans l'émulsifiant et le pH est donc déterminé (**Sreevidya V.S, 2019**).

9.2. Etude rhéologique

Dans l'étude rhéologique, la viscosité est déterminée à 25 °C. L'appareil utilisé est un viscosimètre à cône et plateau (**Masmoudi H, Piccerelle P, Le Dréau Y, Kister J, 2006**).

9.3. Dosage microbiologique

Pour cette méthode, la technique de la plaque de fossé est généralement utilisée. À travers cette méthode l'activité bactériostatique ou fongique est évaluée (**Sreevidya V.S, 2019**).

MATERIEL
ET
METHODES

L'objectif de notre travail est d'étudier la qualité et les activités antimicrobienne et antioxydante (effet conservateur) de deux échantillons de deux miels (mono floral), miel d'oranger et miel d'eucalyptus, récoltés au niveau de Cherchell. Les résultats obtenus nous permettent la formulation d'un produit cosmétique à base de miel

La partie expérimentale a été réalisée durant la période allant du mois de mars jusqu'à le mois de juin 2022 au niveau des laboratoires suivants :

- Laboratoire d'Analyse Physicochimique de l'entreprise Venus SAPECO, une société algérienne spécialisée dans les cosmétiques à Blida, où ont été réalisées les analyses de la qualité du miel et l'essai de son incorporation dans un produit cosmétique (formulation d'un emulgel).
- Au niveau de l'université de Blida -1-, département de biotechnologie ; laboratoire de PFE (projet de fin d'étude) pour l'étude de l'effet antimicrobien et au niveau du laboratoire de recherche des plantes aromatiques et médicinales pour l'étude de l'effet antioxydant.

1. Matériels

1.1. Matériel biologique

1.1.1. Echantillonnage

Les échantillons de miels sont achetés dans la région de Cherchell. Il s'agit d'un miel mono floral « oranger », « eucalyptus ». Selon les informations données par les apiculteurs, ces échantillons de miels sont récoltés en 2021 par méthode de centrifugation et sont conservés dans des pots hermétiques en verre à l'abri de l'humidité. (Tableau 1.)

Tableau 4 : Les informations données sur les échantillons de miel utilisés

Echantillon	Aspect physique	Méthode d'extraction	Région de récolte	Année de récolte
Miel d'oranger	Claire et visqueux	Centrifugation	Cherchell	2021
Miel d'eucalyptus	Foncé et visqueux	Centrifugation	Cherchell	2021

1.1.2. Les souches microbiennes

L'évaluation de l'effet antibactérien des miels (d'oranger et d'eucalyptus) est testée sur un ensemble de bactéries de Gram négatif: *Escherichia coli* (ATCC 8139), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 9027) ; et de Gram positif : *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538) et sur deux champignons *Candida albicans* (ATCC 10231) *Aspergillus brasiliensis* (ATCC 16404).

Les souches nous ont été fournies par le laboratoire d'hygiène de Blida, elles ont été conservées sur bouillon nutritif à 4°C et ont été choisies selon la littérature.

1.2. Matériel non biologique

Le matériel utilisé au laboratoire « l'appareillage, la verrerie, les produits chimiques, les réactifs... » est énuméré en Annexe 1.

2. Méthodes

2.1. Les paramètres physico-chimiques

Les analyses accréditées selon la norme **ISO (2005)**.

2.1.1. L'indice de réfraction, l'indice de Brix, la teneur en humidité, en sucre inverti, en fructose, en glucose et en sucrose

Ses paramètres sont déterminés par un réfractomètre à 20°C.

2.1.1.1. Mode opératoire

Le mode opératoire se réalise comme suit :

- Nettoyer et sécher le prisme du réfractomètre.
- Régler le réfractomètre à zéro.
- Le miel à analyser doit être homogénéisé et parfaitement liquide.
- Prélever une goutte de miel à l'aide d'une spatule, puis déposer et étaler en couche mince sur la platine de prisme et fermer l'appareil.

2.1.1.2. Expression des résultats

Après 2 minutes lire l'indice de réfraction et les résultats des autres paramètres en fonction du réglage de l'appareil.

2.1.2. Le pH

C'est la mesure du potentiel hydrogène d'une solution de miel à l'aide d'un pH mètre calibré par des solutions standards.

2.1.2.1. Mode opératoire

- Rincer l'électrode à l'eau distillée puis sécher avec du papier absorbant.
- Plonger l'électrode propre dans le miel à analyser.
- Attendre la stabilisation de la valeur du pH.

2.1.2.2. Expression des résultats

La valeur du pH est directement lue sur l'écran de l'appareil.

2.1.3. Acidité libre et de lactone

2.1.3.1. Mode opératoire

Ces paramètres sont déterminés par un pH mètre à 20°C.

- Préparation d'une solution de miel à 10% : dissoudre 10 g de miel dans un bécher et compléter avec de l'eau distillée versée à la pissette jusqu'au 100 g.
- Agiter à l'aide d'un agitateur magnétique.
- Mesurer le pH initial de la solution de miel.
- L'acidité libre est obtenue par la neutralisation de 25 ml de cette solution avec NaOH (0,05N): Remplir la burette avec la solution de NaOH ensuite placer le bécher contenant la solution de miel en dessous de la burette et mettre en marche l'agitateur magnétique.
- Verser la solution de soude dans ce bécher goutte à goutte.
- Enregistrer le volume de NaOH nécessite pour $\text{pH} = 7$.
- L'acidité des lactones est obtenue par l'addition d'un excès NaOH (10 ml) à la solution de miel et le titrage de retour avec de l'acide sulfurique (0,05 N) (mêmes étapes).

2.1.3.2. Expression des résultats

L'acidité exprimée en milliéquivalent par kilogramme de miel et déterminée par les formules suivantes :

$$\text{L'acidité totale} = \text{l'acidité libre} + \text{l'acidité de lactone}$$

Où :

L'acidité libre = $1000.V.0,05/P$

L'acidité de lactone = $1000(0,05 (10-V) -0,05. V') /P$

P : poids du miel.

V : volume de NaOH.

V' : volume de H₂SO₄.

2.1.4. Conductivité électrique

La mesure de la conductivité électrique se fait à l'aide d'un conductimètre à 20°C.

2.1.4.1. Mode opératoire

- Mettre dans un petit bécher 10g du miel, le dissoudre dans un 50ml d'eau distillée.
- Bien mélanger jusqu'à homogénéisation.
- Placer la solution au bain marie à 20°C.
- Plonger l'électrode du conductimètre dans la solution (lorsque la température est à 20°C ± 0.5°C).

2.1.4.2. Expression des résultats

Effectuer la lecture de la valeur qui s'affiche à l'écran.

La conductivité du miel est mesurée en siemens par cm : s.cm⁻¹.

2.1.5. Densité

La méthode pour mesurer la densité est basée sur la détermination de la masse du miel qui est placé dans une petite coupe (pycnomètre) d'un volume connu à une température donnée. Pour calculer la densité : le poids obtenu est divisé par le volume d'eau distillée.

2.1.5.1. Mode opératoire

Le miel est versé dans le pycnomètre, après cela on place un couvercle avec un trou de débordement pour évacuer les bulles d'air emprisonnées et les surplus de fluides, qui s'écoulent à travers ce trou sont soigneusement retirés avec un chiffon doux (si nécessaire humidifié avec du solvant)

2.1.5.2. Expression des résultats

La densité est calculée par la formule suivante :

$$D = (P1 - P0) / P2$$

Où :

P0 : masse du pycnomètre vide, g

P1 : masse du pycnomètre avec le miel, g

P2 : volume du pycnomètre avec l'eau, g

2.1.6. Viscosité

La mesure de la viscosité de l'échantillon se fait par un viscosimètre.

2.1.6.1. Mode opératoire

- Mise en place du mobile sur la partie tournante.
- Mise en place de l'échantillon à tester dans un bécher de 600 ml.
- Sélectionne du mobile idéal (R1, R2, R3, R4, R5, R6 ou R7), et de la vitesse de rotation (de 100 jusqu'à 1 tour/minute), ces paramètres sont choisis selon le domaine de pourcentage de fiabilité (plusieurs mesures ont été effectuées).
- Le mobile numéro 05 et vitesse 10RPM pour le miel d'eucalyptus, Le mobile numéro 06 et vitesse 15RPM pour le miel d'oranger.
- Insertion et centrage du mobile dans le produit à tester jusqu'à ce que le niveau de fluide atteigne le repère pratiqué sur la tige.

2.1.6.2. Expression des résultats

La valeur de viscosité est affichée sur l'écran.

2.1.7. Teneur en cendres

Le taux de cendre est déterminé par la méthode gravimétrique en incinérant 5 g de miel dans un four électrique à 600°C pendant 4 heures, Ces mesures ont été exprimées en pourcentage

2.1.7.1. Mode opératoire

Pesez d'abord la capsule de porcelaine vide légèrement chauffée au four pour séchage (M2) ensuite peser 5 g de miel (M0) déjà chauffé dans un bain marie à 50°C et verser dans cette Capsule. Carbonisez-le dans le four à moufle à une température de 600°C pendant 4 heures, jusqu'à l'obtention d'une cendre blanche. Après refroidissement, on note le poids de la capsule contenant les cendres (M1).

2.1.7.2. Expression des résultats

Le calcul du taux de cendres se fait selon la formule suivante (Bogdanov et al., 1995) :

$$\text{Teneur en cendres} = (M1-M2) / M0 \times 100\%$$

M1 : poids de la capsule avec les cendres.

M2 : poids de la capsule vide.

M0 : poids de miel.

2.2. Activité antioxydante

L'activité antiradicalaire des deux miels a été évaluée afin de vérifier l'activité antioxydante des miels. La méthode de mesure adoptée est basée sur la détermination du pourcentage de réduction du radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH).

2.2.1. Préparation de la vitamine C

Cette préparation est faite pour transformer la vitamine C poudre en liquide que nous avons utilisé comme témoin grâce à sa propriété antioxydante

Pour le dosage de l'acide ascorbique à l'aide d'un balance précise on a pesé 200mg de la vitamine C et homogénéisé avec 5ml de méthanol puis on mettre dans un bain marie pendant 2h à 100°C Suivi par une centrifugation à 6000 à 8000 tour/min pendant 15min et une filtration pour récupérer la phase liquide de la vitamine C.

2.2.2. Mode opératoire

2.2.3. Préparation de la solution mère

- La préparation de la solution DPPH nécessite 4mg DPPH avec 100ml de méthanol conserver dans un flacon hermétique couvrir avec du papier aluminium dans le réfrigérateur, le mélange est laissé sous agitation de temps en temps.
- Dans un premier temps, 3ml de chaque type de miel est introduit dans un tube à essai, auquel un volume de 3ml du méthanol est ajouté, l'ensemble est soigneusement mélangé avec un vortex. 1ml de chaque échantillon est additionné de 1ml de la solution de DPPH (tube 1), ensuite pour préparer des dilutions on prend 1ml de la solution du tube 1 ajouté dans le tube2 qui contient 1ml de méthanol et agitée ; répété cette étape 4 fois pour obtenir 5 concentrations.
- Chaque tube est couvert avec du papier aluminium et incubé à l'abri de la lumière pendant 30 min à température ambiante.

2.2.4. Lecture au spectrophotomètre

L'absorbance a été mesurée à 517 nm contre un blanc contenant tous les réactifs sauf l'extrait.

Le pourcentage de réduction du DPPH est exprimé selon l'équation suivante :

$$I \% = [(Abs\ blanc - Abs\ Echantillon) / Abs\ blanc] \times 100$$

Où :

Abs blanc : Absorbance du méthanol

Abs Echantillon : Absorbance de l'échantillon (Do)

La quantité en antioxydants de l'activité antiradicalaire est déterminée à partir des courbes d'étalonnage réalisées en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant l'acide ascorbique.

2.2.5. Calcul de l'IC50

2.3. Activité antimicrobienne

L'activité antibactérienne des miels est appréciée selon la méthode de l'aromatogramme.

2.3.1. Conservation des souches

A partir des souches pures, faire des repiquages dans des tubes de gélose de conservation en piqûre centrale et incubation 24h à 37°C. Les tubes sont ensuite conservés dans le réfrigérateur à 6±1°C. Les repiquages sont réalisés tous les 15jours.

2.3.2. Préparation de l'inoculum (suspension bactérienne)

A partir d'une culture pure sur milieu d'isolement, racler à l'aide d'une anse de platine quelques colonies bien isolées et parfaitement identiques, puis détacher l'anse dans 10ml d'eau physiologie et enfin bien homogénéiser la suspension par agitation manuelle.

L'ensemencement doit se faire 15 minutes après la préparation d'inoculum.

2.3.3. Préparation des échantillons

Les échantillons de miel ont été utilisés à des concentrations différentes : 100%, 75%, 50% et 25%. Ils ont été dilués à l'eau distillée.

2.3.4. Préparation des disques

Pour cette étude nous avons utilisé des disques stériles de 6 mm de diamètre et à l'aide d'une pince stérile, imprégner les dans les solutions des deux miels.

2.3.5. Préparation des milieux de culture

Pour 1L d'eau distillée peser 38g de milieu de culture Muller Hinton (MH) (pour les bactéries) et 30g de milieu de culture Sabouraud (pour les champignons), mettre le mélange dans une fiole et agiter et faites bouillir à l'aide d'un agitateur magnétique chauffant jusqu'à la dissolution complète ; ensuite verser les dans des flacons et stériliser a l'autoclave à 121°C pendant 15min.

2.3.6. Mode opératoire

Verser aseptiquement les milieux de culture liquéfier sur les boites de Pétri stériles près d'un bec benzène à raison de 15 ml par boite. Laisser refroidir et solidifier à température ambiante. Avec un écouvillon ensemercer la suspension microbienne sur la surface de gélose avec un angle de 60°, puis déposer les disques imbibés de miel sur la surface de gélose dans chaque boite. Les boites de pétri sont ensuite mises à l'étuve à 37°C pendant 24 heures pour les bactéries et à 30°C pendant 48h pour les champignons. Répéter l'expérience deux fois.

2.3.7. Lecture

Le diamètre de la zone d'inhibition est mesuré à l'aide d'une règle (double décimètre). Il correspond à l'endroit où la croissance bactérienne est inhibé. Les germes testés sont classés en « résistants », « intermédiaires » et « sensibles » selon l'importance de la zone d'inhibition produite.

Selon **Ponce et al. (2003)**, les diamètres des zones d'inhibition de l'activité antibactérienne sont classés en 4 classes à savoir :

- Non sensible (-) ou résistante : diamètre < 8 mm
- Sensible (+) : diamètre compris entre 9 a14 mm
- Très sensible (++) : diamètre compris entre 15 a19 mm
- Extrêmement sensible (+++) : diamètre >20 mm

2.4. Formulation d'emulgel

Notre travail s'est orienté vers la formulation d'un emulgel hydratant et purifiant corporel à base du miel et huile d'amande amère. Ces principes actifs ont été additionnés d'excipients qui permettent la mise en forme galénique. La liste des matières premières utilisées dans la formulation et de leurs différentes concentrations sont énumérées en Annexe2.

Nous avons réalisé plusieurs essais d'emulgels en modifiant les proportions afin d'obtenir la texture souhaitée, le protocole simple est détaillé ci- dessous :

- Préparation de la phase aqueuse : peser tous les composants aqueux de l'émulsion (le miel et le carbomair) et mélanger avec l'eau osmosée. L'ensemble est mis dans un bécher.
- Préparation de la phase huileuse : peser et mélanger tous les composants gras de l'émulsion dans un bécher (le reste des matières).
- La solubilisation des matières premières se réalise dans un bain-marie à une température d'environ 80°C.
- Mélanger des deux phases dans un pot en plastique.
- La dispersion et l'homogénéisation par l'ultra turrax (le mobile d'agitation pour un mélange axial de type Hélice qu'on a utilisé provoque un mouvement dans tout le récipient) se fait progressivement à 13 000 tours par minutes pendant environ de 10 minutes (elle n'est pas définie par des règles). Elle se fait de manière visuelle et à l'aide de l'expérience du formateur.
- Le parfum est ajouté lors de l'étape de refroidissement et de finition étant donné que c'est un ingrédient instable à haute température.
- Une caractérisation physicochimique et microbiologique a été réalisée sur l'ensemble des formules (un aspect homogène à l'œil nu et à l'examen microscopique, un pH voisin du pH cutané, une viscosité satisfaisante, une stabilité physico-chimique et microbiologique minimale de trois mois).

2.5. Contrôle de produit fini

2.5.1. Examen macroscopique

Nous avons contrôlé les paramètres suivants : la couleur, la consistance, l'homogénéité, la texture et une éventuelle séparation de phases.

2.5.2. Analyse microscopique

Cette analyse est réalisée par observation au microscope optique au grossissement 40x10 afin de mesurer la taille des globules, déterminer le sens de l'émulsion de base et rechercher des formes d'instabilités (floculation ou coalescence).

2.5.3. Mesure du pH

Le pH des emulgels doit être voisin du pH cutané (4,2-5,8). Sa détermination est importante car les variations de pH nous renseignent sur les éventuelles incompatibilités entre les différents composants et sur la mauvaise conservation (**Wehrle, 2007**)

2.5.4. Mesure de la viscosité

Cette mesure est réalisée à l'aide d'un viscosimètre rotatif à une température de 25,5°C. Le viscosimètre donne une lecture directe (mPa.s).

2.5.5. Essai de stabilité

L'impact de la centrifugation (centrifugeuse) pendant 15 minutes à une vitesse de 8000 tr/min permet d'observer l'évolution de l'aspect et la stabilité de notre produit.

2.5.6. Contrôle microbiologique

L'utilisation des produits d'origine végétale et d'une forte proportion de phase aqueuse constituent une source potentielle de contamination, alors qu'un produit cosmétique doit avoir une bonne qualité microbiologique afin d'assurer l'innocuité et la conservation des caractères organoleptiques. Le contrôle microbiologique est effectué en se référant à la **Pharmacopée Européenne 8ème édition (2013)** qui recommande un dénombrement des germes aérobies viables comprenant bactéries, levures et moisissures.

2.5.6.1. Préparation de la suspension mère

La suspension mère est préparée à partir de 10 ml de l'échantillon du produit d'essai mélangé avec 90 ml de diluant neutralisant (Neutralizing Broth DE) .Le mélange est laissé se reposer pendant quelques minutes pour le contact.

2.5.6.2. Mode opératoire

1ml de la suspension mère est mis dans chaque boite de pétri, le milieu gélosé est versée sur cette suspension (ensemencement en profondeur) ; la gélose PCR pour les germes totaux sont incubé à 32°C pendant 3 jours et la gélose Sabouraud pour les levures et les moisissures sont incubé à 25°C pendant 5 jours.

2.5.6.3. Lecture

La validation est réalisée en contaminant le produit avec des souches de référence et en effectuant le dénombrement contre un témoin sans produit. L'écart entre le témoin et l'essai ne doit pas excéder 50% (0.3 log). L'absence des colonies indique qu'il n'y'a pas de contamination donc le produit est conforme au contraire la présence des colonies qui dépasse les normes veut dire que le produit est non conforme.

Le nombre de colonies est calculée selon l'équation suivante : $X=N*1/D$; Où :

N : nombre de colonies trouvés dans la boite.

D : Dilution = 1/10.

2.5.7. Analyse rhéologique

Cette mesure est réalisée à l'aide d'un Rhéomètre rotationnel avec un logiciel "Rhéoplus" à une température de 20°C.

Les échantillons sont placés entre deux plans. L'application du plan supérieur sur le plan inférieur exerce une contrainte de cisaillement rotationnelle sur le matériau, et la déformation ou le taux de déformation résultant (gradient de vitesse) est mesuré.

RESULTATS ET DISCUSSION

1. Analyses physico-chimiques

Les résultats des différentes analyses physico-chimiques sont montrés dans le tableau 7.

Tableau 5 : Résultats des analyses physicochimiques des échantillons de miel

Analyse physico-chimique	Miel d'eucalyptus	Miel d'oranger	Normes de CODEX	Résultats antérieurs
Indice de réfraction (nD)	1,4908	1,4919		1.4740- 1.5044
Degré de Brix (%mas)	80,043	80,460		
Fructose (%mas)	81,62	82,01	60% min	
Glucose (%mas)	81,53	81,92	60% min	
Humidité (%mas)	18,893	18,499	20% max	
Sucre inverti (%mas)	81,46	81,86		65% min
Sucrose (%mas)	79,425	79,810		
Viscosité (mPa.S)	33,520	49,600		
Densité (g)	1,4228	1,4106		1.39 - 1.44g
pH	3,76	4		3,5 - 4,5
Acidité libre (Meq/Kg)	35,5	33	50 Meq/Kg max	
Acidité de lactone (Meq/Kg)	14	16,5		
Acidité totale (Meq/Kg)	49,5	49,5		
Conductivité électrique (mS/cm)	0,55	0,41	0,8 mS/cm max	
Teneur en cendres (%mas)	0,554	0,084		0.020-1.028%3

L'analyse des paramètres physico-chimiques est un critère de qualité du miel, souvent utilisé dans la routine de contrôle. Ces paramètres dépendent de divers facteurs tels que la saison de récolte, le degré de maturité atteint dans la ruche, les facteurs climatiques, l'origine botanique et l'espèce d'abeille (**Bakchiche et al, 2017**).

L'analyse des paramètres physiques et chimiques du miel étudié montre des résultats conformes aux normes CODEX et aux résultats antérieurs. Par ailleurs nous notons une différence de quelques paramètres entre les deux miels. Le miel d'eucalyptus présente des valeurs plus élevées pour la densité (1,4228g), la conductivité électrique ($0,55 \times 10^{-4}$ mS/Cm) et le teneur en cendre (0,554%) par rapport au miel d'oranger, cependant ce dernier se caractérise par une viscosité plus élevée (49,6 mPa.S). Les causes de ces variations sont liées, soit aux conditions de récoltes, de conditionnement et de conservation des miels, ou à leurs sources végétales et écologiques de provenance (**Koudegnan et al, 2021**).

2. Evaluation de l'activité antioxydante

Il n'existe pas, à l'heure actuelle, de méthode universelle, unique et fiable traduisant la capacité antioxydante. En effet, pour juger l'effet antioxydant global d'un extrait d'une ressource végétale ou alimentaire, l'utilisation de plusieurs tests d'activité est nécessaire (**Cao et Prior, 1998**). Le radical DPPH est l'un des substrats les plus couramment utilisés pour l'évaluation rapide et directe des activités antioxydantes en raison de sa stabilité et de la simplicité de l'analyse (**Alves, 2010**).

L'activité antiradicalaire des miels étudiés est exprimée par les pourcentages d'inhibition du radical libre, le DPPH. Les résultats obtenus sont montrés dans la figure 9.

Selon la figure 9 le miel d'oranger possède une activité antiradicalaire plus importante par rapport au miel d'eucalyptus, d'autre part nous notons presque une similarité d'inhibition entre le miel d'oranger et la vitamine C à la concentration 1 mg/ml (89,04 et 93,82 respectivement).

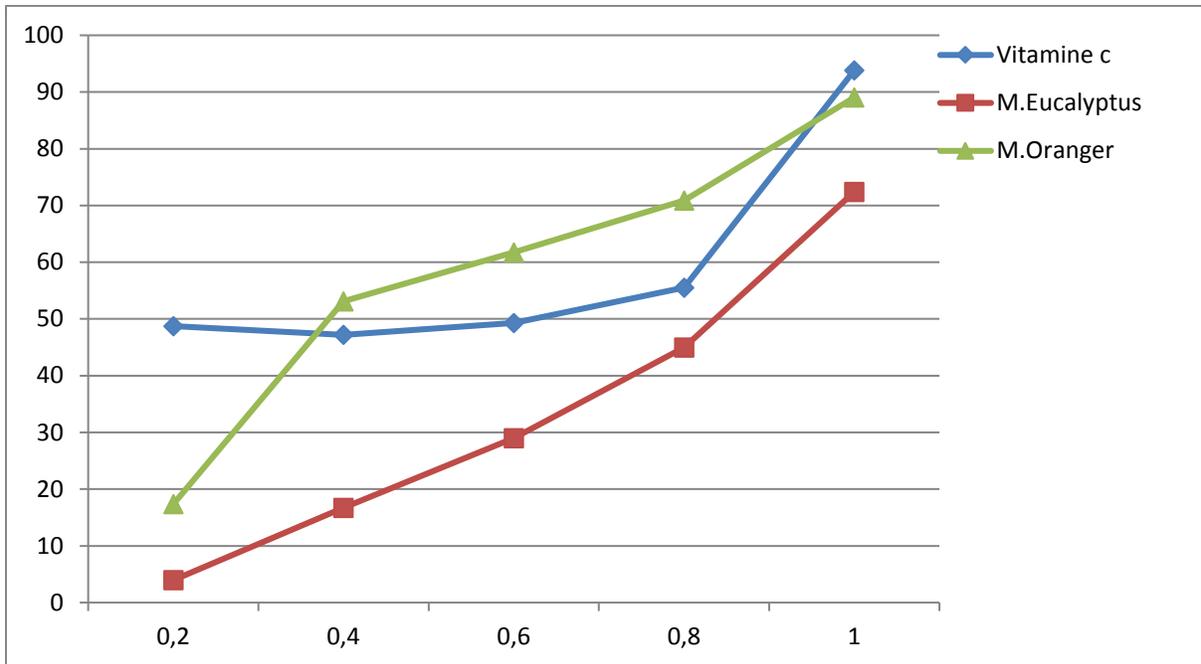


Figure 8 : Activité antiradicalaire des différents miels utilisés

Les valeurs d'IC50 des échantillons des miels étudiés et de la vitamine C sont différentes. La valeur la plus faible indique une forte capacité de piégeage des radicaux libres (**Kanoun, 2010**). La valeur la plus élevée est obtenue pour le miel d'eucalyptus (0,8mg/ml). Le miel d'oranger présente une valeur plus faible (0,49 mg/ml), cela confirme qu'il est doué d'un meilleur pouvoir antioxydant et ce qui explique probablement sa richesse en composés accepteurs de radicaux libres. Par ailleurs la vitamine C présente la plus faible valeur d'IC50 et donc son activité antioxydante est plus importante par rapport aux deux miels.

Le potentiel antioxydant du miel est proportionnel avec la teneur en polyphénols présents (**Beretta et al, 2005**). La teneur en composés phénoliques du miel est fortement affectée par les sources florales (**Sagdic et al, 2013**).

Les résultats des valeurs d'IC50 sont montrés dans la figure 10.

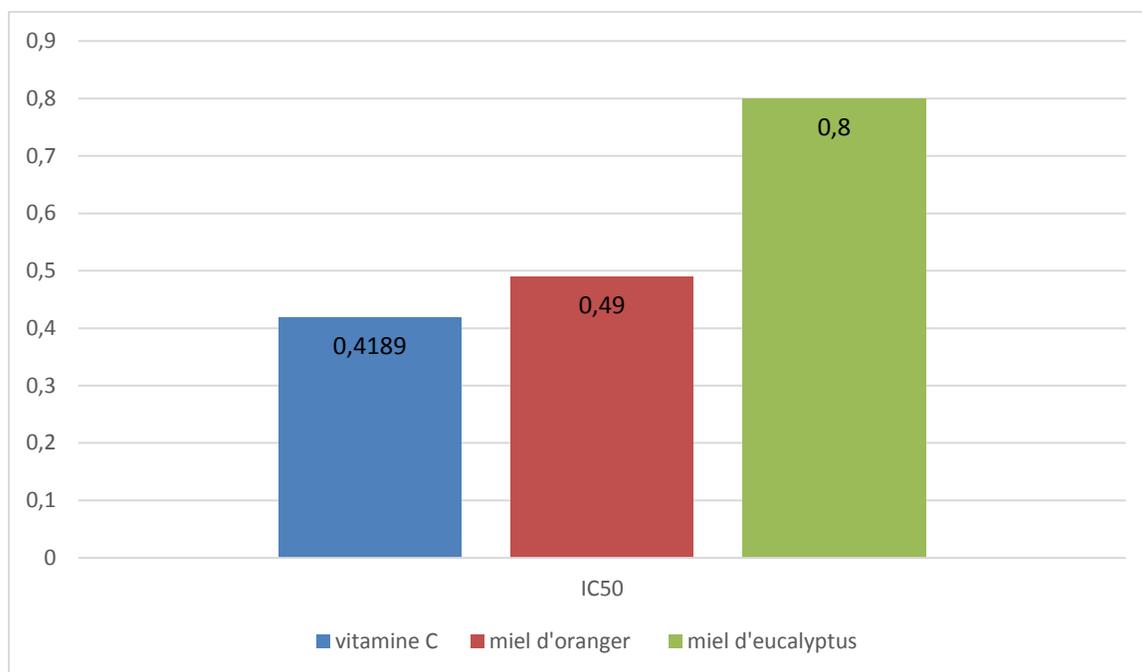


Figure 9 : Courbe d'étalonnage des concentrations inhibitrices à 50% (IC50%).

3. Evaluation de l'activité antimicrobienne

L'évaluation de l'activité antimicrobienne du miel est basée sur les mesures des diamètres (en mm) des zones d'inhibition de différentes dilutions des deux types de miel. Les résultats obtenus sont montrés dans le tableau 8 et la figure 30 dans l'annexe 3.

Tableau 6 : Moyennes des diamètres des zones d'inhibition des miels (à différentes concentrations) contre les souches microbiennes testées.

Souches testés	Miel d'eucalyptus				Miel d'oranger			
	100%	75%	50%	25%	100%	75%	50%	25%
<i>E. coli</i>	34±1,11 (+++)	27±0,82 (+++)	23±1,80 (+++)	12±5,24 (+)	33±2,04 (+++)	29±1,47 (+++)	27±1,11 (+++)	8±1,58 (-)
<i>P. aeruginosa</i>	41±0,8 (+++) ²	31±2,23 (+++)	25±1,22 (+++)	23±1,87 (+++)	36±2,54 (+++)	26±2,86 (+++)	24±0,82 (+++)	11±0,70 (+)

<i>S. aureus</i>	36±1,11 (+++)	25±6,37 (+++)	25±1,11 (+++)	19±6,29 (++)	10± 0,5 (+)	9,5± 0,5 (+)	8,5± 0,5 (-)	8± 0,7 (-)
<i>C. albicans</i>	6± 0,5 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)
<i>A. brasiliensis</i>	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)

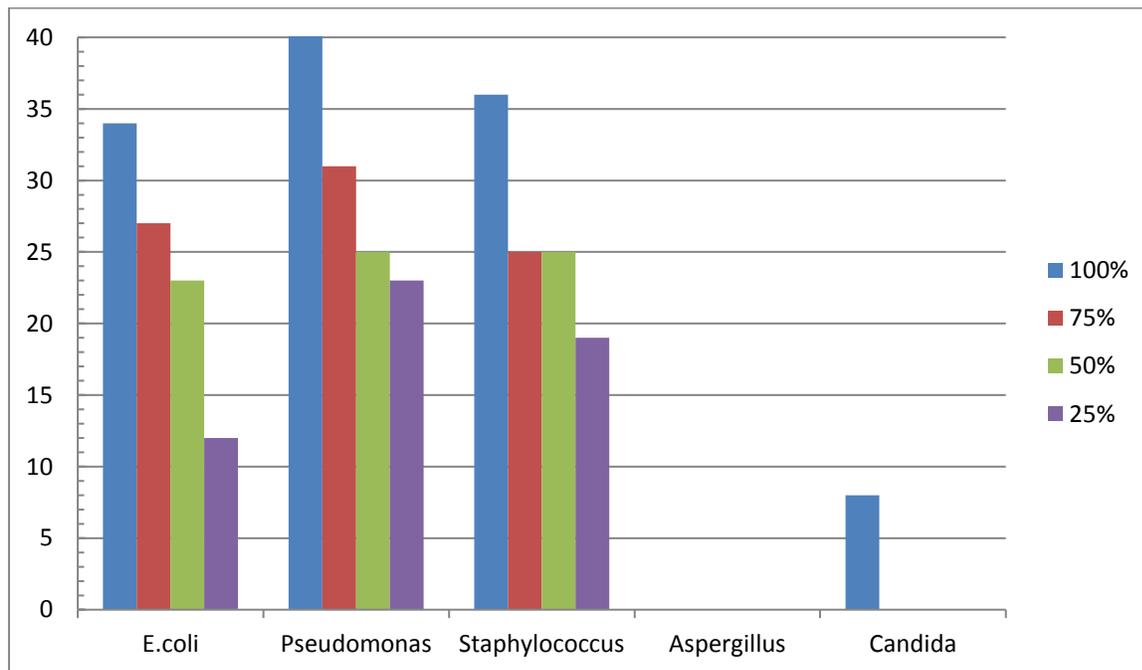


Figure 10 : Diamètres des zones d'inhibition générés par les disques du miel d'eucalyptus vis-à-vis des souches testées.

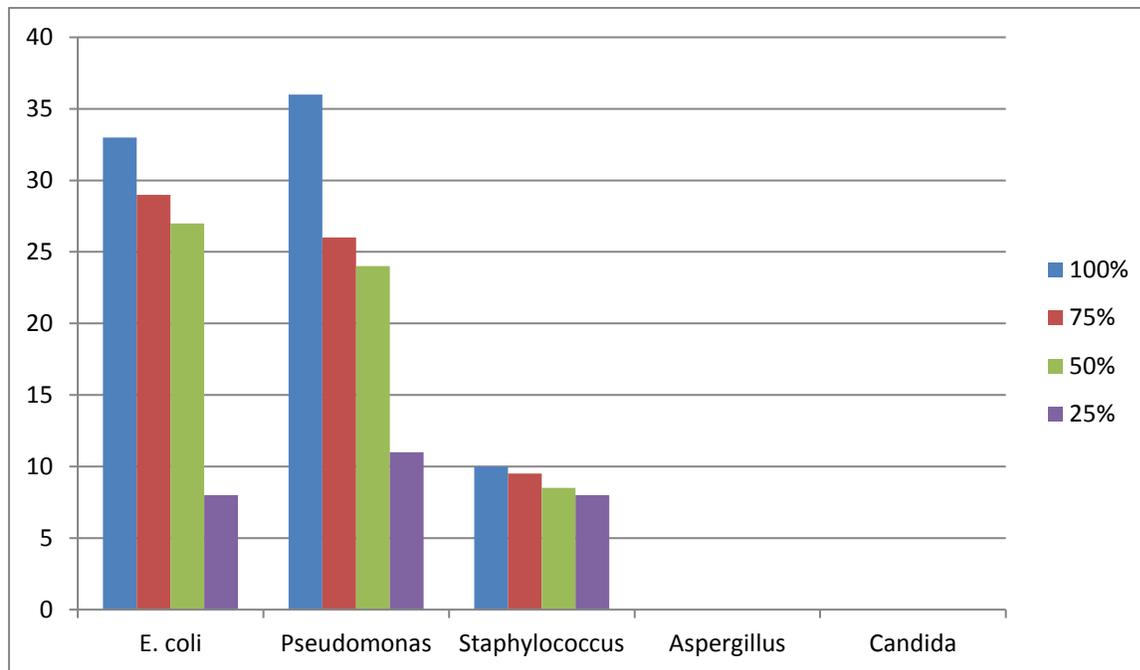


Figure 11 : Diamètres des zones d'inhibition générés par les disques du miel d'oranger vis-à-vis des souches testées.

Selon les résultats montrés le tableau précédent nous pouvons constater ce qui suit :

- Les souches bactériennes testées sont sensibles aux deux échantillons de miel, avec des différences d'un type à un autre et d'une souche à une autre.
- L'effet antibactérien des deux miels est plus important avec les échantillons purs non dilués, il diminue selon les concentrations. Plus sa concentration est faible plus l'activité est faible
- Le miel d'eucalyptus possède l'effet antibactérien le plus important sur les trois souches testées.
- Les souches *E. coli* et *P. aeruginosa* sont les plus sensibles à l'effet des deux échantillons de miel avec des diamètres des zones d'inhibition de 34mm, et 41mm respectivement pour le miel d'eucalyptus et de 33mm et 36 mm respectivement pour le miel d'oranger. Le miel semble avoir une activité importante sur les bacilles à Gram négatif non fermentant pourtant très fréquemment multi résistants (Merah et al, 2010).

- La souche bactérienne *S. aureus* est faiblement sensible à l'effet de miel d'oranger (10mm). Contrairement aux autres souches fongiques (*C. albicans* et *A. brasiliensis*) qui sont résistantes aux deux échantillons (moins de 6 mm).

D'après **Kerkvliet (1996)**, l'effet antimicrobien du miel peut partiellement être expliqué par son contenu important en enzyme, le glucose oxydase, qui active la transformation du glucose en acide gluconique et en peroxyde d'hydrogène.

D'après **Melliou et Chinou (2005)**, l'activité antibactérienne est révélée particulièrement efficace à fortes doses. Grâce à sa composition, le miel est un milieu défavorable aux microorganismes.

Premièrement, cette solution concentrée de glucides retire après l'absorption d'eau indispensable à la vie d'agents pathogènes (**Bogdanov, 1997**).

Deuxièmement, son degré d'acidité, valeur du pH le plus souvent faible inhibe la multiplication de la bactérie (**Torres et al, 2004**) ; (**Couquet, 2013**). En outre, Le peroxyde d'hydrogène est considéré comme la principale inhibitive du miel (**Adcock, 1962**) ; (**Mandel et al, 2012**).

4. Formulation et contrôle du produit fini

Dans le but de valoriser les miels étudiés dans l'industrie cosmétique, nous avons tenté de formuler un produit cosmétique (emulgel) stable et riche en composés naturels. Pour atteindre à cet objectif le miel est considéré comme conservateur dans le produit cosmétique formulé

Des formulations différentes sont préparées dans le but d'obtenir une émulsion stable facile à pénétrer à l'application en suivant le protocole réalisé par les laboratoires VENUS. Les caractérisations physiques des plus stables emulgels préparées sont représentées dans le tableau 9. Les figures 11 et 12 montrent l'observation microscopique de ces deux échantillons.

Tableau 7 : Evaluation physique des emulgels

Formulation	Miel utilisé	Couleur	Aspect physique	Examen microscopique	Centrifugation
1	Miel	Beige	Homogène, lisse et	Stable	Pas de déphasage

2	d'eucalyptus Miel d'oranger	clair Blanchâtre	fluide Homogène, lisse et crémeux	Stable	Pas de déphasage
---	-----------------------------------	---------------------	---	--------	------------------

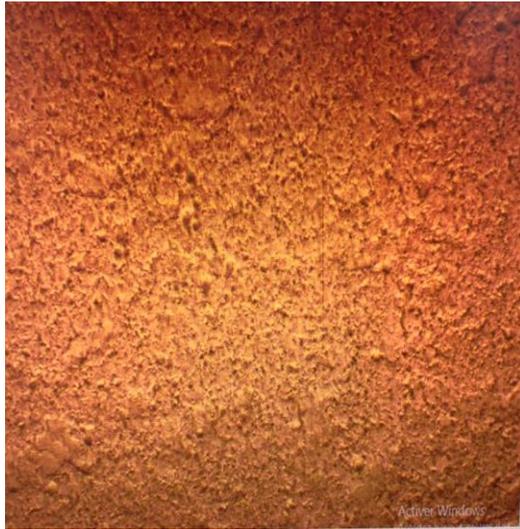


Figure 12: Observation microscopique (GR 400x) de l'emulgel à base de miel d'eucalyptus

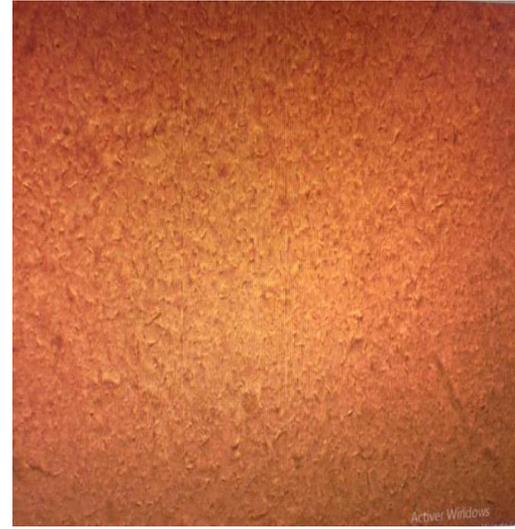


Figure 13: Observation microscopique (GR 400x) de l'emulgel à base de miel d'oranger

Le contrôle physicochimique des emulgels préparés est montré dans le Tableau 10. Les résultats obtenus montrent l'existence d'une viscosité différente. En effet, la viscosité de la formulation à base du miel d'eucalyptus est fluide (36,960 mPa.s) tandis que la viscosité de la formulation à base du miel d'oranger est crémeuse (70,800 mPa.s).

Tableau 8 : Analyses physicochimiques des emulgels

Produit fini	pH	Densité (g)	Viscosité (mPa.s)	Indice de réfraction (nD)
A base de miel Eucalyptus	5	0.87	36,960	1,3783
A base de miel Oranger	5	0.94	70,800	1,3736

5. Rhéologie

Les viscosités mesurées à 25°C sur les emulgels ont permis d'obtenir les rhéogrammes montrées dans les figures 13 et 14

Les différents rhéogrammes ont montré que la viscosité diminue avec l'augmentation de la vitesse de cisaillement du rhéomètre. Ces emulgels ont donc présenté un caractère rhéofluidifiant. Ce comportement montre un bon étalement de l'emulgel. Tout ceci nous a permis d'identifier une formulation stable à base de miel, onctueuse au toucher et homogène à l'œil nu. Ces emulgels présentent une bonne application cutanée.

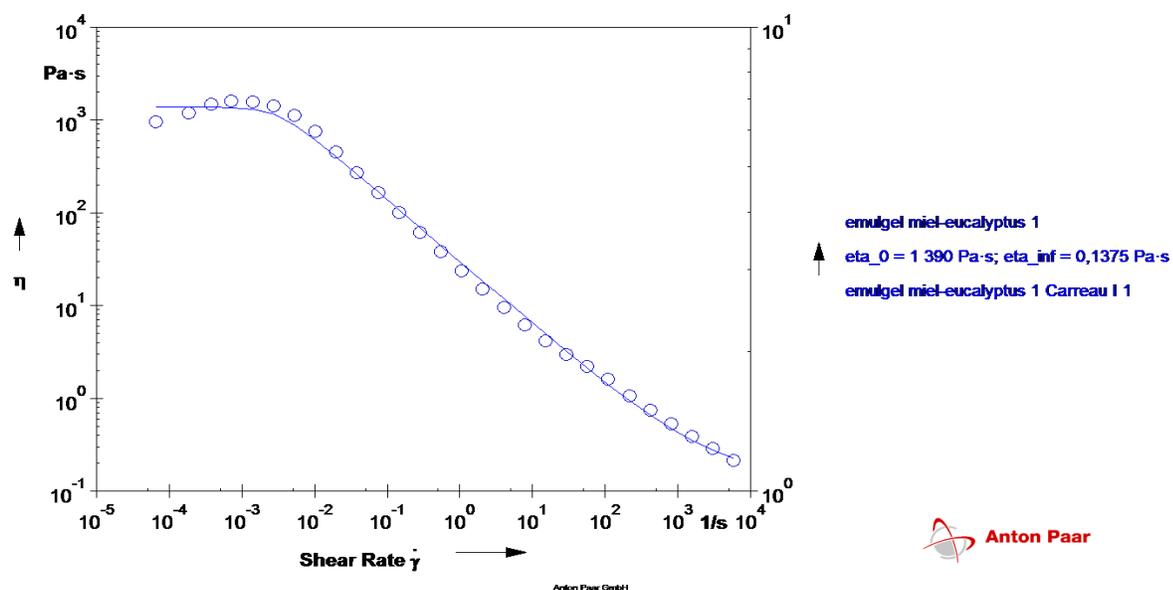


Figure 14 : Evolution de la viscosité en fonction de la vitesse de cisaillement d'emulgel à base du miel d'eucalyptus

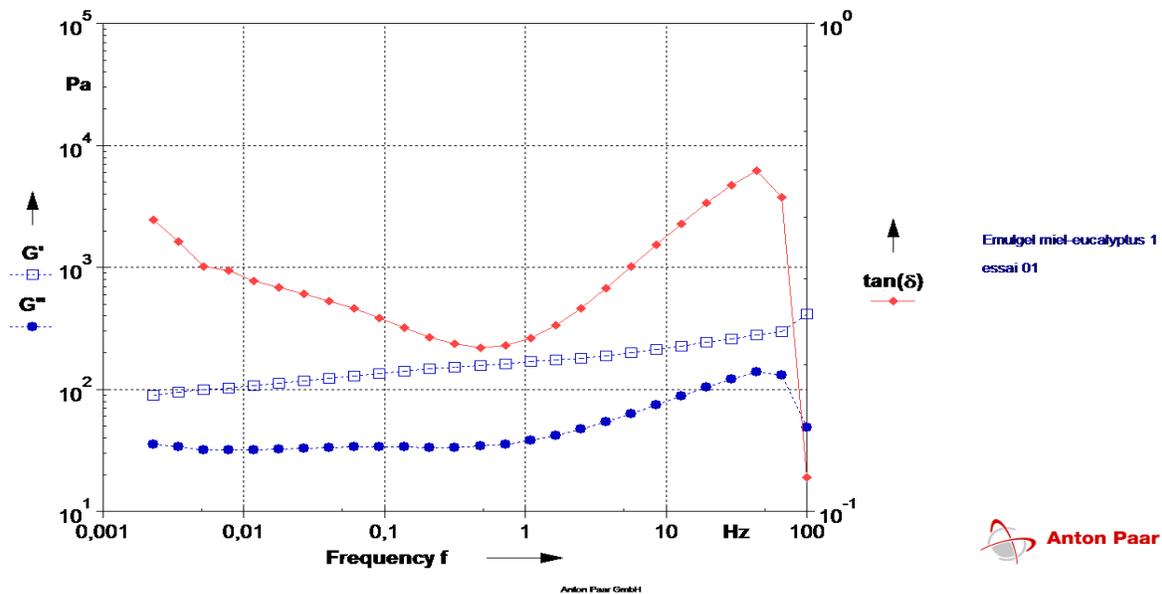


Figure 15 : Courbe de mouillabilité de l'emulgel à base du miel d'eucalyptus

6. Stabilité des emulgels

L'aspect et le contrôle microbiologique sont testés pour évaluer la stabilité des formulations préparées.

Aucun changement n'a été observé pour les formulations contenant le miel d'oranger (figure 15), même après 2 mois de conservation.

Concernant la formulation préparée par le miel d'eucalyptus nous distinguons, après 1 mois de conservation (figure 15), l'apparition de quelques pigmentations et des bulles d'air. Ceci indique que ce produit est susceptible à développer des contaminations microbiologiques.



Figure 16 : Les emulgels préparés après un mois

7. Contrôle microbiologique des emulgels

Après incubation pendant des différentes périodes (7 jours, 15 jours, un mois et 3 mois) pour la recherche des souches, aucune contamination n'a été détectée pour l'emulgel à base de miel d'oranger. En conséquence, l'absence de microorganismes spécifiques recherchés pour la voie cutanée. Pour l'emulgel préparé à base de miel d'eucalyptus, nous avons noté le développement d'une souche fongique après un mois de conservation. Selon la responsable de laboratoire microbiologique de l'entreprise VENUS, ce type de souche peut s'agir de la souche fongique *A. brasiliensis* et étant donné que le miel utilisé n'a pas d'activité inhibitrice contre cette souche.



Figure 17 : Résultats du contrôle microbiologique des emulgels après un mois



Figure 18 : Résultats du contrôle microbiologique des emulgels après 2 mois

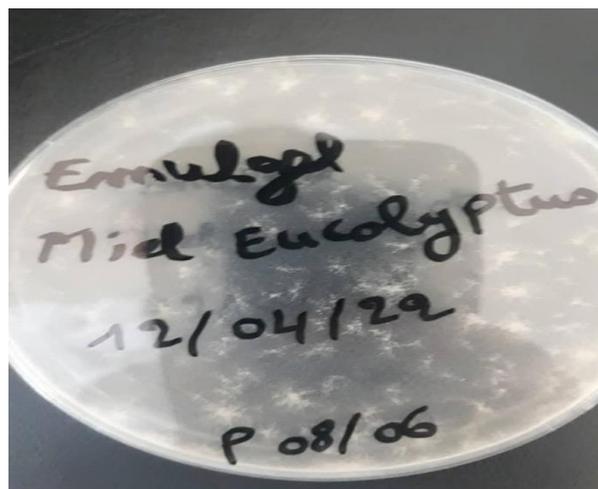


Figure 19 : Résultats du contrôle microbiologique des emulgels après 2 mois

Les deux emulgels obtenus possédaient une consistance convenable, un étalement facile et une sensation de fraîcheur à l'application, de plus, l'examen microscopique montre une dispersion homogène de globules de taille moyenne sans aucune instabilité, le pH se rapprochait du pH cutané (4,2 - 5,8) (**Wehrle, 2007**), la viscosité obtenue pour les différents emulgels était acceptable pour une formule stable et compatible avec un bon étalement sur la peau. La stabilité montre que le protocole proposé par les spécialistes de l'entreprise VENUS pour préparer un emulgel est efficace. Les résultats de l'essai microbiologique effectué sur l'emulgel à base de miel d'oranger ont prouvé et confirmé sa qualité, contrairement à l'emulgel formulé à base de miel d'eucalyptus sur lequel on a noté la présence d'une souche fongique. Ceci indique que ce miel ne peut être utilisé pour la conservation.

CONCLUSION

Conclusion

Ce travail rentre dans le cadre de valorisation des plantes mellifère et les miels.

Cette étude vise l'évaluation des activités antimicrobiennes et antioxydantes des miels d'eucalyptus et d'oranger collectés des forêts de Cherchell.

Les analyses physicochimiques des miels ont montrés leur conformité de ces aux normes CODEX

L'activité antimicrobienne réalisée selon la méthode d'antibiogramme a montré que le pouvoir d'inhibition du miel d'eucalyptus est important contre les souches *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* et plus particulièrement contre la bactérie *Pseudomonas aeruginosa*.

De même le miel d'oranger se caractérise par un pouvoir d'inhibition contre les mêmes souches exception faite pour la souche *Staphylococcus aureus* qui est montre une légère sensibilité à ce miel. Les souches fongiques, *Aspergillus brasiliensis* et *Candida albicans*, sont résistantes aux deux miels étudiés.

L'activité antioxydante a été évoluée selon la méthode de piégeage de radicale libre (DPPH), les résultats obtenus ont montré que nos miels possèdent une activité antioxydante non négligeable notamment pour le miel d'oranger.

En perspective, ce travail doit être complété par d'autres études car il est étape préliminaire pour des études plus approfondies et plus accomplies incluant :

- Effectuer plus d'analyses physicochimiques telles que l'HMF.
- Ajouter un conservateur antifongique, de préférence naturel.
- Essai d'incorporation dans d'autres types de produits cosmétiques.
- Utiliser d'autres variétés de miels pour comprendre la cause de la contamination du produit cosmétique.

Référence

A

Adcock, D. (1962). «The effect of catalase on the inhibine and peroxide values of various honeys». J. Apicult. Res, vol.1, p.38-40.

Al M.L. ,Dezmirean D. , Moise A. Bobis O. ,Laslo L. et Bogdanov S. (2009).
Physicochemical and bioactive properties of different floral origin honeys from Romania. Food chemistry. 112: p.863-867.

Alphandéry (1992) - La route du miel: le grand livre des abeilles et de l'apiculture. Ed Nathan, 1992. P 125

Alvarez (2010) - Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. Food and Chemical Toxicology, 48(8), p.2490 - 2499.

Al-Waili N., Salom K., Al-Ghamdi A. A., (2011). Honey for wound healing, ulcers, and burns; data supporting its use in clinical practice. 6cLient Lfc: world-journal 11, p.766-787.

Amrouche L. et Kessi L. (2003) - Etude de la qualité physico-chimique de quelques miels. Mémoire. Ingénieur. U.S.T.H.B. ALGER. P.49.

Anchling F, (2005) - Sommet de développement des colonies, mais quid de la première récolte. Revue j'abeille de France N°915, p.07.

Assia Amri, Ali Ladjama et Ali Tahar (2007) - Etude de quelques miels produits à l'est Algérien: Aspect physico-chimique et biochimique. Laboratoire de Biochimie Appliquée, Faculté des Sciences, Département de Biochimie, Université Badji Mokhtar Algériens. Thèse de Doctorat de Biologie en Biochimie, Faculté des Sciences de la nature et de la terre. Université d'Oran, p.28-43.

Ayouaz Sabrina, Benmamas Fatima (2017) - Etude de la viscosité de quelques produits de CEVITAL. Mémoire de Master en Sciences Alimentaires. Université Abderrahmane Mira. Bejaïa. p.5 - 7.

B

Bahloul K. lescahiersdelislam.fr

Bahloul R. et Meziani A. (2017). Etude phytochimique comparative entre le miel introduit et le miel d'origine Algérienne, mise en évidence de l'activité antibactérienne et antifongique du

miel, Mémoire pour l'obtention du diplôme de master d'ingénieur, Université des Frères Mentouri, Constantine, p.1.

Bakchiche et al. (2017). Caractéristiques physico-chimiques, concentrations en composés phénoliques et pouvoir antioxydant de quatre variétés de miels locales (Algérie).

Belhaj O, Oumato J, Zrira S. (2015). Étude physico-chimique de quelques types de miels marocains. Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires.

Benhanifia MB, Boukraâ L, Hammoudi SM, Sulaiman SA, Manivannan L. (2011). Recent patents on topical application of honey in wound and burn management. Recent Pat Inflamm Allergy Drug Discov; 5(1): p.81-6.

Beretta, G., Granata, P., Ferrero, M. Orioli, M., Facino, R M. (2005). Standardization of antioxidant properties of honey by a combination of spectrophotometric/ fluorimetric assays and chemometrics. Analytica chimica, 533: p.185–191.

Bertoncelj J., Dobersek U., Jamnik M. et Golob T. (2007). Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey Food Chemistry. 105: p.822-828.

Blanc M. (2010). Propriétés et usage médical des produits de la ruche. Thèse de doctorat, Univ. Limoges, p.142.

Bogdanov et al, (2005) - Miels monofloraux Suisse .ALP Forum 23 : p.1 - 55.

Bogdanov S., lüllmann C., Martin P., Von Der Ohe W., Russmann H., Vorwohl G., Persanooddo L., Sabatini G A., Marcazzan G L., Piro R., Flamini C., Morlot M., Lheretier J., Borneck R., Marioleas P., Tsigouri A., Kerkvliet J., Ortiz A., Ivanov T., D'Arcy B., Mossel. B And Vit P. (2002). Honey Quality, Methods of Analysis and International Regulatory Standards, Review of the Work of the International Honey Commission, Liebefeld Switzerland, Swiss Bee Res. Center.

Bogdanov S; Matzke, A (2003) - La propolis un antibiotique naturel. Edition VDB 6235 Winikon, p.72.

Bogdanov, S. (1997). «Nature and origin of the antibacterial Substances in honey». Lebensmittel Wissen hard und Technology, vol.30, p.748- 753.

Bogdanov, S., Pascale, B. (2001). « Propriétés antibiotiques naturelles du miel». Centre Suisse de recherché: Apicole, p.1-8.

Bogdanov, YA et al. (1995). Ferromanganese nodules of the Kara Sea. *Oceanology*, 34(5), p.722-732.

Bonté F, Rossant A, Archambault JC, Desmoulière A. (2013). Miels et plantes : de la thérapeutique à la cosmétique. *Actualités Pharmaceutiques*. n° 63, p.22-28.

Bradbear N., (2005). Apiculture et moyens d'existence durables. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. ISSN 1813-6001, Rome, p.64.

Bruneau E. (2004) - Les produits de la ruche, Ed: RUSTICA, p.354 - 384.

Bruneau E. (2009). Chapitre IX : Les produits de la ruche in Clément H. et al. *Le Traité Rustica de l'apiculture* Editions Rustica, Paris, p.354-387

C

Cao, G. et R. L. Prior. (1998). "Comparison of different analytical methods for assessing total antioxidant capacity of human serum." *Clinical Chemistry* 44(6): p.1309-1315.

Carre b, Gomez j, Melcion b, Giboulot, (1994) - La viscosité des aliments destinés à l'apiculture. Utilisation pour prédire la consommation et l'excrétion d'eau.

Cavia Maria M., Fernández-Muino Miguel A., Alonso-Torre Sara R., Huidobro José F., Sancho Maria T. (2007). Evolution of acidity of honeys from continental climates: Influence of induced granulation. *Food Chemistry*, Volume 100, Issue 4, p.1728 - 1733.

CHAUVIN R. (1968). Action physiologique et thérapeutique des produits de la ruche. In : *Traité de biologie de l'abeille*. Editions Masson et Cie, Paris, Tome 3, p.116-154.

Codex Alimentarius, (2001 modifié en 2019). Norme pour le miel CXS 12-19811 Adoptée en 1981. Révisée en 1987 et 2001. Amendée en 2019.

Couquet Y., Desmoulière A. & Rigal M. L., (2013). Les propriétés antibactériennes et cicatrisantes du miel. *Actualités Pharmaceutiques* 52, p.22-25.

Cushnie, T., Lamb, A. (2005). «Antimicrobial activity of flavonoids». *Int J Antimicrob Agents*, vol.26, p.343-346.

D

Da Silva P.M., Gauche C., Gonzaga L.V., Oliveira Costa A. C., Fett. R. (2015) - Honey: Chemical composition, stability and authenticity, *Food Chemistry*.

Darrigol (1979) - Le miel pour votre santé, St-jean-de-Braye (France), Edition Dangles, p.140.

Delphine, I. (2010). « Le miel et ses propriétés thérapeutiques ». Thèse du doctorat.

Deschamps V.C. (1998) Production et commercialisation du miel, Thèse de doctorat vétérinaire, Université Paul Sabatier, Toulouse. P.118 .

Descottes, B. (2004). « Le miel comme agent cicatrisant». Th.doc médecine. Université Toulouse III-Paul SABATIER. Limoges. p.32-3.

Donadieu (2008) - Les Produits De La Ruche. Thérapeutiques naturelles. Edit, Maloine S. A, Paris.

DONADIEU. Y. (1978). Le miel thérapeutique. 2éme Ed Maloine S.A .Paris. p.28.

Downey G., Hussey K., Kelly J. D., Walshe T. F. and Martin P.G. (2005) - Preliminary contribution to the characterization of artisanal honey produced on the island of Ireland by palynological and physic-chemical data. Food Chemistry, 91: p.347-354.

E

El amri et al.. J. Appl. Biosci. (2014). Étude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de *Teucrium capitatum* L et l'extrait de *Silène vulgaris* sur différentes souches testées. Journal of Applied Biosciences 82:7481– 7492.

Emmanuelle et al, (1996) - Les Constituants Chimiques du Miel. Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaire. APISERVICES, Galerie Virtuelle apicole.

F

Fallico B.,Zappalà M ., Arena E ., Verzera A.(2004). Effects of conditionng on HMF content in unifloral honeys .Food Chemistry , Volume 85, Issue 2, p.305-313.

Fernandez X, Merck F, Kerdudo A (2012). Conservateurs pour cosmétiques - Généralités et conservateurs antimicrobiens. Conservation des produits cosmétiques.

Fernandez X, Merck F, Kerdudo A (2012). Conservateurs pour cosmétiques - Antioxydants et anti-UV. Antioxydants naturels.

G

Gibran ; Valencia (2012) - Review on emulgel formulations with non-steroidal anti-inflammatory drugs for topical administration, Pharma Science Monitor Journal.

Gonnet M. (1982) - Le miel: composition, propriétés, conservation. INRA station expérimentale d'apiculture, 1982, p.1-18.

Gonnet M. (1986) - Miel de tournesol. Revue Française d'Apiculture ; 464, p.60-62.

Gonnet. M, Vache. G, (1985). Le gout de miel. Ed. UNAF, Paris. P.150.

GOUT J. 2009, CHAUVIN R. (1968). Le miel. Editions Jean-Paul Gisserot, Paris, 64 p. Action physiologique et thérapeutique des produits de la ruche. In : Traité de biologie de l'abeille. Editions Masson et Cie, Paris, Tome 3, p.116-154.

Graciela Ojeda de Rodriguez Graciela, Betzabe Sulbara de Ferrer, Alexis Ferrer, Belkis Rodriguez (2002) - Characterization of honey produced in Venezuela. Laboratorio de Alimentos, Departamento de Quimica, Facultad de Ciencias, Universidad del Zulia.

GUARCH C. 2008 et CHANAUD P. (2010). Le miel. Cuisine, santé et beauté. Editions Cabédita, Yens sur Morges, 72 p. Action physiologique et thérapeutique des produits de la ruche. In : Traité de biologie de l'abeille. Editions Masson et Cie, Paris, Tome 3, p.116-154.

H

Hardenia et al, (2014) - International journal of pharmaceutical sciences and research. P.1653 -1660.

Hoyet, C. (2005). « le miel : de la source à la thérapeutique». Thèse de doctorat. Université Henri Poincaré-Nancy 1, p.96.

Huchet (1996). Les constituants chimiques du miel. Méthode d'analyse chimique. Département de science et l'aliment. Ecole Nationale Supérieure des Industries et Alimentaire. France. P.16.

HARMONISED METHODS OF THE INTERNATIONAL HONEY COMMISSION (I.H.C) (2002) - International Honey Commission, Swiss Bee Research Centre, p.62.

J

JOURNAL OFFICIEL DU GRAND-DUCHE DE LUXEMBOURG (J.O.L) (1970) - Règlement ministériel du 5 février 1970 fixant les méthodes d'analyse de référence en matière de miel et des produits similaires. Le Ministère de la santé Publique, N°. 12, p.292-321.

Jean- prost (2005). Apiculture. Connaître l'abeille, conduire le rucher 7ème édition, Tec & Doc Lavoisier, p.698.

K

Kaškonienė, Venskutonis, & Čeksteryte, (2011) - Sugar analysis for authenticity evaluation of honey in Lithuanian market

Kašonienė V., Venskutonis P.R., Čeksterytė V. (2010). Carbohydrate .Carbohydrate composition and electrical conductivity of different origin honeys from Lithuania LWT Food Science and Technology ,Volume 43,Issue 5, June 2010 , p.801-807.

Kerdudo A. (2014). Optimisation de la conservation des cosmétiques : impact de la formulation, recherche de nouveaux conservateurs naturels, encapsulation. Université Nice Sophia Antipolis.

KERKVLiet JD. (1996). Screening method for the determination of peroxide accumulation in honey and relation with HMF content. J. Apicult Res, 35, p.110-117.

Khoo, Y.T., Halim, A.S., Singh, K. B et Mohamed, N.A. (2010). wound contraction effects and anti-bacterial properties of Tualang honey on full-thickness burn wounds in rats in comparison to hydrofibre. BMC Complementary and Alternative Medicine. p.10-48.

Koudegnan et al. (2021). Caractérisations physico-chimiques des miels de la zone Guinéenne du Togo.

Küçük M., Kolaylı S., Karaolu S., Ulusoy E., Baltacı C and Candan F. (2007). Biological activities and chemical composition of three honeys of different types of Anatolia .Food Chemistry, 100: p.526-534.

L

Larousse, (1980). Petit Larousse illustré. Ed librairie Larousse. Format broche.

LAVIE P. 1968 et TOMCZAK C. (2010). Les substances antibiotiques dans la colonie d'abeilles. In : CHAUVIN R. Traité de biologie de l'abeille.

Lequet, L. (2010). Du nectar a un miel de qualité : Contrôles analytiques du miel et conseils Pratiques à l'intention de l'apiculteur amateur; thèse de Doctorat en vétérinaire, Université de Claude-Bernard - Lyon I (Médecine - Pharmacie). p.85.

Lobreau C, Marmion V, Clement M-C. (1999) - Les miels. In «Techniques de l'ingénieur». p.1-20.

Loiriche, (1984) - Les Abeilles Pharmaciennes Aillees . Pp. 25–27. Mouscou, Russia: Ed. Mir.7

Louveaux J. (1959). La technologie du miel (1) Les Annales de l'Abeille, INRA Editions, 2 (4), pp.343-354. hal-00890128.

Louveaux, (1961) - Les abeilles et l'apiculture à l'INRA

Louveaux, (1968) - Composition propriété et technologie du miel. Les produits de la ruche in traité de biologie de l'abeille. Tome 03.Ed Masson et Cie. p.389.

M

Maameri, Z. (2014). Pistacia lentiscus L. Evaluation pharmaco toxicologique. Thèse. doctorat en Sciences. Constantine.

Maglon G. et vanwijek R. (2003). Guide des plaies .Ed.J.L. Eurotext ,paris, p.102.

Makhloufi (2010) - Etude physico-chimique et palynologique de quelques miels de nord

Makhloufi C, Kerkvliet D , Ricciardelli D'albore G, Choukri A , Samra R (2010).

Characterization of Algerian honeys by palynological and physicochemical methods . Apidologie 41: p.509-521.

Mandal, M.D., Mandal, S. (2011). «Honey: its medicinal property and antibacterial activity». Asian Pac J Trop Biomed, vol.1, n°2, p.154-60.

Marceau. J, Noreau. J et Houle. E, (1994) - Les HMF et la qualité du miel. Volume 15 numéros. Fédération des Apiculteurs du Québec .service de zootechnie, MAPAQ.04p.

Marchenay P., (1984). L'homme et l'abeille. Ed. Berger-Leviat, Paris, p.27-41 ; p.140-142.

Martini. (2008). BTS Esthétique – cosmétique. Cosmétologie.

Martini. (2009). Cosmétologie masculine. Edition médicale international.

Meda A. (2005). Utilisations thérapeutiques des produits de la ruche. Etude phytochimique et activités biologiques des miels de Burkina Faso. Thèse de doctorat. Université d'Ouagadougou: p.186.

Melliou et Chinou. (2005). Chemical constituents of selected unifloral Greek beehonyes with antimicrobial activity. Food Chemistry 129: p.284-290.

Merah M., Bensaci Bachagha M. et Boudershem A. (2010). Etude de l'effet antimicrobien de trois échantillons du miel naturel récoltés du territoire algérien. *Annales des Sciences et Technologie* Vol. 2, N° 2.

Misirlioglu A., Eroglu S., Karacaoglan N., Akan M., Akoz T., et al., (2003). Use of honey as an adjunct in the healing of split-thickness skin graft donor site. *Dermatol Surg* 29, p.168-172.

Molan P.C.(2002) « Hydroxymethylfural (HMF) and related compounds. In : Stadler R.H. ,Lineback D.R . (Eds) ,ProCESS- Induced food Toxicant: occurrence , formation mitigation , and health risks . Wiley-Blackwell: Hoboken.135

MOIAN P.c. (2001). Why honey is effective as a medicine, Honey healing, (a), éditions P. Munn and R. Jones, International bee research Association.73(1) ; p.5-28.

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

Molan, P.C. (1992). «The antibacterial activity of honey.1.the nature of the antibacterial activity». *Bee world*, vol.73, p.59-76.

Mortazavi et al, (2003) - An Investigation into the Effect of Various Penetration Enhancers on Percutaneous Absorption of Piroxicam. p.135 - 140.

N

Ndife J., Abioye L., Dandago M., (2014). Quality Assessment of Nigerian Honey Sourced from Different Floral Locations, *Official Journal of Nigerian Institute of Food Science and Technology* 32 (2), p.48-55.

O

Ojeda de rodríguez G, Sulbarán de Ferrer B, Ferrer A, Rodríguez B., (2004). Characterization of Honey produced in Venezuela, *Food Chemistry* 84, p.499-502.

Oudjet K. (2012). Le miel une denrée à promouvoir. *Etudes et Enquêtes*. P.33.

P

Pant et al, (2015) - A Novel Approach for Topical Drug Delivery System–Emulgel, *MAT Jounals*. P.27-32.

Panwar et al, (2011). Journal of Comprehensive Pharmacy. ISSN NO: 2349-5669. P.34 – 37.

Ponce et al, (2003). Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie 36: p.679 – 684.

Phad et al, (2018) - Emulgel: A Comprehensive Review for Topical Delivery of Hydrophobic Drugs. Review article. Asian Journal of Pharmaceutics.

Philippe (1991) - Le guide de l'apiculture. ed SUD. P.347.

Pakhare A. V. ;Deshmane S. V. ;Deshmane S. S. ;Biyani K. R. (2017). Design and Development of Emulgel Preparation Containing Diclofenac Potassium. Asian Journal of Pharmaceutics. Oct-Dec. (Suppl) p.11.

Pascale WEHRLE.(2007). Pharmacie Galénique : formulation et technologie pharmaceutique. Edition Maloine. Paris- France. p.191-207.

Pensé-Lhéritier. (2014). Conception des produits cosmétiques. La formulation.

Potterat O., Hostettmann K. (1995). Plant sources of natural drugs and compounds, [In] Encyclopedia of Environmental Biology, vol. 3, Editor. London: Academic Press Inc. p.139-153

Prost j.p. (2005) - Apiculture, connaître l'abeille, conduit du rucher.7ème édition. Paris, p.689.

R

Recondo M.P. ; Elizalde B.E. ; Buera M.P. (2006) Modeling temperature dependence of honey viscosity and of related supersaturated model carbohydrate systems. Volume 77, Issue 1, November 2006, p.126-134.

RÈGLEMENT (CE) No 1223/2009 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 30 novembre 2009. relatif aux produits cosmétiques. Journal officiel de l'Union européenne.

Règlementation des produits cosmétiques. ANSM – novembre 2014.

Rossant (2011) - Le miel, un composé complexe aux propriétés surprenantes. Thèse de doctorat, Univ. Limoges, p.132.

S

Sagdic O., Silici S., Ekici L. (2013). Evaluation of the phenolic content, antiradical, antioxidant, and antimicrobial activity of different floral sources of honey. *International Journal of Food Properties* 16: p.658–666.

Schweitzer (2003) - Sur les sentiers des miels de France. L'analyse physico-chimique des miels, L'abeille de France, p891.

Silverio L.A., Iturralde G, García-Tenesaca M., Moreta J.P., Narváez-Narváez D.A., RojasCarrillo M., Tejera E., Beltrán-Ayala P, Giampieri F. & Alvarez-Suarez J.M. (2018). Physicochemical parameters, chemical composition, antioxidant capacity, microbial contamination and antimicrobial activity of Eucalyptus honey from the Andean region of Ecuador. *Journal of Apicultural Research*. ISSN: 0021-8839.

Sunil Kumar et al, 2016) - Emulgel: a new approach for enhanced topical drug delivery. Article de revue Vol 9, Issue 1)

T

Theunissen, F., Grobler, S., Gedalia, I. (2001). «The antifungal action of three South African honeys on *Candida albicans*». *Journal of Apidologie*, vol. 32, p.371– 379. (Science Direct).

Torres, A., Garedew, G., Schmlöz, E., Lamprecht, I. (2004). « Calorimetric investigation of the antimicrobial action and insight into the chemical properties of “angelita” honey, a production of the stingless bee *Tetragonisca guayanaensis* from Colombia». *Thermo chimica Acta*, vol.415, n°1-2, 7, p.107-113.

Tosi E.A. ; Lucero L ; Bulacio (2004) - Effect of honey high-temperature short-time heating on parameters related to quality, crystallisation phenomena and fungal inhibition. Volume 37, Issue 6, September 2004, p.669-678.

W

White JW, Riethof ML, Subers MH, Kushnir I (1962) Composition of American honeys. Tech Bull US Dept Agric 1261

Y

Yaiche Achour, H. Khali, M. (2014). « Composition physicochimique des miels algériens. Détermination des éléments traces et des éléments potentiellement toxiques ». Afrique Science, vol. 10, n°2, p.127 – 136.

Z

Zappala, M., Arena, E., & Verzera, A. (2004). Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys. Food Chemistry, 85(2), p.305-313.

Zweier J. L., Hassan., Talukder M. A., (2006). The role of oxidants and free radicals in reperfusion injury. Cardiovascular Research 70(2), p.181-190.

Sites web

Bernard PERSONZ, Dragos RADENKOVIC, « RHÉOLOGIE », Encyclopædia Universalis [en ligne], consulté le 1 juillet 2022. URL :

<https://www.universalis.fr/encyclopedie/rheologie/>

Knox A. Harnessing honey's healing power 2004.

<http://news.bbc.co.uk/2/hi/health/3787867.stm>

Lennquist (2020) <http://www.reseau-environnement-sante.fr/>

Pr. Marie-Noëlle Maillard <http://chimactiv.agroparistech.fr/fr/aliments/antioxydant-dpph/savoir-plus/3>

Velghe, C. (2016). Miel valeurs nutritionnelle et bienfaits.

<http://dspace.univtlemcen.dz/handle/112/12406>

Annexes

Annexe I : Matériel non biologique

Tableau 9 : Liste de l'appareillage de l'activité antioxydant, de l'activité antimicrobienne et des paramètres physicochimiques

Verrerie	Appareils	Autre
Tubes à essais	Centrifugeuse	Seringues
Bécher	Vortex	Cuves
Fiole jaugée	Spectrophotomètre	Boîtes de Pétri
Erlen meyer	Balance	Ance de platine
Pipette graduée	Agitateur magnétique	Spatule
Pycnomètre	Agitateur mécanique	Ecouvillons
Entonnoir	Conductimètre	Micropipette
Eprouvette	Autoclave	Flacon
Lame et lamelle	Bec benzène	Pince
	Etuve	Disques
	Bain marie	NaOH
	pH mètre	H ₂ SO ₄
	Réfractomètre	Ethanol
	Rhéomètre	Méthanol
	Viscomètre	DPPH
	Microscope optique	Milieu MH
		Milieu Sabouraud
		Eau distillée
		Eau physiologique
		Papier aluminium
		Règle (double décimètre)
		Gants
		Masques
		Désinfectant
		Etiquettes

		Marqueur
		Pissette
		Portoir

Tableau 10 : Liste de composition du produit cosmétique

Nom commercial	Nom chimique	Rôle
Miel d'eucalyptus	/	Conservateur
Miel d'oranger	/	Conservateur
L'eau osmosée	H ₂ O	Hydratation
LanetteO	Stearyl alcool	Agent de consistance
Cetiol v	Decyl alcool	Agent surfactant
Carbomère	Acrylic acid	Gélifiant
Emulgine	Cteareth-12	Emulsifiant
Butylène glycol	Butylène glycol	Humectant
TEA	Triéthanolamine	Régulateur de pH
Parfum	/	Parfumer
Huile d'amande	/	Nutrition
Beurre de karité	/	Nutrition

Annexe 2

Tableau 11 : Résultats de l'activité antioxydante

Vitamine C			Miel d'eucalyptus			Miel d'oranger		
Valeur Do	I%	IC50	Valeur Do	I%	IC50	Valeur Do	I%	IC50
1,017	48,75	0,40189	0,783	3,96	0,8	0,399	17,35	0,49
1,044	47,19		0,652	16,73		0,227	53,09	
1,002	49,31		0,556	29		0,185	61,77	
0,879	55,53		0,431	44,95		0,141	70,86	
0,012	93,82		0,216	72,41		0,053	89,04	

Annexe 3 : Figures des résultats de l'activité antioxydante, l'activité antimicrobienne et des paramètres physicochimiques



Figure 20: Miel d'eucalyptus



Figure 21 : Miel d'oranger

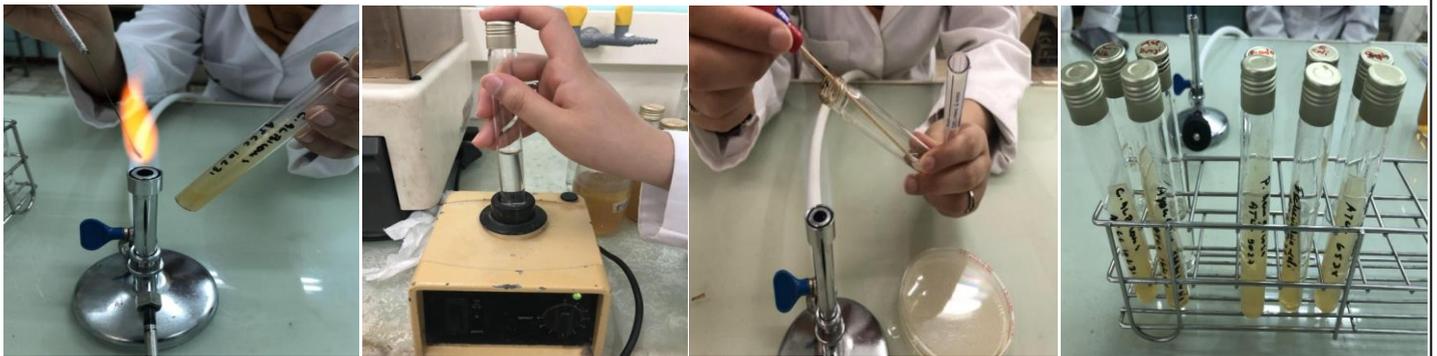


Figure 22 : Préparation d'inoculum

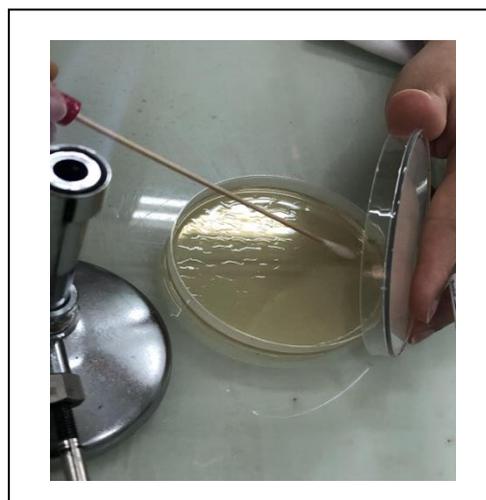


Figure 23 : Ensemencement sur gélose milieu MH



Figure 24 : Imprégnation des disques avec le miel d'eucalyptus



Figure 25 : Indice de réfraction du miel d'eucalyptus et d'oranger



Figure 26 : Densité du miel d'eucalyptus et d'oranger



Figure 27 : Le pH des miels d'eucalyptus et d'oranger



Figure 28 : Détermination du taux de cendres du miel d'eucalyptus et d'oranger

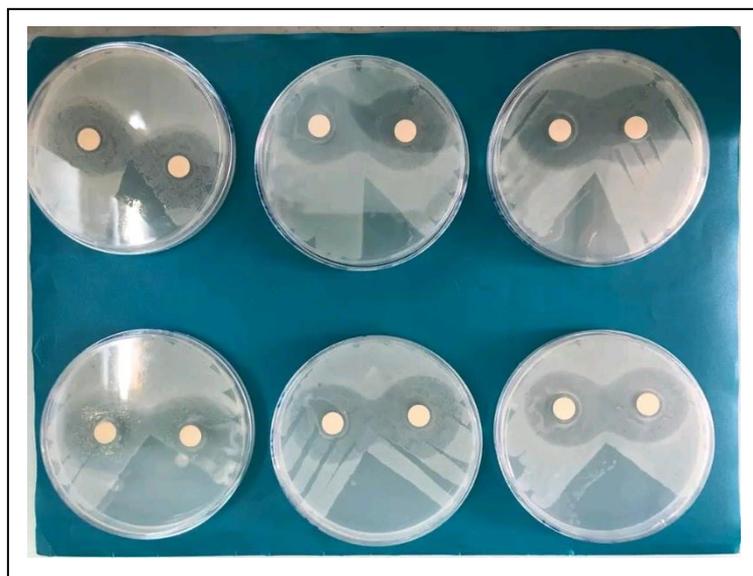


Figure 29 : Résultats de l'activité antimicrobienne du miel d'eucalyptus