

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة البليدة 1

Université Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biotechnologie
Mémoire Présenté en vue de l'obtention du diplôme de
Master
Option : Biotechnologie et Valorisation des Plantes
Thème

**Activité antioxydante de l'huile essentielle de la menthe verte ;
Mentha spicata L, essai d'incorporation dans un produit
industriel (cosmétique)**

Présenté par :

M^{lle} KOUBI Sounia

M^{lle} GHEZALI Bouchra

Soutenue le 29/06/2022

Membre du jury :

Mr Bendali A	MAA	USDB	Président
Mme Allal L	Prof	USDB	Examinatrice
Mme Ghanai R	MCB	USDB	Promotrice
Mr Boudissa H	Responsable du laboratoire Venus		Co-promoteur
Mr Chikhi H	Ingénieur	Bio.Extrapamal	Invité

Année universitaire : 2021/2022

Remerciements

Nous exprimons nos plus grandes gratitude à notre promotrice Mme Ghanai R pour son aide précieuse et pour nous avoir guider tout au long de notre travail.

Nous remercions également Mr Boudissa H, co-promoteur pour nous avoir suivi tout le long de notre travail.

Nous remercions tous les membres de jury :

Mr Bendali qui a accepté de présider le jury

Mme Alal pour l'intérêt qu'elle donne pour examiner notre travail

Nous remercions tout le groupe de travail de laboratoire Venus d'avoir accepté notre demande de stage et pour le bon accueil

Nous tenant à remercier profondément Mr Hamid Chikhi et Mr Brahma Mchammed de l'entreprise d'extraction des huiles essentielles Bio. Extrapamal de leur grand soutien

Nos remercions également les membres du laboratoire de recherche des plantes médicinales et aromatiques et du laboratoire de génie des procédés de l'université de Blida pour l'aide et pour leurs conseils

Merci à tous les amis avec qui on a passé d'agréables moments tout au long de notre cursus universitaire

En fin nous remercions tous les personnes qui ont participé dans notre travail que dieux vous bénissent

Et on espère de tous nos cœurs d'être à la hauteur de vos attentes

Dédicace

Je dédie mon travail avec gratitude à toute ma grande famille qui m'a beaucoup soutenu et encouragé et qui a participé en grande partie dans ce travail

Mes parents Youcef et Saâda

Ma sœur Mira

*Mon frère Nadjib, ma belle-sœur Amina et leurs deux adorables filles
Lilia et Maïssa*

Ma sœur Nawel, mon beau-frère Mohamed et leur petite ange Salma

Et mes deux chattes

Sans oublier tous mes chers amis que je porte dans mon cœur

Mon cher binôme Bouhra qui a choisi d'accomplir ce projet avec moi et toute sa famille

Enfin la promotion de Biotechnologie et valorisation des plantes 2022

Je vous remercie tous du fond du cœur.

Koubi Sonia

Dédicace

Tout d'abord je dédie ce travail aux deux personnes qui m'ont donné la vie, l'amour, l'espoir, et tout ce qui est beau, aux deux personnes qui m'ont toujours encouragé et soutenu nuit et jour durant tous mon parcours.

Ma très chère mère Malika et mon très cher père Boualem.

À ceux qui m'ont aidé et m'ont donné la joie et le bonheur :

— À mon homme : Sid Ahmed.

— À mes deuxièmes parents : ma mère Fatma et mon père Mohamed.

— À Mes sœurs : Hayet, Douaa.

— À Mes frères : Mahfoud, Ahmed

— À mes beau-frère Houcine et Nasradine.

— Aux enfants de ma famille : Mariem, Maria, Youcef, Zakaria.

— À mon cher binôme : Sounia et sa famille.

— À mes oncles Ali et Boualem.

— À tous les membres de ma famille.

— À mes amis.

— À la promotion de Biotechnologie et valorisation des plantes 2022.

Ghezali Bouchra

Résumé :

Notre étude vise l'évaluation de l'activité antioxydante de l'huile essentielle et de l'hydrolat d'une plante aromatique et médicinale, *Mentha spicata* L, largement connue en Algérie sous le nom de menthe verte. Ce travail abouti à une formulation d'un shampoing antipelliculaire à base de ces deux extraits.

Les échantillons de notre plante ont été prélevés au niveau de la région de Djelfa. L'extraction de l'huile essentielle a été réalisée par hydrodistillation. Le rendement obtenu pour notre échantillon est de 0,88%.

Les résultats des analysés organoleptiques et physicochimiques montrent que l'huile essentielle de notre échantillon est conforme aux normes (AFNOR). L'activité antioxydante de l'huile essentielle a été évaluée par la technique de piégeage du radical libre (DPPH), les résultats obtenus montrent l'existence d'une forte activité antioxydante pour l'huile essentiel avec une valeur de IC₅₀ de 334 µg /ml. Cette valeur est plus importante comparativement à celle de la vitamine C dont la valeur est de 624 µg /ml.

Les résultats des caractéristiques organoleptiques, les analyses physicochimiques et les analyses microbiologiques montrent que notre produit fini est conforme par rapport aux norme international.

Le shampoing formulé a été testé par une dizaine de personnes ayant différents types de cheveux (gras, sec, abimé...etc) qui l'ont apprécié et approuvé son pouvoir antipelliculaire.

Mots clés : *Mentha spicata* L, huile essentielle, hydrolat, activité antioxydante, shampoing.

Abstract :

Our study aims at the evaluation of the antioxidant activity of the essential oil and the hydrosol of an aromatic and medicinal plant, *Mentha spicata* L, widely known in Algeria under the name of spearmint.

This work resulted in a formulaion of an anti-dandruff shampoo based on these two extracts.

The samples of our plant were taken from the Djelfa region. The extraction of the essential oil was carried out by hydrodistillation. The yield obtained for our sample is 0,88%. The results of the organoleptic and physicochemical analyzes show that the essential oil of our sample complies with the standars (AFNOR). The antioxydant activity of the essential oil was evaluated by the free radical trapping technique (DPPH), the results obtained show the existence of a strong antioxydant activity for the essential oil with an IC₅₀ value of 334 µg/ml. This value is higher compared to that of vitamin C whose value is 624.

The results of the organoleptic characteristics and the physicochemical and microbiological analyzes show that our finished product complies with Venus standards.

The formulated shampoo was tested by a dozen people with different hair types (oily, dry, damaged, etc.) who appreciated it and approved its anti-dandruff power.

Key words : *Mentha spicata* L, essential oil, hydrosol, antioxidant activity, shampoo.

ملخص :

تهدف دراستنا إلى تقييم النشاط المضاد للأكسدة للزيت العطري والمياه العطرية لنبته عطرية وطبية ، *Mentha spicata L* ، المعروفة على نطاق واسع في الجزائر تحت اسم النعناع.

نتج عن هذا العمل تركيبة شامبو مضاد للقشرة على أساس هذين المستخلصين.

أخذت عينات مصنعنا من منطقة الجلفة. تم استخراج الزيت العطري عن طريق التقطير المائي. العائد الذي تم الحصول عليه لعينة لدينا هو 0.88%.

تظهر نتائج التحليلات الحسية والكيميائية الفيزيائية أن الزيت الأساسي لعينة لدينا يتوافق مع المعايير (AFNOR). تم تقييم النشاط المضاد للأكسدة للزيت العطري بتقنية محاصرة الجذور الحرة (DPPH) ، وأظهرت النتائج التي تم الحصول عليها وجود نشاط مضاد للأكسدة قوي للزيت العطري بقيمة IC50 تبلغ 334 ميكروغرام / مل. هذه القيمة أعلى مقارنة بفيتامين ج الذي تبلغ قيمته 624.

تظهر نتائج الخصائص الحسية والتحليلات الفيزيائية والكيميائية والتحليلات الميكروبيولوجية أن منتجنا النهائي يتوافق مع المعايير الدولية.

تم اختبار الشامبو المركب من قبل عشرات الأشخاص الذين لديهم أنواع مختلفة من الشعر (زيتي ، جاف ، تالف ، وما إلى ذلك) الذين قدروه ووافقوا على قوته المضادة للقشرة.

الكلمات المفتاحية: *Mentha spicata L* ، زيت عطري ، المياه العطرية، نشاط مضاد للأكسدة ، شامبو.

SOMMAIRE

Introduction.....	1
--------------------------	----------

Partie bibliographique

Chapitre I : Menthe verte (*Mentha spicata* L)

1.1. Historique	5
1.2. Espèces et variété des menthes	5
1.3. Généralité sur la <i>Mentha spicata</i> L	6
1.4. Position systématique	6
1.5. Répartition géographique et habitat	7
1.6. Condition de culture	8
1.7. Maladies de la menthe verte	8
1.8. Description morphologique	9
1.9. Composition chimique	10
1.10. Utilisation	10
1.11. Huile essentielle de Menthe verte	10

Chapitre II : Huile essentielle et hydrolat et produit cosmétique

2.1. Les huiles essentielles	14
2.1.1. Historique	14
2.1.2. Définition	14
2.1.3. Répartition dans la plante	15
2.1.4. Compositions chimiques	16
2.1.5. Activité biologique	16
2.1.5.1. Activité antioxydante	17
2.1.6. Utilisation des huiles essentielle	18
2.1.7. Méthodes d'extraction	19
2.1.8. Conservation	21
2.1.9. Toxicité des huiles essentielles	21
2.2. Les hydrolats	22
2.2.1. Définition	22

2.2.2. Composition	22
2.2.3. Utilisation	22
2.2.4. Conservation	22
2.3. Produit cosmétique	23
2.3.1. Le shampoing	23
2.3.2. Composition d'un shampoing	23
2.3.3. Formule standard d'un shampoing	23
2.3.3. Les shampoings antipelliculaires	24

Partie expérimentale

Chapitre I : Matériels et méthodes

1.1. Matériel biologique	27
1.2. Matériel non biologique	29
1.3. Extraction de l'huile essentielle	29
1.3.2. Caractéristiques organoleptiques de l'huile essentielle	30
1.3.3. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile essentielle et de l'hydrolat	30
1.4. Activité antioxydante	33
1.5. Formulation du shampoing	34
1.5.1. Caractéristiques organoleptiques du shampoing	37
1.5.2. Analyses physicochimiques	38
1.5.3. Les analyses microbiologiques	40

Chapitre II : Résultats et discussions

2.1. Rendement de l'huile essentielle	42
2.2. Caractéristiques organoleptiques de l'huile essentielle	42
2.3. Analyses physico-chimiques de l'huile essentiel et hydrolat	43
2.4. Évaluation de l'activité antioxydante	45
2.5. Analyses de shampoing	46
Conclusion	52

Références bibliographiques	54
--	-----------

Annexes

LISTE DES TABLEAUX :

Tableau 1 : Position systématique de la menthe	6
Tableau 2 : Formule standard d'un shampoing	24
Tableau 3 : Mesures des ingrédients de l'essai 1 de shampoing	35
Tableau 4 : Mesures des ingrédients de l'essai 2 de shampoing	36
Tableau 5 : Caractéristiques organoleptiques des huiles essentiels de <i>Mentha spicata</i> L	42
Tableau 6 : Valeurs d'IR	43
Tableau 7 : Valeurs de PH	44
Tableau 8 : Valeurs de densité	44
Tableau 9 : Caractéristiques organoleptiques	47
Tableau 10 : Analyses physico-chimiques	47

LISTE DES FIGURES :

Figure 1 : Aire des répartitions de la menthe dans le monde	7
Figure 2 : Pustules de la rouille sur une feuille de <i>Mentha spicata</i> L	9
Figure 3 : Oïdium sur les feuilles de <i>Mentha spicata</i> L	9
Figure 4 : Différentes parties de la menthe verte	10
Figure 5 : La menthe verte	11
Figure 6 : Répartition des huiles essentielles dans la menthe	15
Figure 7 : Schéma montrant le fonctionnement de la distillation réalisée par le Clevenger ...	20
Figure 8 : Schéma montrant le fonctionnement de la distillation réalisée par l'alambic	20
Figure 9 : Photo de notre échantillon de menthe verte	27
Figure 10 : Localisation de la Commune de Zaafrane	28
Figure 11 : Photo de notre échantillon de plante séchée	29
Figure 12 : Alambic d'hydrodistillation	30
Figure 13 : Réfractomètre	31
Figure 14 : Ph mètre	32
Figure 15 : Densimètre	32
Figure 16 : Spectrophotomètre	34
Figure 17 : Balance précise	37
Figure 18 : Procédé de l'analyse TMAA	39
Figure 19 : Rhéomètre	40
Figure 20 : Courbe montrant le pourcentage d'Inhibition de HE et de VitC	45
Figure 21 : Diagramme des valeurs de l'IC50 de l'HE et VitC	46

Figure 22 : Courbe d'écoulement de la rhéologie de l'essai 2 de shampoing	48
Figure 23 : Courbe d'écoulement de la rhéologie de produit comparatif de Venus	49
Figure 24 : Analyse de microbiologie de shampoing essai 1	50
Figure 25 : Analyse de microbiologie de shampoing essai 2	50

LISTE DES ABRÉVIATIONS :

AFNOR : Association Française de Normalisation

HE : Huile Essentielle

HA : Hydrolat aromatique

I% : pourcentage d'inhibition

IC₅₀ : inhibitrice Concentration médiane

A : Absorbance

DPPH : 1,1-diphényl-2-picryl-hydrazile

TMAA : Teneur en matière active anionique

Vit C : Vitamine C

ISO : Organisation International de Normalisation

IR : Indice de réfraction

UV : Rayon ultraviolet

Introduction

Introduction

L'homme, en émergeant sur terre, a dû, au fil du temps, faire le choix des végétaux : ceux qui nourrissent, ceux qui tuent et ceux qui soignent. [1]

D'après la X^{ème} édition de la pharmacopée française, les plantes médicinales sont des drogues végétales au sens de la pharmacopée européenne, dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses.

En plus des rôles pastoral, énergétique et environnemental qu'elles jouent, les plantes aromatique et médicinales ont de nombreuses utilisations (condiment, pharmacopée traditionnelle, industries pharmaceutiques, cosmétiques et alimentaires, etc...). [2]

En effet, elles sont utilisées de différentes manières, décoction, macération et infusion. Une ou plusieurs de leurs parties peuvent être utilisées, racine, feuille, fleur [3]

La médecine traditionnelle peut être définie comme la combinaison globale de connaissance et de pratiques, explicable ou non, utilisées pour diagnostiquer, prévenir ou éliminer une maladie physique, mentale ou sociale, et pouvant se baser exclusivement sur l'expérience et les observations anciennes transmises de génération en génération, oralement ou par écrit. [4]

En Algérie, pays très riche dans sa biodiversité florale, la médecine traditionnelle y a sa place. [5] plus de 3000 espèces appartenant à plusieurs familles botaniques, distribué comme suit : méditerranéenne, saharienne et une flore subtropicale. Chacune de ces plantes peut contenir des centaines voire des milliers de métabolites secondaires, ou de principes actifs qui peuvent produire différentes actions physiologiques sur le corps humain. [6]

La famille des lamiacées connue également sous le nom des Labiées, dérive du nom latin « labium » qui signifie lèvre, en raison de la forme particulière des corolles. [7]

La famille des lamiacées comprend près de 200 genres dont la plupart ont une importance économique due à leur production d'huiles essentielles. [8] Cette famille est d'une grande importance aussi bien pour son utilisation en industrie alimentaire et en parfumerie qu'en thérapeutique. Elle est utilisée comme source mondiale d'épices et d'extraits à fort pouvoir antibactérien, antifongique, anti-inflammatoire et antioxydant. [9]

Les genres de cette famille les plus cités dans la littérature sont *Mentha* [10], *Origanum* [11], *Rosmarinus* [12], *Thymus* [13] et *Ocimum*. [14]

Dans la flore de l'Algérie, les Lamiacée sont représentées par 28 genres et 146 espèces, certains genres sont de détermination délicate en raison de la variabilité extrême des espèces. [15]

La menthe connue sous le nom de naâna, pousse dans les zones humides et près des cours d'eau en basse et moyenne montagne. Elle conserve depuis l'antiquité une diversité infinie d'emplois et occupent une large place dans la thérapeutique traditionnelle. [16] Dans certaines régions de l'Algérie, elle est utilisée pour ses propriétés digestive, antiseptique, expectorante,

Introduction

Antispasmodique et tonique. [17] Riche en vitamine C, en fer et en manganèse, elle possède également des vertus antioxydants. [18]

L'Algérie, de par sa position géographique, jouit de plusieurs facteurs de pédogenèse et de grandes variations climatiques auxquels s'ajoutent les ressources hydriques, tous favorables au développement des cultures intensives de la menthe. [19] Cette espèce représente une ressource végétale importante pour l'exploitation industrielle.

L'industrie est la fabrication des produits (cosmétiques, alimentaires, pharmaceutique... etc.) à partir de plusieurs matières premières (biologiques, chimiques...etc.) afin de faciliter la vie de l'homme.

Un produit cosmétique est un produit destiné à être utilisé par frottement, aspersion, ou application similaire sur le corps humain pour le nettoyage, la beauté, l'attractivité, la modification de l'apparence du corps humain et maintien de la santé de la peau et des cheveux à condition qu'il soit non toxique. [20]

Le shampoing est un produit cosmétique servant principalement à nettoyer la chevelure et le cuir chevelu en leur enlevant les salissures, graisses et cellules mortes. [21]

D'après Laurent Bourgeois (2010) le shampoing à base de menthe verte est intéressant pour fortifier le cuir chevelu et traiter les pellicules.

L'huile essentielle de la menthe verte est utilisée depuis longtemps pour ses propriétés aromatiques et thérapeutiques. [22] Dans ce contexte nous nous sommes intéressés à valoriser cette espèce en évaluant le pouvoir antioxydant de son huile essentielle et ses propriétés de soin et de beauté intéressantes, les résultats obtenus nous permettent de suivre ce travail par la création d'un produit cosmétique à base de l'huile essentielle et de l'hydrolat de la plante étudiée. Pour aboutir à nos fins nous avons suivi le protocole suivant :

- Extraction de l'huile essentielle de la menthe verte.
- Étudier l'activité antioxydante de l'huile essentielle de la menthe verte.
- Formulation d'un nouveau produit cosmétique (shampoing antipelliculaire) à base de l'huile essentielle et de l'hydrolat de la plante étudiée.

Partie
bibliographique

Chapitre I
Menthe verte
(Mentha spicata L)

1.1. Historique

Le nom de la menthe nous vient de la mythologie grecque, plus précisément d'une nymphe nommée Minthê dont s'était épris Hadès, le dieu des enfers. Perséphone, l'épouse d'Hadès, les ayant surpris, la nymphe fut changée en végétale, Hadès perdit son amour mais conserva à jamais son délicat parfum en souvenir de folle passion.

La plante a été déjà connue par des Égyptiens. Des archéologues ont retrouvé des fragments de menthe séchée dans des pyramides datant du 1^{er} millénaire avant notre ère.

Les Hébreux utilisaient la menthe comme stimulant. Les druides en brulaient les feuilles pour faire fuir le mauvais esprit.

Les grands philosophes grecs puis romains en ont recommandé l'utilisation, mais leur avis divergent sur ses réelles propriétés : certains la jugeaient aphrodisiaque et l'interdisaient même aux soldats avant un départ en compagnie, quand d'autres pensaient le contraire.

Les Romains utilisaient la menthe en parfumerie, mais aussi pour aromatiser leurs vins et leurs sauces

La menthe trouvait place dans les jardins des monastères du Moyen Âge. Au 9^{ème} siècle, un moine a ainsi pu déclarer qu'«il préférerait compter les étincelles de la fournaise de vulcain plutôt que d'essayer de dénombrer les différentes sortes de menthe » !

Dans les pays d'Afrique du Nord, la menthe est depuis toujours le symbole de l'hospitalité ; on accueille les voyageurs avec un verre de thé à la menthe. Elle est aussi dédiée aux harems. [23]

Les chinois du sud (Yunnan) en font une soupe médicinale avec uniquement des feuilles de menthe cuites dans un bouillon légèrement salé. La vertu de cette soupe : purificatrice du sang et désintoxiquant. [24]

1.2. Espèces et variétés des menthes

Selon Laurent Bourgeois (2010) Il est impossible de répertorier toutes les menthes tant il en existe ; de plus, elles se croisent constamment entre elles pour donner de nouveaux hybrides. Ce pendant on peut trouver quelques-unes dans la nature, citant : la Menthe aquatique (*Mentha aquatica*), la Menthe bergamote (*Mentha citrata*), la Menthe des champs (*Mentha arvensis*), la Menthe de Corse (*Mentha requienii*), la Menthe des cerfs (*Mentha cervina*), la Menthe pouliot (*Mentha pulegium*), la Menthe sylvestre (*Mentha longifolia*), la Menthe à feuilles rondes (*Mentha rotundifolia* ou *M suaveolens*), la Menthe poivrée (*Mentha x piperita*), la Menthe verte (*Mentha spicata*). Outre ces menthes sauvages, il existe de nombreuses espèces et variétés cultivées pour leur parfum original. Parmi les plus intéressantes nous avons : La Menthe banane (*Mentha arvensis banana*), la Menthe citron (*Mentha x piperita citrata*), la Menthe crispée (*Mentha spicata crispata*).

1.3. Généralités sur la *Mentha spicata* L

Les origines de *Mentha spicata* L sont incertaines. Selon certains botanistes, elle serait le résultat d'une hybridation très ancienne entre *Mentha rotundifolia* et *Mentha longifolia*. [25]

Le genre *Mentha* fait partie des plantes herbacées indigènes et très odorantes appartenant à la famille Lamiacée. [26] Il compte environ 25 espèces réparties dans cinq sections, *Audibertia*, *Eriodontes*, *Pulegium*, *Preslia* et *Mentha*. [27]

Elle est cultivée exclusivement aux USA, en Angleterre, en Hollande ainsi qu'en Afrique du Nord (Algérie, Maroc...), dans beaucoup de jardin et culture industrielle. La menthe verte supporte les endroits ombragés elle n'est pas très exigeante pour la qualité du sol. [28]

1.4. Position systématique

La menthe forme un genre (*Mentha*), comprenant de nombreuses espèces qui s'hybrident facilement entre elles, on peut citer comme exemple : *Mentha longifolia*, *Mentha piperita*, *Mentha spicata*, *Mentha arvensis*, etc. [29] la classification selon l'APG III est montrée dans le tableau 1.

Tableau 1 : Position systématique de la menthe

Classification phylogénétique APG III	
Règne	Archéplastides
Clade	Angiospermes
Clade	Dicotylédones vraies
Clade	Noyau des Dicotylédones vraies
Clade	Astéridées
Clade	Lamiidées
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiacées
Sous-famille	Népétoïdées
Genre	<i>Mentha</i>
Espèce	<i>spicata</i>

Nom commun : menthe verte, menthe douce, menthe chewing gum, menthe des jardin, menthe romaine, menthe sauvage, baume vert. [30]

Chapitre I : Menthe verte *Mentha spicata* L

Nom botanique : *Mentha spicata* L, *Mentha viridis* L, *Mentha longifolia*. [31]

Nom Anglais : Spearmint, Green-mint. [32]

Nom Kabyle et Arabe : Naanaa النعناع [33]

1.5. Répartition géographique et habitat

La plupart des menthes sont originaires de l'Europe et de l'Asie. Cependant, en suivant les flux de migration, les menthes sont présentes sur la quasi-totalité des continents. [34] Elles sont cultivées en Europe (France, Italie, ...), en Asie (Chine, Turquie, Japon, Inde, Pakistan, ...), en Afrique du Nord (Algérie, Maroc, ...), [35] en Amérique du Nord (États-Unis, Canada), en Australie, en Nouvelle-Zélande et en Russie. [36]



Figure 1 : Aire des répartitions de la menthe dans le monde. [37]

En Algérie, on retrouve plusieurs variétés de menthe (environ 20 espèces), cultivées ou spontanées ; les plus connues et utilisées sont la menthe verte, la menthe aquatique et la menthe pouliot. [38] ces différentes espèces sont toutes caractérisées par une tige carrée et des feuilles opposées et dentées, très odoriférantes en raison de l'huile essentielle qu'elles contiennent. [39]

La menthe verte pousse dans les lieux humides particulièrement dans les montagnes. [40] Elle est retrouvée essentiellement sur les terrains riches et frais, ensoleillés à semi ombragés

surtout, en basse altitude dans les régions tempérées entre 400 et 1800 m. [41] Elle est cultivée en général dans les jardins potagers ou en pots près des maisons. [42] Elle n'aime pas les sols calcaires et préfère les sols sableux meubles, humides, profonds et riches en humus, avec un pH entre 5,5 et 7. [43]

Les menthes apprécient les sols siliceux, riches aérés et bien travaillés. Ce sont toutefois des plantes robustes qui peuvent s'adapter à de nombreux terrains, excepté les terres vraiment très argileuses et les sols très secs. L'exposition idéal est la mi-ombre, mais elle pousse sans problèmes en plein soleil à condition qu'elles soient suffisamment arrosées. Toutes résistent bien au froid ; on les rencontre à l'état sauvage en montagne à des altitudes supérieures à 1000 m. [44]

1.6. Conditions de culture

Selon Laurent Bourgeois la menthe est de culture très facile, elle convient parfaitement au jardinier amateur désireux de faire pousser un peu de verdure. Néanmoins pour obtenir de belles plantes saines la plantation doit se réaliser dans un sol bien travaillé en espaçant chaque plante d'au moins 40 cm. En sol un peu pauvre, il est préférable d'adopter à la plantation un amendement organique : un peu de fumier, des engrais naturels (guano, corn torréfiée, sang desséché) ou du compost. Cet apport sera ensuite à renouveler si la menthe donne des signes de faiblesse (croissance plus lente, feuille plus claires ou touffes moins denses...). » [45] Le sol doit être riche en matière organique essentiellement : l'azote, le phosphore et le potassium. [46] La sensibilité de la menthe à la température est accentuée par le caractère vivace. La plante entre en repos végétative pendant l'hiver, une température maximale de l'ordre de 30°C donne une croissance optimale. [47] La menthe se multiplie naturellement par division de souches, ou par plantations des stolons racinés qui cheminent sous terre en périphérie du pied mère. Il est aussi possible de multiplier la menthe par bouture. [48] Elle est sensible aux acariens, chenilles et nématodes, lorsqu'il y a l'humidité excessive, elle peut être sujette à l'oïdium, au mildiou et à la rouille (*Puccinia menthae*). [49]

1.7. Maladies de la menthe verte

Les maladies de la menthe se propagent par le vent et leur développement est favorisé par la chaleur et l'humidité. Parmi ces maladies on cite :

La rouille (figure 2) : C'est la principale maladie fongique de la menthe. Elle est causée par le champignon *Puccinia menthae*. L'infestation se caractérise par l'apparition de petites pustules orangées sur les feuilles et les tiges à la fin de l'été et à l'automne. Les feuilles se déforment et tombent et la croissance de plante est diminuée. [50]



Figure 2 : Pustules de la rouille sur une feuille de *Mentha spicata* L
(<http://www.omafra.gov.on.ca/CropOp/fr/herbs/culinary/mint.html> consulté en décembre 2014)

L'oïdium (figure 3) : Il se développe avec un temps humide et chaud et est caractérisé par un feutrage blanc et d'aspect farineux sur la surface des feuilles. Les plantes se dessèchent et meurent. [50]



Figure 3 : Oïdium sur les feuilles de *Mentha spicata* L
(<http://www.omafra.gov.on.ca/CropOp/fr/herbs/culinary/mint.html> consulté en décembre 2014)

1.8. Description morphologique

Mentha spicata L est une plante vivace, herbacée et aromatique, robuste, de moins d'un mètre de hauteur, d'une odeur agréable, forte et très caractéristique et d'un goût plus sucré que les autres menthes sauvages (figure 5). [51]

C'est une herbe à rhizomes traçants servant à la propagation de la plante, ses tiges sont quadrangulaires droites, rameuses, glabres, de couleur pourpre, [52] ses feuilles opposées persistantes, subsessiles, ovales-lancéolées ou oblongues-lancéolées de 3 à 5 cm de long et

Chapitre I : Menthe verte *Mentha spicata* L

de 1 à 2 cm de large, elles sont fortement dentées en scie, sans poils et habituellement de couleur vert sombre sur les deux faces, [53] les fleurs, situées à l'aisselle des feuilles supérieures, sont petites, opposées, blanchâtres à mauve, groupées en épis terminaux étroits, allongés et aigus, fleurissant de juillet à octobre, [54] elles sont zygomorphes et hermaphrodites, pentamères oligostémones et leurs pétales sont soudés (gamopétales), elles composent un calice en forme de clochette, glabre à la base ou cilié. Celui-ci est gamosépale, divisé en cinq dents linéaires et inégales, [55] l'ovaire est en position supère, les bractées sont glabres ou ciliées, linéaires, égalant environ les fleurs, les pédicelles sont glabres également, [56] la corolle est typiquement bilabiée, autrement dit, une lèvre formée de deux pétales supérieurs, et une autre, de trois pétales inférieurs, le fruit est un tétrakène logé au fond d'un calice persistant, chaque demi-carpelle donnant naissance à un akène élémentaire. [57] la racine est une racine pivotante qui dure plus de 3 ans, on les trouve en dessous de chaque pied, des rhizomes (tiges souterraines) servent à la propagation de la plante. [58] la figure 4 montre les différentes parties de la menthe verte.

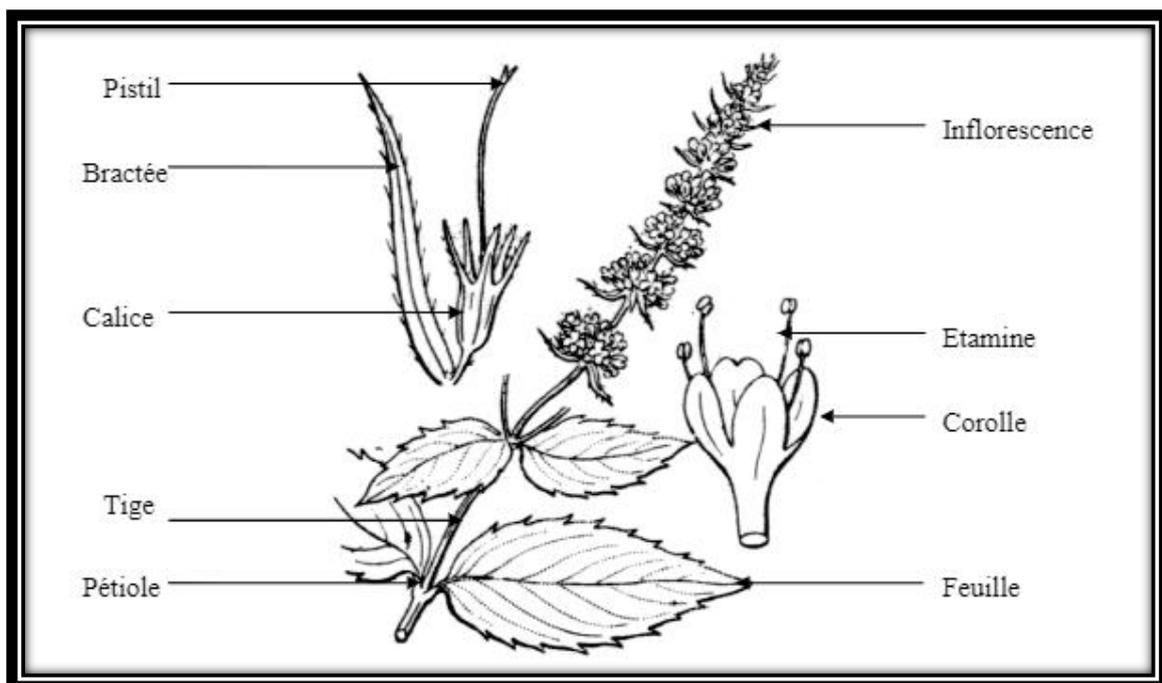


Figure 4 : Différentes parties de la menthe verte

Faculté Libre des Sciences et
Technologies Sébastien Douay L3 SVB 2008-2009



Figure 5 : La menthe verte

https://fr.wikipedia.org/wiki/Mentha_spicata

1.9. Composition chimique

La menthe verte contient différentes substances bioactives telles que les composés Phénoliques. [59] En effet, elle est riche en acides phénoliques comme l'acide Rosmarinique, l'acide vanilique, les dérivés de l'acide caféique et l'acide chlorogénique, ainsi qu'en flavonoïdes, comme la thymonine, diosmentines, l'acacétine et la rutine. [60]

Elle contient également de l'huile essentielle dont les principaux composants sont la carvone avec une teneur allant de 40 à 80%, le linalool de 50 à 60%, le 1,8-cinéole à environ 20%, le limonène de 5 à 15% et la menthone de 8 à 10%. [61]

En plus des composés suscités, la menthe renferme environ 4.8% de protéines, 0.6% de lipides, 8% de carbohydrates, 2% de fibres, 6.04 mg de α -tocophérol, [62] ainsi que des sels minéraux tels que le sodium, le calcium, le potassium et le fer dont les pourcentages en mg/100g sont respectivement 7.2, 13, 24 et 2.5%. [63]

1.10. Utilisation

D'après Laurent Bourgeois la menthe verte rentre dans la cuisine traditionnelle et moderne de plusieurs pays (France, les pays d'Asie...etc).

Au moyen orient ou en Afrique du Nord les feuilles fraîches sont ajoutées au thé, pour élaborer le célèbre thé à la menthe.

Chapitre I : Menthe verte *Mentha spicata* L

On retrouve la menthe dans de nombreux produits cosmétiques, des crèmes, des shampoings, des lotions, du dentifrice... elle entre également dans la composition de nombreux parfums célèbres comme « Dune », « Yvresse », « Polo ».

La menthe verte, est également intéressante au niveau médicinal. Elle procède des vertus digestives, tonifiantes, carminatives, antispasmodique, antiseptique, et également riche en manganèse.

En pharmacie, on trouve les menthes en feuilles séchées, en poudre sous forme de gélules, en huile essentielle (crèmes, lotions...). [64]

Les menthes occupent une large place dans les utilisations thérapeutiques. Elles fortifient tout le système des nerfs et sont utilisée contre la fièvre, la faiblesse, la toux, les nausées, les maux de l'estomac, la mélancolie, l'hystérie et les troubles de la vue. Elles présentent aussi des propriétés stimulantes diffusibles et sédatives diffusibles. [65]

On l'utilise aussi contre les parasites : les tiges et les fleurs sont brûlées pour chasser les puces des matelas et des animaux domestiques. On peut aussi placer les sachets de menthe auprès des sacs de grains et de fromage pour chasser les rongeurs. [66]

1.11. Huile essentielle de Menthe verte

Les propriétés de l'huile essentielle de Menthe verte s'expliquent par la présence de composés actifs à l'origine présents dans les plantes fleuries de *Mentha spicata* ou (*viridis*).

-L'huile essentielle de menthe contient essentiellement du carvone et du limonène, deux molécules aidant à fluidifier le mucus et à favoriser son expulsion hors des bronches.

-Le carvone présent dans l'huile de menthe est un cétone monoterpénique qui favorise la reconstitution des tissus cutanés.

-Les cétones et les terpènes, représentés par le carvone et le limonène, permettent de faciliter la digestion et la production de bile par le foie.

Hormis ses propriétés médicamenteuses l'huile de menthe verte a un grand impact sur le bien-être :

- Angoisses, inquiétudes
- Choc émotionnel, émotivité
- Déprime latente ou saisonnière
- Epuisement nerveux, fatigue nerveuse
- Nervosité
- Pensées désordonnées
- Spasmophilie, crise d'angoisse
- Stress. [67]

Chapitre II
Huile essentielle et
hydrolat et produit
cosmétique

2.1. Les huiles essentielles :

2.1.1. Historique :

Nous savons tous que la médecine par les plantes est la plus ancienne du monde, alors que les hommes n'ont eu longtemps que cela pour soigner leurs maladies et penser leurs blessures, avec succès, car sinon nous ne serions pas là pour en parler. Certainement l'aromathérapie « artisanale » remonte avant des dizaines d'années avant J.C. En Asie, un alambic datant de 5000 ans avant notre ère, indique que la Chine et l'Inde maîtrisaient déjà quelque peu les procédés d'extraction. Les Egyptiens employaient les huiles essentielles pour embaumer leurs morts 4000 ans avant J.C. Cèdre du Liban, nard, encens, myrrhe, cannelle... que de noms associés au patrimoine culturel égyptien, et mentionnés tant dans les papyrus médicaux que dans les traditions d'hygiène quotidienne. Les résines d'encens découvertes dans le tombeau de Toutankhamon, 3250 ans après son inhumation, exhalaient encore leur parfum.

C'est Avicenne, médecin arabe, qui distille la toute première huile essentielle pure. Et pas des moindres, puisqu'il s'agit de l'une des plus précieuses : celle de rose. Pour réaliser ce petit exploit, il s'appuie sur les enseignements perses (inventeurs probables de la distillation) et met au point l'alambic. [68]

2.1.2. Définition :

Une huile essentielle est la fraction odorante volatile extraite des végétaux. C'est le parfum concrétisé de la plante, un véritable concentré. Elle peut être extraite de différentes parties d'un végétal : les feuilles (ex : eucalyptus), les fleurs (ex : camomille), l'écorce (ex : la cannelle), le bois (ex : le cèdre), le zeste (ex : le citron) et bien d'autres encore : les graines, les baies, les fruits, le bulbe...etc. Vous avez forcément déjà été en contact avec certaines huiles essentielles. Par exemple, lorsque vous épluchez une orange ou une clémentine, ce qui sent fort et pique les yeux, c'est de l'huile essentielle. [69]

Les huiles essentielles représentent une source de molécules bioactives et font l'objet de nombreuse étude pour leur éventuelle utilisation comme alternative pour la protection des aliments contre l'oxydation. [70]

Les huiles essentielles sont liquides. Elles sont huileuses mais, contrairement aux huiles végétales, elles ne sont pas grasses puisqu'elles s'évaporent. Si vous laissez le flacon ouvert vous l'apprendrez vite à vos dépens.

Chaque huile essentielle est unique, possède son odeur et ses caractéristiques spécifiques. Certaines sont particulièrement épaisses (visqueuses), comme celle de myrrhe, d'autres très foncées. En générale, elles sont de couleur jaune, mais certaines se distinguent : les huiles essentielles de camomille allemande et de tanaïsie sont bleues, celle de sarriette, rouge, la bergamote est d'un très joli vert pâle, l'inule, vert émeraude... Une belle palette de couleurs.

Chapitre II : Huile essentielle et hydrolat et produit cosmétique

Les huiles essentielles sont plus légères que l'eau et non miscible (elles ne se mélangent pas à l'eau), ce qui permet de les séparer dans l'essencier de manière totalement naturelle. En revanche, elles se mélangent à l'alcool, à n'importe quel corps gras et certains solvants.

Les plantes survivent grâce à leurs huiles essentielles. Étant donné qu'elles ne peuvent se déplacer pour se mettre à l'abri, il leur fallait inventer un système de protection extrêmement efficace, antibiotique, antisolaire, ...etc. Ce sont elles, finalement, qui ont imaginé l'aromathérapie ! Les huiles essentielles leur servent à séduire les insectes pollinisateurs, à se protéger des brûlures solaires, des prédateurs et des maladies, et enfin à guérir (blessures, attaques diverses...). [71]

2.1.3. Répartition dans la plante :

Les huiles essentielles peuvent être stockées dans tous les organes végétaux, en particulier les sommités fleuries (ex. lavande), les feuilles (ex. laurier) et bien que cela soit moins habituel, dans les écorces (ex. cannellier), les bois (ex. santal, camphrier), les racines (ex. vétiver), les rhizomes (ex. curcuma, gingembre), les fruits (tout-épices, anis, badiane), les graines (ex. muscade) et les boutons floraux (ex. clou de girofle). [72]

Dans la menthe les structures sécrétrices se trouvent au niveau de l'épiderme foliaire : les glandes peltées et capitées (figure 6 – A et B). Une fois synthétisés, les composés sont excrétés et s'accumulent dans l'espace sous cuticulaire (figure 6-C). Une dispersion lente des composés volatils de l'HE peut attirer des pollinisateurs ou protéger contre des insectes ravageurs. L'attaque mécanique de la feuille par un herbivore casse les poches contenant l'HE, provoquant ainsi la libération des composés toxique ou inappétant pour l'agresseur. [73]

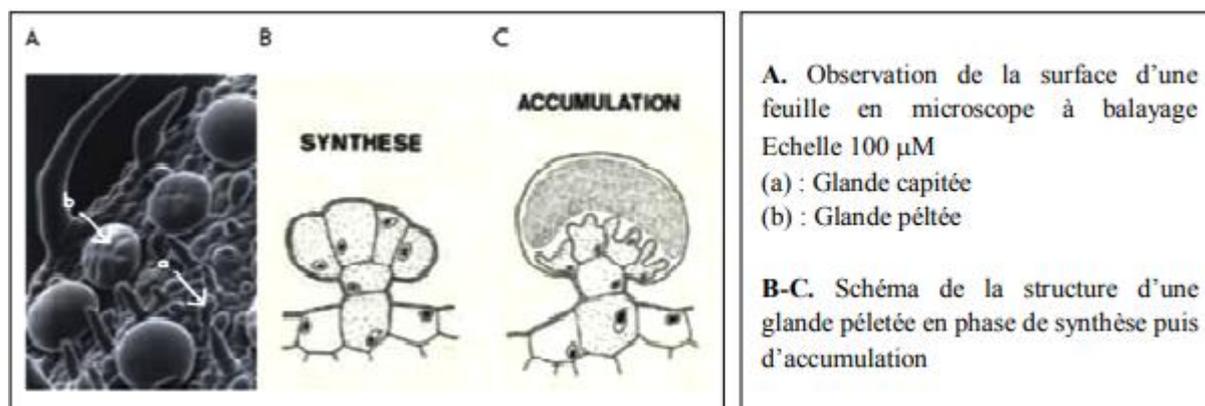


Figure 6 : Répartition des huiles essentielles dans la menthe [74]

2.1.4. Composition chimique

Les huiles essentielles contiennent un nombre considérable de familles biochimiques (chémotypes) incluant les alcools, les phénols, les esters, les oxydes, les coumarines, les monoterpènes, les sesquiterpènes, les cétones et les aldéhydes. [75]

Leur composition est variable en fonction de la partie concernée de la plante, mais aussi selon l'origine géographique des végétaux utilisés. [76]

2.1.4.1. Composition terpénique

Les terpènes sont les composants les plus abondants dans les huiles essentielles. Ils sont divisés en deux classes : les mono terpènes et les sesquiterpènes.

- Les mono terpènes ($C_{10}H_{16}$) : Ils représentent la classe la plus simple de la série des terpènes. Ils contiennent 10 atomes de carbones et constituent 80 à 98 % d'huiles essentielles totale par rapport aux sesquiterpènes.

- Les sesquiterpènes ($C_{15}H_{24}$) : il s'agit de la classe la plus diversifiée des terpènes et contient plus de 3000 molécules. Ils sont souvent représentés en faible quantité dans les huiles essentielles. [77]

2.1.4.2. Composition aromatique

Les composés aromatiques sont moins fréquents dans les huiles essentielles. Très souvent, il s'agit d'allyle et de propénylphénol. Ces composés aromatiques constituent un ensemble important car Ils sont généralement responsables des caractères organoleptiques des HEs. [78]

2.1.5. Activités biologiques

En dépit de leur histoire d'être considérées comme, métabolites secondaires, il devient clair que les huiles essentielles et leurs composants ont des fonctions biologiques spécifiques, dont beaucoup se prêtent à une exploitation commerciale. La diversité et la complexité des composés présents dans les huiles essentielles, offrent à ces dernières la capacité d'affecter de nombreux systèmes biologiques. Les activités biologiques des plus grands centres d'intérêt figurent autour des applications dans la santé, l'agriculture et l'industrie cosmétique et alimentaire. Dans le domaine de la santé et de la médecine, les huiles essentielles ont un large éventail de propriétés biologiques, telles qu'antimicrobienne, anticancéreuse, analgésique, antioxydant, anti-inflammatoire, 11 d'autres possèdent des effets immuno- modulateurs et antiplaquettaire, et les activités anti thrombotiques. [79]

2.1.5.1. Activité antioxydante

-Oxydation

L'oxydation fait partie d'une réaction d'oxydoréduction qui transfère des électrons d'une substance vers un agent oxydant. Bien que les réactions d'oxydation soient nécessaires à la vie, elles peuvent aussi produire des radicaux libres qui entraînent des réactions en chaîne destructrices. [80] Les radicaux libres sont générés naturellement au cours du métabolisme normal de l'oxygène in vivo en très faible quantité mais peuvent être libérés suite à un stress oxydatif. [81]

-Antioxydant

Ce sont des composés qui réagissent avec les radicaux libres et les rendent ainsi inoffensifs (enzymes, protéines, Oligo-éléments), ils sont produits par l'organisme, mais aussi apportées par notre alimentation. Parmi de bons capteurs de radicaux libres on trouve les HEs soufrés, contenant des aldéhydes mono et di terpéniques, des dérivés des aldéhydes benzéniques et cinnamiques, des mono phénols (eugénol) qui peuvent former des héli quinones relativement stables. Ce sont surtout les phénols et les polyphénols qui sont responsables de ce pouvoir. [82]

a. Les antioxydants endogènes

Ils sont capables soit de maintenir les espèces réactives de l'oxygène à des concentrations quasi stationnaires soit de piéger ces espèces (antioxydants non enzymatiques).

b. Les antioxydants naturels

-La vitamine E : capable d'une part de piéger chimiquement l'oxygène singulet (O_2) en s'oxydant en quinone, d'autre part, de réagir avec le radical hydroxyle (OH).

-La vitamine C : c'est un piégeur très efficace des anions superoxydes, du peroxyde d'hydrogène et de l'oxygène singulet.

-La Caroténoïdes : leur rôle protecteur dans les systèmes biologiques implique la désactivation d'espèces électroniquement activées telles l'oxygène singulet O_2 et la désactivation d'espèces chimiques réactives tels que les radicaux peroxydes $ROO\cdot$ et alkyles $R\cdot$, qui peuvent être générés à l'intérieur des cellules et occasionner des dommages oxydatifs.

-Le Zinc : le Zinc joue un rôle antioxydant indirect en assurant la stabilisation de la $CuZnSO_4$, cependant il possède d'autres propriétés antioxydantes dont le mécanisme précis est encore incomplètement connu.

-Le Sélénium : joue un rôle dans la protection des cellules et de leurs constituants contre l'attaque radicalaire, le maintien de l'intégrité membranaire réduit la probabilité de propagation de lésions oxydatives à des biomolécules. [83]

2.1.6. Utilisation des huiles essentielles

2.1.6.1. En cosmétique

C'est le principe débouché des huiles essentiels. La cosmétologie est le secteur des produits d'hygiène sont aussi consommateurs, même si le coût élevé des produits naturels conduit à privilégier parfois les produits synthétiques. [84] Elles sont intégrées dans des analgésiques pour la peau, les produits solaires ainsi que de nombreux produits d'ambiance comme les liquides pour pots-pourris. [85]

On les retrouve aussi dans des préparations pour bain « calmants » ou « relaxants » avec possibilité d'absorption percutanée de ces constituants. [84]

Intégrées aux huiles de massage, leur teneur ne doit pas dépasser 3 à 4 %. Il y'a alors possibilité d'absorption percutané. [86]

Le menthol, par exemple, trouve une utilisation variée dans des produits tels que les dentifrices, mousses nettoyantes, aliments, cigarettes et des préparation pharmaceutique orale. La production mondiale de menthe a été estimée à 3500 tonnes en 1984 et est certainement augmentée actuellement. L'huile de menthe poivrée est la troisième saveur mondiale, derrière les saveurs vanille et citron. [87]

2.1.6.2. Pharmaceutique et médicinale

Les huiles essentielles peuvent avoir un intérêt médicamenteux, en particulier dans le domaine des antiseptiques externes, comme par exemple : *Thymus vulgaris* (Thym), *Satureja montana* (Sariette). Elles sont aussi employées pour aromatiser des formulations médicamenteuses destinées à la voie orale. Elles constituent par ailleurs le support de l'aromathérapie. Les plantes aromatiques sont aussi utilisées à l'état brut, en particulier pour les préparations d'infusion (menthe, mélisse, verveine, fleurs d'oranger, etc.) et sous la forme de préparations galéniques simples. [88]

2.1.6.3. Agro-alimentaire

Certaines plantes sont utilisées brutes (épices et aromates), d'autres le sont sous forme d'huiles essentielles ou de résinoïdes. Tous les secteurs alimentaires en utilisent : boissons alcooliques ou non, confiserie, produits laitiers, produits, carnés, soupes, sauces, boulangerie, snacks, la nutrition animale. [88] Agriculture pour lutter contre les insectes et les 20 nématodes par exemple [89]

2.1.7. Méthodes d'extraction

Pour obtenir une huile essentielle parfaitement utilisable en Aromathérapie, il est indispensable de maîtriser les connaissances botaniques précises qui permettront de sélectionner la bonne plante aromatique, au bon endroit, à la bonne époque, pour en extraire l'huile essentielle désirée. En effet, comme nous le verrons dans un chapitre consacré à la qualité d'une huile essentielle, origine géographique, partie de la plante, mode de culture, mode et époque de récolte, sont des facteurs qui influenceront la qualité générale de l'huile et donc sa composition et par voie de conséquence son efficacité thérapeutique. Une fois cette sélection effectuée, nous pouvons procéder à l'extraction. Plusieurs procédés sont, ou ont été utilisés, nous en citons quelques-uns et développerons que ceux couramment utilisés. Citons :

- La distillation par un entraînement à la vapeur d'eau à basse pression
- L'hydro distillation par descendum
- L'hydro distillation avec alambic sous vide
- La distillation à haute pression et haute température
- La distillation par entraînement à la vapeur d'eau ou par une huile essentielle
- L'extraction par expression à froid
- L'extraction par enfleurage (incorporation de graisses animales, cette méthode est abandonnée)
- L'extraction par CO₂ liquide qui donne une huile dont les caractéristiques sont souvent bien différentes de celles de l'huile obtenue par l'extraction classique (cette méthode est également en voie d'abandon). [90]

- Hydro distillation

Le principe de l'hydro distillation correspond à une distillation hétérogène. Le procédé consiste à immerger la matière première végétale dans un bain d'eau. L'ensemble est ensuite porté à ébullition généralement à pression atmosphérique, la chaleur permet l'éclatement et la libération des molécules odorantes contenues dans les cellules végétales. Ces molécules aromatiques forment avec la vapeur d'eau, un mélange azéotropique. La distillation peut s'effectuer avec ou sans recyclage (cohobage) de la phase aqueuse obtenue lors de la décantation. La durée d'une hydro distillation peut considérablement varier, pouvant atteindre plusieurs heures selon le matériel utilisé et la matière végétale à traiter. [91] Cette technique peut être réalisée grâce à un Clevenger (figure 7) ou bien un alambic (figure 8)

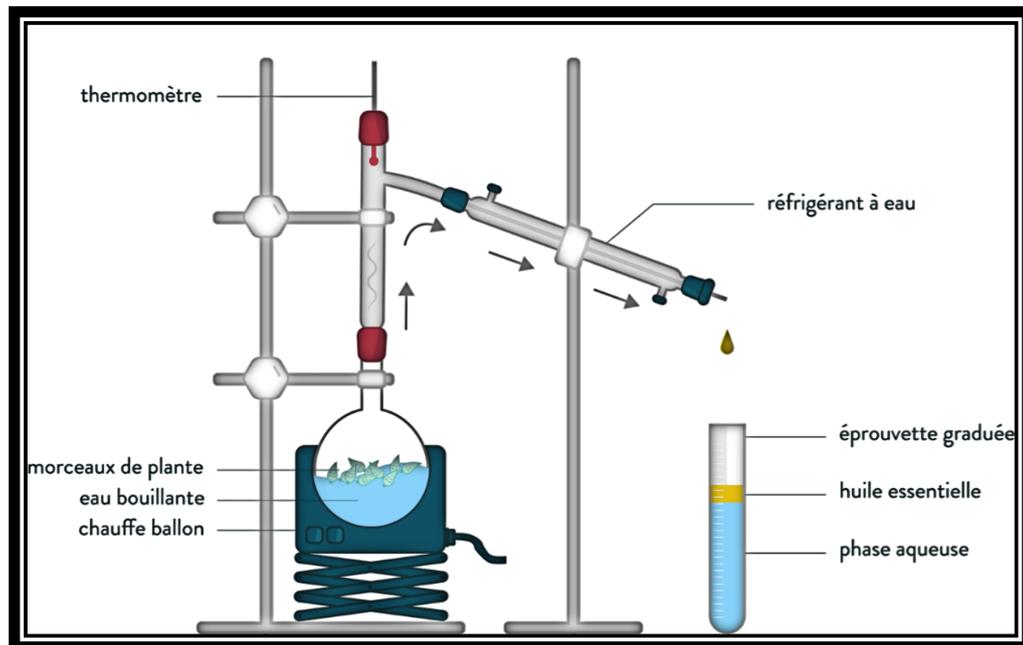


Figure 7 : Schéma montrant le fonctionnement de la distillation réalisée par le Clevenger <https://www.schoolmouv.fr/savoir-faire/realiser-une-hydrodistillation/fiche-pratique>

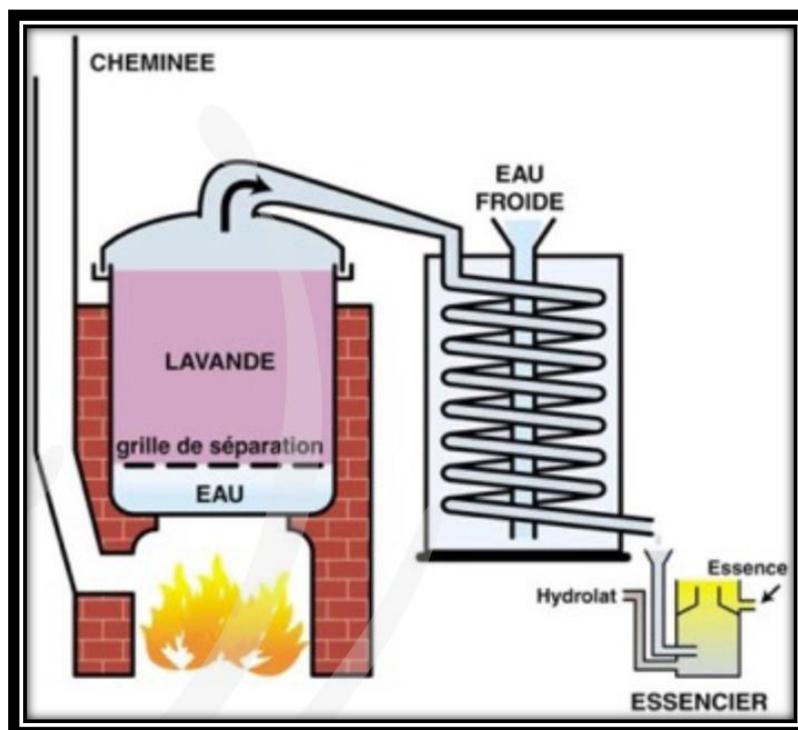


Figure 8 : Schéma montrant le fonctionnement de la distillation réalisée par l'alambic <https://www.zayataroma.com/fr/methodes-dextraction>

2.1.8. Conservation

La durée moyenne minimale de conservation communément acceptée pour les huiles essentielles, par tous les acteurs de ce secteur, va de 4 à 5 ans, alors que les essences d'agrumes ont, elles, une durée moyenne plus faible de 2 à 3 ans. Bien entendu, il nous est impossible de parler de durée de conservation sans évoquer les règles de conservation qui sont à respecter.

Trois facteurs importants interviennent dans la bonne conservation des huiles essentielles

-La lumière : L'obscurité est préconisée, les UV causant de gros dommages au niveau des molécules chimiques, c'est la raison pour laquelle nous conseillons de toujours acheter vos huiles essentielles dans des flacons foncés. Choisir les flacons les plus foncés possibles et même faire vos propres mélanges dans ce même type de flacon. Donc : chez vous, stockez toujours vos Huiles dans un coffret ou un placard. Attention certaines huiles végétales nécessitent même un contenant qui ne laisse pas pénétrer de lumière (aluminium).

-La température : Un excès de température peut altérer une huile essentielle et d'autant plus une essence. Attention, les huiles végétales sont encore plus fragiles, car plus sensibles aux températures élevées et ses écarts. Donc : il faut veiller à conserver ses huiles essentielles dans une ambiance fraîche. Les mêmes précautions sont à prendre pour les préparations et les mélanges Huiles Essentielles/Huiles Végétales.

-Oxygène de l'air : Il faut savoir que les molécules de base des huiles essentielles et des huiles végétales sont facilement oxydables, impliquant un changement structurel de la molécule ; ce changement risque de conduire à une modification de propriété, voire même parfois, une altération qui risque d'entraîner une certaine nocivité. Donc : Nous recommandons de toujours parfaitement reboucher le flacon d'huile essentielle une fois le prélèvement fait. [92]

2.1.9. Toxicité des huiles essentielles

Les huiles essentielles ne sont pas des produits qui peuvent être utilisés sans risque. Comme tous les produits naturels : « ce n'est pas parce que c'est naturel que ce soit sans danger pour l'organisme ». Cet aspect des huiles essentielles est d'autant plus important que leur utilisation, de plus en plus populaire, tend à se généraliser avec l'émergence de nouvelles pratiques thérapeutiques telle que l'aromathérapie. Certaines huiles essentielles sont dangereuses lorsqu'elles sont appliquées sur la peau en raison de leur pouvoir irritant (huiles riches en thymol ou en carvacrol), allergène (huiles riches en cinnamaldéhyde. [93] Ou phototoxique (huiles de citrus contenant des furocoumarines [94] D'autres huiles essentielles ont un effet neurotoxique. Les réactions de toxicité sont généralement dose-dépendantes, des doses qui diffèrent suivant la voie d'application. [95] Et qui engendrent des intoxications graves juste à la suite d'ingestion orale d'une quantité d'huile beaucoup plus élevées que la dose thérapeutique. [96]

2.2. Les hydrolats

2.2.1. Définition

Les hydrolats sont des médicaments composés de l'eau et de principes volatils, qui s'y sont unis par la distillation. Ces principes, presque toujours tirés des végétaux, sont souvent des huiles essentielles, dont la solution dans l'eau est facilitée par quelque autre matière indéterminé ; car jamais, en agitant de l'eau simple avec une huile volatile, on ne parvient à l'en charger comme par la distillation de la plante elle-même souvent aussi des végétaux sensiblement inodores donnent des hydrolats sapides et odorants, sans qu'en se soit assuré, jusqu'à présent, à quelle sorte de matières sont dues ses propriétés ; mais on peut dire qu'en générale ces médicament sont moins actifs que les autres, beaucoup plus altérables par décomposition spontanée, et moins constants dans leurs effets. [97]

2.2.2. Composition

Les hydrolats contiennent en petite quantité des composés volatils semblables à ceux présents dans l'huile essentielle ainsi que des composés solubles dans l'eau non retrouvés dans l'huile. La composition des hydrolats s'éloigne donc de celle des huiles : les molécules oxygénées hydrophiles s'y trouvent en grandes quantités alors que les composés lipophiles comme les hydrocarbures terpéniques sont la plupart du temps quasi absents. Certains hydrolats présentent une plus grande proportion de molécules lipophiles. [98]

2.2.3. Utilisation

Les hydrolats présentent certaines activités pharmacologiques et biologiques intéressantes. Certains hydrolats sont utilisés depuis des siècles dans des préparations cosmétiques, thérapeutiques et culinaires : les hydrolats de rose, de fleur d'oranger, de lavande et de fleurs de bleuets sauvages en sont des exemples. Dont le distillât de feuilles et de rameaux floraux est un composant fréquent de produits dermatologiques grâce à ses propriétés désinfectantes et astringentes. Le principal marché des hydrolats se situe dans le domaine des cosmétiques et des arômes alimentaires. [99] Cependant, avec le regain d'intérêt actuel pour les médecines alternatives telle que l'aromathérapie, les hydrolats sont aujourd'hui de plus en plus utilisés pour leurs vertus thérapeutiques. [100]

2.2.4. Conservation

Les hydrolats sont extrêmement vulnérables au développement bactériologique en raison de leur faible teneur en huile essentielle (concentration dépassant rarement les 02), et de la présence de particules végétales. Ils ont aussi tendance à changer de couleur en raison de la présence combinée de particules végétales et de sels métalliques. Pour leur bonne

Chapitre II : Huile essentielle et hydrolat et produit cosmétique

conservation il convient de les stocker à l'abri de la lumière, de l'oxygène et des variations de température. [101]

2.3. Produit cosmétique

On entend par « produits cosmétiques », toute substance ou préparation destinée à être mises en contact avec les diverses parties superficielles du corp humain (épiderme, système pileux et capillaire, ongles, lèvres, et organes génitaux extérieurs) ou avec les dents et les muqueuses, en vue, exclusivement ou principalement, de les nettoyer, de les parfumer, d'en modifier l'aspect et/ou de corriger les odeurs corporelles, et/ou de les protéger ou de les maintenir en bonne état. Ils sont identifiés en 5 grandes familles : les produits d'hygiène, les produits de soin, les produits de maquillage, les produits parfumants et les filtres et protecteurs solaires. [102]

2.3.1. Le shampoing

Les shampoings sont des produits liquides et moussants destinés à laver et/ou traiter les cheveux et le cuir chevelu. Il existe des shampoings pour toutes les natures de cheveux : cheveux secs, gras, colorés, cuir chevelu, irrité...etc. Les shampoings sont parmi les produits d'hygiène les plus vendus dans la grande distribution, sans doute parce que le consommateur estime qu'il n'a pas besoin de conseil pour acheter un tel produit, que l'offre est extrêmement variée et que les prix pratiqués lui conviennent. [103]

2.3.2. Composition d'un shampoing

Il se compose d'agents détergents, d'épaississants, de stabilisateurs de mousse, de conditionneurs, de conservateurs, additifs cosmétiques traitants, nacre, colorant et parfum. [104]

2.3.3. Formule standard d'un shampoing

Bien que les shampoings soient choisis par les consommateurs selon leurs caractéristiques secondaires (odeur, couleur, viscosité...), la raison principale pour laquelle ils en utilisent est de nettoyer leurs cheveux, or, les surfactants qui sont utilisés pour fournir cette fonctionnalité, constituent l'ingrédient principal du shampoing, pendant que les autres ingrédients utilisés, servent à caractériser les shampoings selon les besoins et le confort des consommateurs. [105]

Tableau 2 : Formule standard d'un shampoing

Fonction	% massique
Surfactant principal (anionique)	9 – 15
Surfactant secondaire	0 – 5
Agent de control de viscosité	1 – 5
Agent moussant	0 – 2
Colorant	Qs
Agent de conditionnement (traitement capillaire)	0 – 1
Agent opacifiant	0 – 2
Agent humectant	0 – 2
Conservateur	0.05 – 1
Parfum	0.1 – 2
Additifs spéciaux	0 – 1

Ken Klein, Irwin Palefsky (2007). Shampoo formulation. In : Ingeard Johansson, P.Somasundaran (dir.), Handbook for Cleaning/Decontamination of Surfaces (pp. 277- 304): Elsevier B.V.

2.3.3. Les shampoings antipelliculaires

Les shampoings antipelliculaires doivent nettoyer le cuir chevelu, éliminer les squames, avoir une action antifongique, traiter l'hyper séborrhée et calmer les démangeaisons. [106]

De façon générale, leur début d'action se manifeste au bout de deux à quatre semaines. Ce type de shampoing doit être appliqué sur tout le cuir chevelu, section par section. Il est important de bien masser et de laisser agir pendant quelques minutes (selon le produit) avant de rincer abondamment. [107]

*Partie
expérimentale*

Chapitre I

matériels et

méthodes

Chapitre I : Matériels et méthodes

Notre travail consiste à l'étude de l'activité antioxydante de l'huile essentielle de la partie aérienne de la menthe verte de la wilaya de Djelfa. Les résultats de cette première partie nous permettent de réaliser un essai d'incorporation de l'huile essentielle et de l'hydrolat dans un produit industriel cosmétique

L'étude expérimentale a été réalisée, durant la période allant du mois de mars jusqu'à la fin du mois de juin 2022, au niveau des laboratoires suivants :

- Entreprise d'extraction des huiles essentielles BIO.EXTRAPAMAL situé à Latraoui Ali N°01 Oued Alleug BLIDA 090014.
- Laboratoire de recherche des plantes aromatiques et médicinales, Département de Biotechnologie, université de Blida 1, pour le test de l'activité antioxydante.
- Laboratoire venus Ouled Yaiche pour la formulation du shampoing.
- Département de génie de procédé, université Blida 1, pour le test de rhéologie.

I- Matériels

1.1 Matériel biologique

Notre matériel végétal (figure 9) correspond à la partie aérienne de la menthe verte cultivée à la main et traitée sans engrais et sans pesticides au niveau de la région Benkarwi Abdllah de la Wilaya de Djelfa, Commune : Zaafran, Département : Hassibahbah. La récolte a été réalisée la matinée en une journée ensoleillée dans la période de la fin juin 2021 qui correspond au stade floraison.

L'espèce de notre matériel végétale à été identifié par des spécialistes dans ce domaine.

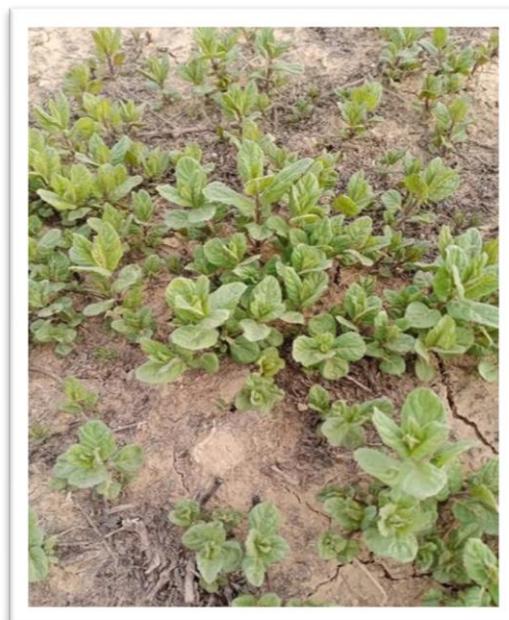


Figure 9 : La menthe verte de la région de Benkarwi Abdllah (Djelfa 2021)

1.1.1. La localité de récolte

La zone de Zaâfrane est située dans le bassin du Zahrez Gharbi à environ 60 Km au Nord du chef-lieu de la Wilaya ; elle est limitée au Nord par la wilaya de Tiaret et la Commune de Guernini, à l'Ouest par la commune d'El Guedid et Charef, à l'Est successivement par les Communes de Hassi Bahbah, Ain Maâbed et Djelfa, et enfin au Sud, par les Communes de Ben Yagoub et Ain el Ibel (figure). Ses coordonnées géographiques sont :

- Longitude Est : $2^{\circ} 27$ à $3^{\circ} 05$;
- Latitude Nord : $34^{\circ} 32$ à $35^{\circ} 03$.

Sa plus grande longueur Nord – Ouest / Sud – Est est de 61 Km et sa plus grande largeur Est / Ouest est de 54 Km ; par ailleurs, l'altitude de la zone est de 950 m. Elle s'étend sur une superficie (planimétrie B.N.E.D.E.R, 1995) de 121400 Ha représentant 4% de la superficie globale de la Wilaya de Djelfa. [108]



Figure 10 : localisation de la Commune de Zaafrane

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Algeria_relief_location_map.jpg?uselang=fr

1.1.2. Séchage et conservation de l'échantillon de la plante

La plante fraîchement récoltée est laissée à sécher dans des hangars pendant 7 jours, le séchage a été réalisé par suspension. Les plantes séchées sont conservées dans des boîtes en carton à l'abri de la lumière et de l'humidité.



Figure 11 : Échantillon de la plante séchée

1.2. Matériel non biologique

L'ensemble des verreries, l'appareillage et les réactifs utilisés sont mentionnés dans l'annexe 1.

II- Méthodes d'études

1.3. Extraction de l'huile essentielle

L'extraction de l'huile essentielle est réalisée par hydrodistillation grâce à un alambic, la technique consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite porté à l'ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et huile essentielle se sépare par différence de densité. [109]

Un échantillon de 9 kg de la matière végétale sèche est mis dans un alambic de 50 kg (figure 12). 18 litres d'eau ont été ajoutées. On lance le chauffage, la vapeur se charge de substances volatiles. L'extraction se poursuit pendant 3h, jusqu'à extraction de toute l'huile essentielle qui est récupérée directement dans un bécher, (figure1, annexe 2) et l'hydrolat est versée dans un seau en inox, la séparation de l'huile essentielle et de l'hydrolat est réalisée pendant 24h à 72h grâce à une ampoule de décantation, (figure2, annexe 2) l'huile obtenue est mise dans un flacon opaque et conservée au réfrigérateur à 4°C jusqu'à son utilisation.



Figure 12 : Alambic d'hydro distillation

Le rendement en huile a été estimé par rapport à la masse d'huile essentielle obtenue et la masse de la matière végétale utilisée. Le calcul se fait selon la formule suivante :

$$\mathbf{R(HE) = \frac{m(HE)}{m(MV)} \times 100}$$

Dont :

R(HE) : Le rendement en huile essentielle (%).

m(HE) : la masse d'huile essentielle en (g).

m(MV) : la masse de la matière végétale en (g).

1.4. Caractéristiques organoleptiques de l'huile essentielles

Les analyses organoleptiques ont été réalisées en observant directement notre échantillon (couleur, aspect, odeur etc...)

1.3. Caractérisation physico-chimique de l'huile essentielle et de l'hydrolat

Les différentes caractéristiques physico-chimiques réalisées sont : l'indice de réfraction, potentiel d'hydrogène (PH) et la densité relative.

1.3.1. Indice de réfraction

Cette mesure indique le rapport entre l'angle d'incidence et de réfraction d'un rayon lumineux de 589 nm passant de l'air dans l'HE tout variation de cet indice signifie que la molécule n'est pas pure ou qu'elle a été mélangée avec autre substance. [110]

Elle est réalisée grâce à un réfractomètre (figure 13).

Le protocole donné par Venus est le suivant :

- Etalonner le réfractomètre avec l'eau distillée.
- Placer 2 à 3 gouttes des huile essentielle et l'hydrolat testée sur l'appareil.
- Régler le réfractomètre jusqu'à la stabilisation.
- Lire la valeur de l'indice de réfractomètre sur le cercle gradué.



Figure 13 : Réfractomètre

1.3.2. Potentiel d'hydrogène (pH)

PH l'abréviation de potentielle d'hydrogène, mesure l'activité chimique des ions hydrogènes (H⁺) en solution. Plus couramment, le PH mesure l'acidité ou la basicité d'une solution. Il s'agit d'un coefficient permettant de savoir si une solution est acide, basique ou neutre. Cette mesure a été effectuée à l'aide d'un PH-mètre (figure 14).



Figure 14 : Ph mètre

1.3.3. Densité relative à 20°C

La densité relative d'une huile ou de l'hydrolat est le rapport de la masse d'un certain volume d'huile à 20°C à la masse d'un volume égal d'eau distillée à 20°C. elle est mesurée par un densimètre (figure 15). Elle est effectuée en injectant 5ml de notre échantillon grâce à une seringue graduée dans l'appareil et lire la valeur donnée.



Figure 15 : Densimètre

1.4. Activité antioxydante

L'activité antioxydante in vitro a été évaluée par la mesure du pouvoir de piégeage du Radical DPPH (1,1- Diphenyl-2-picrylhydrazyl) selon la méthode décrite par. [111] Elle est réalisée grâce à un spectrophotomètre (figure 16).

50 µl de chacune des solutions méthanoliques de l'huile essentielle testées à différentes concentrations (200, 400, 600, 800 et 1000 µg/ml) sont mélangées avec 5 ml d'une solution méthanolique de DPPH (0,004 %). Après une période d'incubation de 30 minutes à la température du laboratoire et à l'abri de lumière, l'absorbance est lue à 517 nm dans le spectrophotomètre. L'inhibition du radical libre DPPH par la vitamine C a été également analysée à la même concentration pour comparaison. On détermine la cinétique de la réaction et les paramètres de calcul de l'activité antioxydante pour la vitamine C et l'huile essentielle (Pourcentage d'inhibition, l'index IC50).

1.4.1. Détermination du pourcentage d'inhibition et l'IC50 :

Selon certains auteurs [112] L'inhibition du radical libre de DPPH en pourcentage (I%) est calculée de la manière suivante :

$$I\% : \boxed{\frac{(A \text{ blanc} - A \text{ échantillon})}{A \text{ blanc}} \times 100}$$

Dont :

I% : pourcentage d'inhibition

A blanc : Absorbance du blanc (méthanol)

A échantillon : Absorbance du composé d'essai.

La cinétique des réactions de l'huile essentielle et de la vitamine C avec le DPPH a été inscrite à chaque concentration examinée. Les concentrations en huile essentielle et en vitamine C, en fonction des pourcentages du DPPH inhibés, ont été tracées à la fin de la réaction afin d'obtenir l'index IC50. Ce paramètre est défini comme la concentration d'antioxydant requise pour diminuer la concentration du DPPH initiale de 50%.



Figure 16 : Spectrophotomètre

1.5. Formulation du shampoing

La formulation du shampoing a été réalisée au niveau de laboratoire Venus par deux essais.

Essai 1

Mesures des ingrédients

Les mesures des ingrédients (tableau 3) ont été faites grâce à une balance précise (figure17).

Tableau 3 : Mesures des ingrédients de l'essai 1 de shampoing.

Les produits	Pourcentage %	Le poids en g	Rôle
Glycol Distearate (and) Laureth-4 (and) Cocamidopropyl Betaine	1	5	La brillance / la couleur
Guar Hydroxypropyltrimonium Chloride	0.5	2.5	Agent de contrôle de viscosité
Acide 2-Hydroxy-1,2,3propanetricarboxylic	0.03	0.15	Chélation / Ajusteur de PH
Huile essentielle	0.3	1.5	Agent antipelliculaire
Sodium Laureth Sulfate (and) Cocamidopropyl Betaine (viscosité)	12	60	Tension actif
Methylchloroisothiazolinone, Methylisathiazolinone	0.08	0.4	Conservateur
Coconut Fatty Acid Diethanolamide	3	15	Agent de contrôle de viscosité
Hydrolat	40	200	Agent antipelliculaire (extrait aqueux)
Eau adoucie	44	220	Solvant
NaCl	-	Environ 1 g	Stabilise la viscosité

Dans un bécher on mélange l'eau adoucie et l'hydrolat, grâce à l'agitateur, puis on verse les matières premières selon l'ordre indiqué par la fiche technique de la préparation du shampoing Venus antipelliculaire. On continue d'agiter notre solution jusqu'à obtention de la texture désirée. Ensuite on étudie la conformité de notre produit finale grâce aux analyses physicochimiques et microbiologiques et on le met dans un flacon.

Chapitre I : Matériels et méthodes

Essai 2

Mesures des ingrédients

Les mesures des ingrédients (tableau 4) ont été faites grâce à une balance précise.

Tableau 4 : Mesures des ingrédients de l'essai 2 de shampooing.

Les produits	Pourcentage %	Le poids en g	Rôle
Glycol Distearate (and) Laureth-4 (and) Cocamidopropyl Betaine	2	10	La brillance/ la couleur
Guar Hydroxypropyltrimonium Chloride	0.7	3.5	Agent de contrôle de viscosité
Acide 2-Hydroxy- 1,2,3propanetricarboxylic	0.03	0.15	Chélation / Ajusteur de PH
Huile essentielle	0.3	1.5	Agent antipelliculaire
Cocamidoprophyl Betaine, Ammonium laureth sulfate, Sodium Myristoyl glutamate, Ammonium lauryl sulfate	12	60	Tension active Agent nettoyant
Methylchloroisothiazolinone, Methylisathiazolinone	0.05	0.25	Conservateur
Cocamide DEA	2% de - 2 %	10 - 10	Agent de control de viscosité
Hydrolat	15	75	Agent antipelliculaire (extrait aqueux)
Eau adoucie	85	425	Solvant
Sel	NaCl	Environ 1 g	Stabilise la viscosité
Huile d'amende amère	-	2 à 3 gouttes	Agent hydratant
Parfum	-	Quelques gouttes	Agent parfumant

Chapitre I : Matériels et méthodes

Dans un bécher on mélange l'eau adoucie et l'hydrolat, grâce à l'agitateur, puis on verse les matières premières selon l'ordre indiqué par la fiche technique de la préparation du shampoing Venus antipelliculaire. On continue d'agiter notre solution jusqu'à obtention de la texture désirée. Ensuite on étudie la conformité de notre produit final grâce aux analyses physicochimiques et microbiologiques et on le met dans un flacon.



Figure 17 : Balance précise

1.5.1. Caractéristiques organoleptiques

Dans cette étude, quatre critères sont considérés pour évaluer la qualité organoleptique :

L'aspect, la couleur, l'odeur

- le contrôle de la mousse : ce contrôle se fait dans un objectif de satisfaire les consommateurs

Ces derniers lient le moussage au nettoyage et croient qu'à moins de voir une quantité de mousse abondante lors du lavage au shampoing, leurs cheveux ne sont pas nettoyés proprement. Ce qui n'est pas vrai évidemment. C'est pour cela que des amplificateurs de mousse sont ajoutés. [113]

1.5.2. Analyses physicochimiques du shampoing :

Pour tester la conformité d'un shampoing on doit passer par les analyses physicochimiques qui comptent :

Le PH, la densité, la viscosité, la teneur en matière active anionique et le test rhéologie.

Ces analyses ont été effectuées au niveau du laboratoire physicochimique de Venus et au niveau de département génie de procédé Blida 1.

1.5.2.1. Teneur en matière active anionique :

Le protocole donné par le laboratoire Venus est le suivant :

La teneur en matière active anionique se fait en préparant une solution A : Dans un bécher, on met 3 g de shampoing avec 200ml d'eau distillée puis on les met dans l'agitateur magnétique (figure) jusqu'à ce que le shampoing se dissolve dans l'eau. Une fois le shampoing dissous dans l'eau distillée, nous ajoutons quelques gouttes de phénolphtaléine et KOH, qui colorient le mélange en rose.

D'autre part, on prépare une solution B : dans une fiole, qui se compose de 10 ml d'eau distillée et 10ml de solution mixte (acide sulfurique +solution mère), dont la solution mère se compose d'Alkali bleu et Dimidium bromide, avec 15ml de chloroforme.

On ajoute 12.5ml de la solution A dans la solution B et on laisse le mélange s'agiter, Ensuite on passe au titrage : on égoutte le (chlorure de benzetanium) contenu dans une burette dans notre solution toute en surveillons notre mélange, au moment où la couleur change on ferme le robinet de la burette et on marque le volume de titrage après on calcule la teneur en matière active anionique.

La teneur en matière active en % de fraction massique est exprimée avec cette formule :

$$\text{TMAA} = 4 \times 0.004 \times 366 \times \text{volume de titrage} / m_0$$

Dont :

4 : est constant

0.004 : concentration de chlorure de benzetanium

366 : masse molaire de tension actif

m_0 : masse en g de la quantité d'échantillon

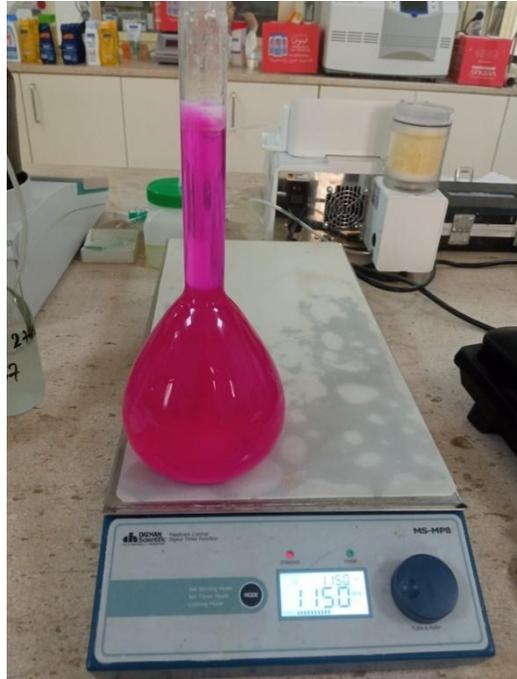


Figure 18 : Procédé de l'analyse TMAA

1.5.2.2. La rhéologie :

La rhéologie a été réalisée au niveau du département génie de procédé université Blida 1 grâce à un rhéomètre (figure 19).

Ce processus a été réalisé en mettant à peu près 5 g de notre échantillon dans le rhéomètre réglé à 20 °C ensuite on observe le traçage de la courbe d'écoulement pendant environ 15 min.



Figure 19 : Rhéomètre

1.5.3. Les analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques ont été effectuées au niveau de laboratoire des analyses microbiologiques de Venus par le procédé suivant :

Dans une boîte de pétrie on met 10ml de notre produit formulé avec 90ml de diluant neutralisant et on laisse un moment pour réagir. Ensuite on prend 1ml du mélange et on le recouvre avec de la gélose PCR pour détecter les germes totaux. On laisse incuber dans une température de 32°C pendant 3 jours dans l'incubateur. Cette technique est appelée le dénombrement par ensemencement en profondeur.

Résultats et discussions

2.1. Rendement en l'huile essentielle

Le rendement en huile essentielle obtenu est de 0.88%. Le plus grand rendement en huile essentielle est obtenu pour l'espèce provenant de la région de Annaba (2.16%), [114] suivi par celui de Bejaïa (1.1%), [115] tandis que le plus faible est celui de notre échantillon de Djelfa (0.88%) suivi de très près de celui de Sétif (0.9%) [116]

En dehors de l'Algérie, les plus grands rendements en huile essentielle sont obtenus par *Mentha spicata* L originaire du Pakistan (1.2%), [117] ce résultat est relativement similaire à celui De la région de Bejaïa, Par contre, le plus faible rendement est obtenu pour la menthe du Bangladesh (0.33), [118] suivi par celui du Maroc (0.58). [119]

2.2. Caractéristiques organoleptiques de l'huile essentielle

Les caractéristiques organoleptiques de notre huile essentielle sont montrées dans le tableau 5

Tableau 5 : Caractéristiques organoleptiques des huiles essentiels de *Mentha spicata* L

Mentha spicata	Aspect	Couleur	Odeur	Huile essentielle obtenue
Norme AFNOR	Liquide Mobile Limpide	Presque incolore à jaune pale	Caractérisation fraîche, plus au moins mentholée selon l'origine	
Huile Essentiel Étudiée	Liquide Mobile	Jaune pale	Fraiche mentholé	

Selon le tableau... l'aspect, la couleur et l'odeur de l'huile essentielle étudiée sont conformes aux normes d'AFNOR.

2.3. Analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques de l'huile essentielle et de l'hydrolat effectuées sont : l'indice de réfraction, le potentiel d'hydrogéné (PH) et la densité relative.

2.3.1. Indice de réfraction

Les résultats des valeurs d'indice de réfraction de notre huile essentielle en comparaison avec AFNOR sont montrés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Valeurs de l'indice de réfraction de l'huile essentielle

	IR
HE	1.3335
HE AFNOR	Entre 1,3000 / 1,7000

L'indice de réfraction est utilisé pour l'identification et comme critère de pureté des huiles essentielles. Plus l'indice de réfraction d'un produit est près de la valeur attendue, plus sa pureté est grande. [120]

Comme l'indique le tableau ci-dessus l'indice de réfraction de notre l'huile essentielle est conforme aux normes AFNOR.

Les indices de réfraction mentionnés par certain auteur [22] sont de (1.484 – 1.491) et [121] (1.4850 – 1.4910) sont aussi conforme aux normes AFNOR. Notre HE se caractérise par un indice de réfraction plus faible. Ce paramètre renseigne sur la qualité de l'huile essentielle.

L'indice de réfraction de l'hydrolat a donné une valeur de 1.4837. Peu de travaux ont été effectués sur la pureté de l'hydrolat.

2.3.2. Potentiel d'hydrogéné (PH)

Les résultats des valeurs du PH de notre huile essentielle en comparaison avec AFNOR sont montrés dans le tableau 7.

Tableau 7 : Valeurs de PH

	PH
HE de <i>Mentha spicata</i> L	5.39
HE Norme AFNOR	6-7

Le PH de notre échantillon de l'huile essentielle est légèrement plus faible par rapport à la valeur des normes AFNOR avec une valeur de 5.39. Cette différence peut être expliquée par la différence des composants de l'huile essentielle à cause de la différence de la date et du lieu de récolte.

Le PH trouvé par certains auteurs [122] est égale 6, cette valeur est supérieure à celle qu'on a obtenue, cela est peut-être dû aux changements des composés des huiles essentielles a cause de la différence du lieu de culture (Bouira) et la date de récolte (Mars, Avril, Mai).

La mesure du PH de l'hydrolat a donné une valeur de 3,19. Peu de travaux ont été effectués sur le PH de l'hydrolat.

2.3.3. Densité relative

Les résultats de la densité de l'huile essentielle en comparaison par ISO sont montré dans le tableau 8.

Tableau 8 : Valeurs de densité

	Densité
HE	0,934
HE ISO, 1988	Entre 0.920-0.937

Les résultats obtenus montrent que la densité de l'huile essentielle est conforme aux normes ISO. Les valeurs indiquées par d'autres chercheur [123],[120] sont (0,8395 et 0,88) respectivement sont légèrement en dessous de l'intervalle établi par ISO.

La mesure de la densité de l'hydrolat a donné une valeur de 0.723, peu de travaux ont été effectués sur les hydrolats.

2.4. Évaluation de l'activité antioxydante

L'activité antioxydante de l'HE de la menthe verte été évaluée par le test du piégeage du DPPH. Les résultats obtenus sont montrés dans la figure suivante et dans le tableau 1 de l'annexe 2.

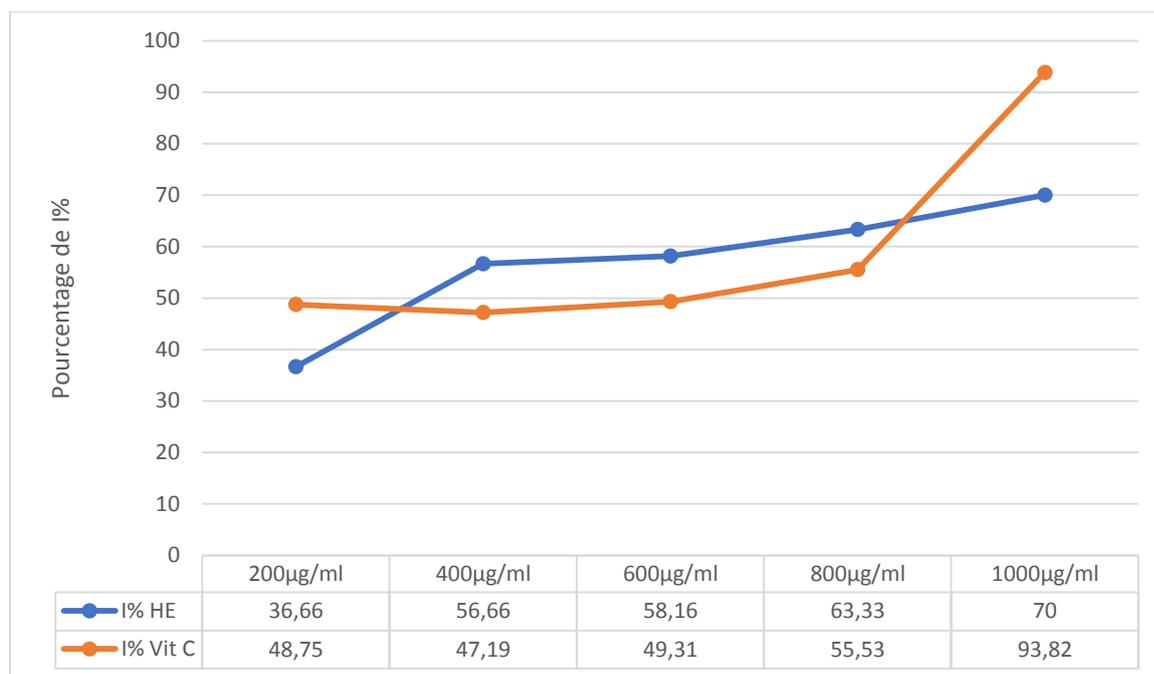


Figure 20 : Courbe montrant le pourcentage d'Inhibition de HE et de VitC

Il semble que le pourcentage d'inhibition du radical libre augmente avec l'augmentation de la concentration soit pour la vitamine C et l'huile essentielle de *Mentha spicata* L.

Nous remarquons que le pourcentage d'inhibition du radical libre pour l'huile essentielle est supérieur à celui de la vitamine C pour les concentrations (400 µg/ml, 600 µg/ml, 800 µg/ml) nous pouvons dire que notre huile essentielle est douée d'une activité antioxydante non négligeable.

2.4. Détermination de l'IC₅₀

L'IC₅₀ est inversement lié à la capacité antioxydante d'un composé, car il exprime la quantité d'antioxydant requise pour diminuer la concentration du radical libre de 50 %, plus la valeur d'IC₅₀ est basse, plus l'activité antioxydante d'un composé est grande, nos résultats sont présentés dans (la Figure 20)

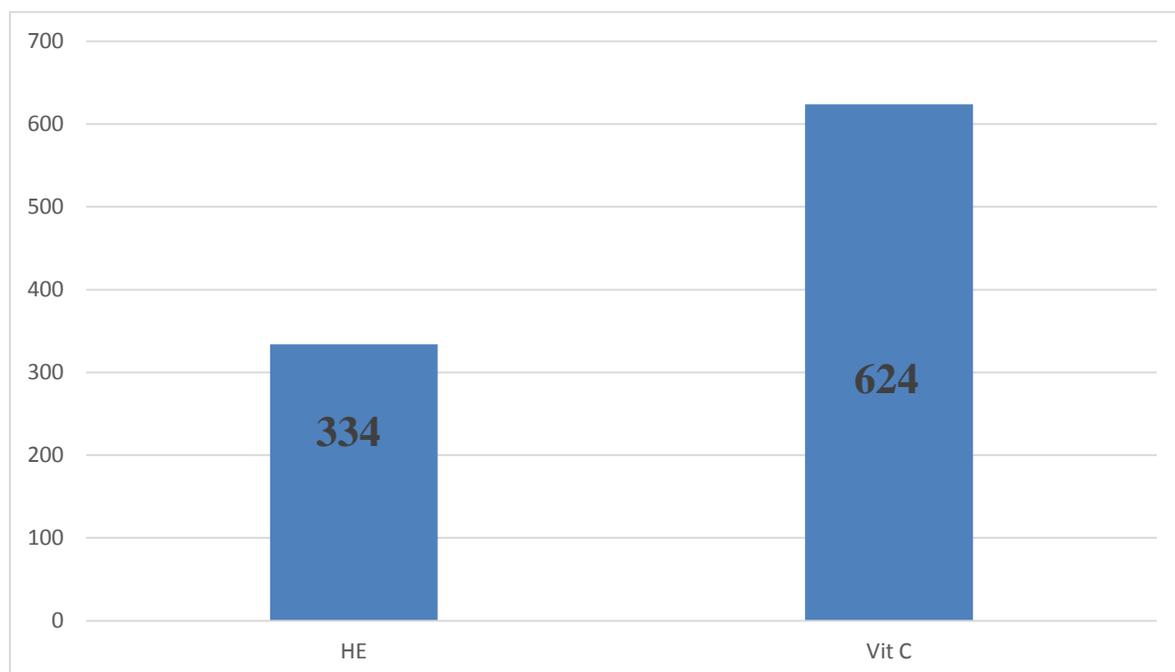


Figure 21 : Diagramme des valeurs de l'IC₅₀ de l'HE et Vit C

D'après les valeurs de l'IC₅₀ montrés dans le diagramme ci-dessus nous remarquons que l'huile essentielle de *Mentha spicata* L présente une valeur d'IC₅₀ plus faible (334 µg /ml) que celle de la vitamine C (624 µg /ml).

D'après ces résultats on peut conclure que l'huile essentielle de *Mentha spicata* L est douée d'un pouvoir antioxydante plus important par apport à la vitamine C.

D'autres recherches [124] ont montré que l'extrait aqueux de *Mentha spicata* L a un effet antioxydant important vis-à-vis du radical DPPH. En effet, la concentration inhibitrice piégeant 50% du radical DPPH (IC₅₀) est de : 65,13 µg/ml ± 1,29 µg/ml.

2.5. Les analyses de shampoing

Pour évaluer la conformité de notre shampoing on a effectué plusieurs analyses : caractéristiques organoleptiques, analyses physico-chimiques, analyses microbiologiques et la rhéologie.

2.5.1. Les caractéristiques organoleptiques

L'ensemble des caractéristiques organoleptiques (l'aspect, la couleur, l'odeur) sont montrés dans le tableau 9.

Tableau 9 : Caractéristiques organoleptiques

Caractéristiques Les essais	L'aspect	La couleur	L'odeur	La mousse
Essai 1	Moins visqueux	Blanchâtre	Forte odeur de menthe	Mousse bien
Essai 2	Visqueux	Blanchâtre	Odeur de menthe agréable	Mousse bien

Les caractéristiques organoleptiques pour l'essai 1 et l'essai 2 ont montrés une ressemblance entre les deux produits, sauf pour le manque de viscosité et l'odeur désagréable du premier essai. Ces caractéristiques sont acceptables par apport aux normes du laboratoire Venus.

2.5.2. Les analyses physico-chimiques

L'ensemble des analyses physico-chimiques effectuées (PH, densité, viscosité, TMAA) sont montré dans le tableau 10.

Tableau 10 : Analyses physico-chimiques de shampoing

Les analyses Les essais	PH	Densité	Viscosité	TMAA
Essai 1	4.08	1	9940	7,3936
Essai 2	5,6	1,15	15000	8,736
Normes Venus	5,5-6,5	1,10-1,30	10000-16000 ops	7-9

Chapitre II : Résultats et discussions

En observant le tableau 10 on remarque que les analyses physico-chimiques de l'essai 1 de shampooing sont inférieures aux normes Venus tandis que l'essai 2 présente des résultats dans les normes Venus.

Test rhéologie

Les courbe d'écoulement résultant la rhéologie de notre produit fini et du produit référence Venus sont montrées dans les figures 17 et 18.

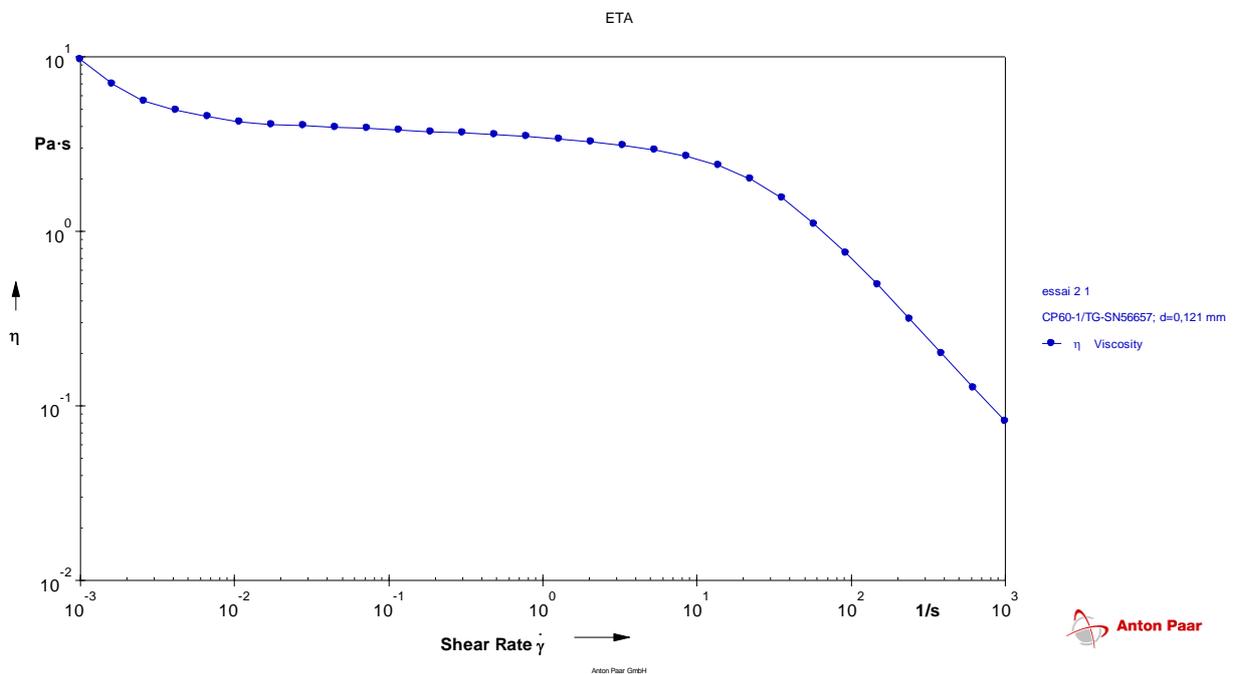


Figure 22 : Courbe d'écoulement de la rhéologie de notre produit fini de shampooing.

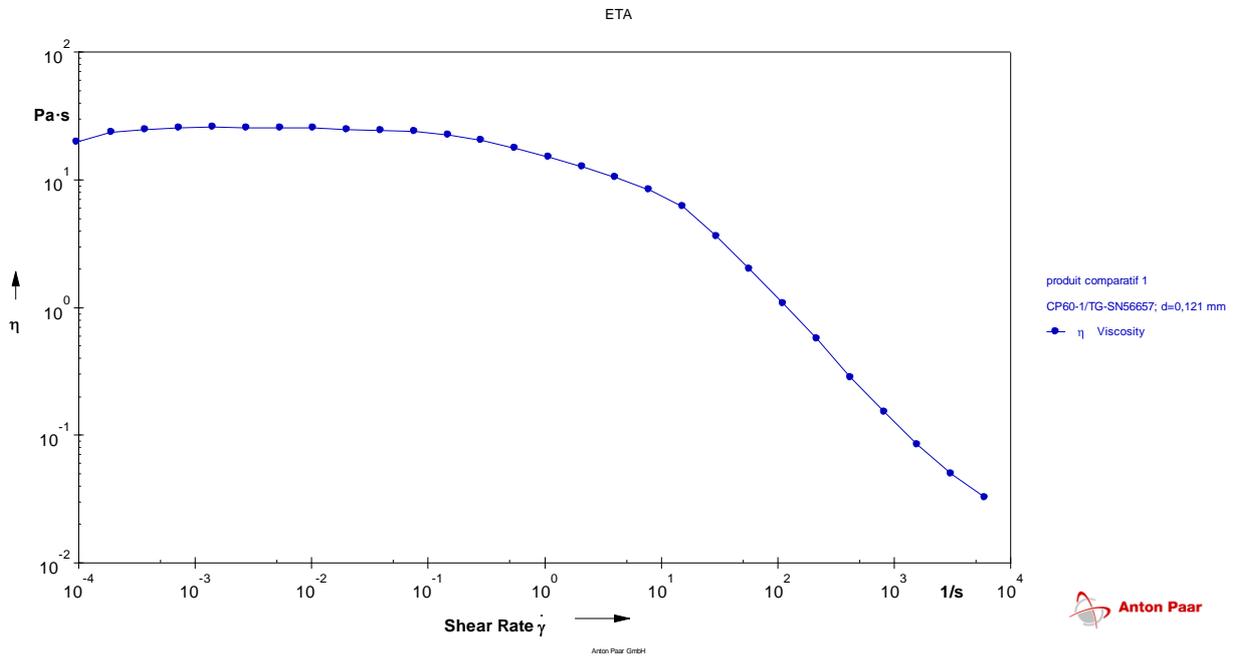


Figure 23 : Courbe d'écoulement de la rhéologie de produit référence de Venus.

L'objectif de l'analyse rhéologique est d'avoir une idée sur la stabilité du produit à long terme d'out l'exploration des conditions de courbe d'écoulement pour appréhender le comportement de la viscosité sous divers cisaillements.

Il a été réalisé des courbes d'écoulement des échantillons (notre produit fini et le produit référence de Venus) en cisaillement variable entre 0.0001 S^{-1} à 6000 S^{-1} en rampe logarithmique et avec une échelle du temps logarithmique décroissante du 15 S à 25 S à température 20°C .

Les deux courbes d'écoulement sont pratiquement superposés sur tous l'intervalle de cisaillement ; ceci permet de déduire que l'ajout de nos aditifs (huile essentielle et hydrolat) n'ont pas eu un effet sur la courbe d'écoulement également on peut remarquer la robuste du procédé de fabrication qui a donné des résultats très similaire des deux courbes d'écoulement.

2.5.3. Les analyses microbiologiques

Les résultats des analyses microbiologiques pour l'essai 1 (figure 15) et l'essai 2 (figure 16) de shampoing sont montrés dans les figures ci-dessous.

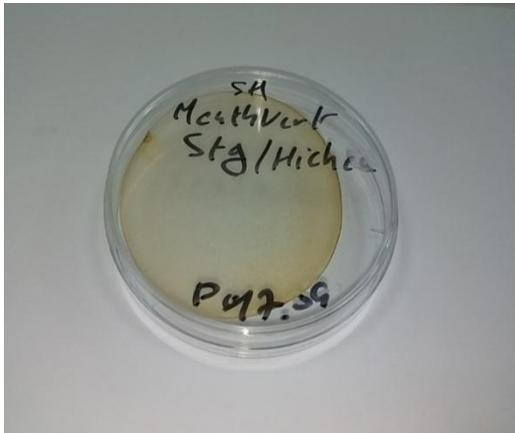


Figure 24 : Analyse de microbiologie de shampooing essai 1

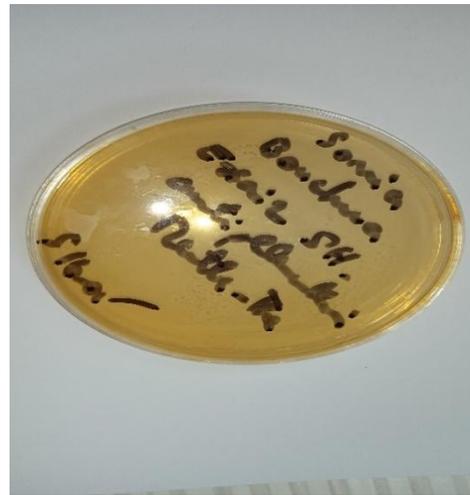


Figure 25 : Analyse de microbiologie shampooing essai 2

L'analyse microbiologique montre qu'il ne y'a aucune apparition de colonie de champignons ou de bactéries ce qui signifie l'absence de toute contamination. Ce qui certifie la conformité de notre produit.

Conclusion

Conclusion

Notre travail rentre dans le cadre de la valorisation de plantes médicinales et aromatiques d'Algérie.

Dans la présente étude, nous avons visé comme objectif principal l'évaluation de l'activité antioxydante de l'huile essentielle extraite de la partie aérienne d'une plante appartenant à la famille de Lamiaceae, la *Mentha spicata* L provenant de la région de Zaafrane (Djelfa).

L'extraction de l'huile essentielle de *Mentha spicata* L a été réalisée par hydro distillation grâce à un alambic. Le rendement obtenu est de 0.88%.

Les caractéristiques physico-chimiques de nos huiles essentielles sont conformes aux normes AFNOR et ISO.

L'activité antioxydante de l'huile essentielle de *Mentha spicata* L a été évaluée par le test du piégeage du DPPH. Les résultats obtenus montrent que l'huile essentielle à une activité antioxydante proche de la vitamine C avec une valeur d'IC 50 inférieure comparativement à la valeur obtenue pour la vitamine C.

Le produit industriel correspondant à un shampoing antipelliculaire formulé à base de l'huile essentielle et de l'hydrolat de la menthe semble être conforme aux normes de l'entreprise Venus d'une part et satisfaisant par certains consommateurs qui ont apprécié la texture, l'odeur et surtout son efficacité comme effet antipelliculaire d'autre part.

Notre travail doit être suivie par une étude des extraits de la menthe pour la formulation d'autres produits cosmétiques recommandés par les consommateurs tels que les dentifrices ; les gels de douche et les crèmes de soins.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] - Michel PIERRE (2013), Guide de poche de phytothérapie, édition quotidien malin paris.
- [2] - Aafi A., Ghami M., Satrani B., Aberchen M., Ismaili (2009) My.R.et EL Abid A Diversité et valorisation des principales plantes aromatique et médicinales (PAM) de l'écosystème cédraie au Maroc. Centre de Recherche Forestière B.P.763, Agdal- Rabat.
- [3] - DUTERTRE J.M., (2011). Enquête prospective au sein de la population consultant dans les cabinets de médecine générale sur l'île de la Réunion : à propos des plantes médicinales, utilisation effets, innocuité et lien avec le médecin généraliste. Thèse doctorat d'état, univ, Bordeaux 2-Victor Segalen U.F.R des sciences médicinales, France.
- [4] - Abayomi SOFOWORA (2010), Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique, édition KARTHALA, Paris.
- [5] - Ahmed KABOUCHE, (2005), Étude phytochimique des plantes médicinales appartenant à la famille des Lamiaceae Thèse de Doctorat : Univ Mentouri-Constantine.
- [6] - Bencheikh, S-E. (2017). Étude de l'activité des huiles essentielles de la plante *Teucrium polium* ssp *Aurasianum labiatea*. Thèse de Doctorat en génie des procédés et environnement univ. K-M Ouargla.
- [7] - Bouhaddouda. N. (2016). Activité antioxydante et antimicrobienne de deux plantes de sol locale : *Origanum vulgare* et *mentha pulegium*. Thèse doctorat, Univ. Annaba.
- [8] - Ahmed KABOUCHE, (2005), Thèse de Doctorat : Étude phytochimique des plantes médicinales appartenant à la famille des Lamiaceae, Univ Mentouri-Constantine.
- [9] - Gherman et al., (2000) : Bouhdid et al. (2006) : Hilan et al., (2006) : Comparative analysis someactive
- [10] - Choudhury et al., (2006) : analysis of Indian mint (*Mentha spicata*) for essential. Trace and toxic elements and its antioxydant behaviour – Journal of Pharmacitcal and Biomedical Analysis.
- [11] - Dimitrijevic et al., (2007) : A study of the synergistic antilisterial effects of a sub-lethal dose of lactic acid and essential oils from *Thymus vulgaris* L. *Rosmarinus officinalis* L. and *Origanum vulgare* L-Food chemistry.
- [12] - Gachkar L., Yadegari D., Rezaei M.B., Taghizadeh M. Astaneh S.A. and Rasooli I., (2007) chemical and biological characteristics of *cuminum cyminum* and *Rosmarinus officinalis* and essential oils. Food chem., 102.
- [13] - Moreau F (1960). Botanique : Procaryotes (cyanophytes et bactéries) : Eucaryotes (algues, champignons et végétaux supérieurs) la plante dans ses rapports avec le milieu, Édition Paris Gallimard.

Références bibliographiques

- [14] - La SJ et al, (2005) ; Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L) and Thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxydant proprieties. Edition Boca Raton, Fla.: CRC Press.
- [15] - P. Quezel, S. Santa (1962), Nouvelle Flore de l'Algérie et des Régions Désertiques Méridionales. Édition CNRS., Paris
- [16] - Benayad N (2008). Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaine : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaire stockees. Mémoire de Master Univ Kasdi Merbah, Ouargla.
- [17] - Tanja SC (2012)., Chandra S. Mint, handbook of herbs and spices 2nd édition. Woodhead Publishing Series in food Science, Technology and Nutrition).
- [18] - Mckay DL, Blumberg JB (2006) , A,reviewer of the bioactivity and potential health benefits of peppermint tea (*Mentha piperita* L.) phytiatries.
- [19] - Boukhatem M.N., Hamaidi M.S., Saidi F et Hakim Y (2010). Extraction, composition et propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle du Géranium Rosat (*Pelargonium graveolens* L.) cultivé dans la plaine de Mitidja (Algérie). Nature et Technologie, n° 03.
- [20] - Takeo Mitsui (1998). New Cosmetic Science. Amsterdam, Pays-bas : Elsevier Science B.V.
- [21] - Louis Ho Tan Tai (2001). Formulating Detergents and Personal Care Products. Lambersart, France : American Oil Chemists 'Society.
- [22] - Pauline Carlier-Loy (2015) *Mentha spicata* L: Description et Utilisation en Thérapeutique et en agriculture comme antigerminatif sur la pomme de terre, Thèse doctorat en pharmacie Univ de Picardie Jules Verne, France.
- [23] - Laurent Bourgeois (2013), Remèdes et recettes à la menthe, édition rustica.
- [24] - Magazine Petit Jardin N°108- (Juin 2022), édition Graines et Plantes.
- [25] - Douay Sébastien, 2008. L3SVB, Faculté libre des sciences et technologies systématique des Angiospermes.
- [26] - Bouhaddouda N, 2016, Activités anti-oxydante et antimicrobienne de deux plantes du sol locale : *Origanum Vulgar* et *Mentha Pulegium*. Thèse Doctorat, université de Annaba.
- [27] - Moja S., Jullien F, 2014, Les menthes, diversité des espèces et composition chimique, Jardins de France, 630.
- [28] - Anton et Annelise L (2005). Plantes aromatiques : épices aromates. Condiments et huiles essentielles. Lavoisier, édition Tec& Doc.
- [29] - APG III (2009). An update of Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of filouering plants: APG III. Botanical Journal of the Linnean Society.

Références bibliographiques

- [30] - : Pauline, C.L., (2015) *Mentha spicata* : Description et utilisation en thérapeutique et en agriculture comme anti germinative sur la pomme de terre. Thèse de doctorat en pharmacie. Université de Picardie Jules verne.
- [31] - Fournier P. (1999). Le livre des plantes médicinales et vénéneuses de France. Tome III menthe à zacinthe.
- [32] - Pauline Carlier-Loy (2015) Thèse doctorat en pharmacie *Mentha spicata* L : Description et Utilisation en Thérapeutique et en agriculture comme antigermatif sur la pomme de terre, Univ de Picardie Jules Verne, France.
- [33] - Selles S.M.A., Kouidri M., Bellik Y., Ait Amrane A., Belhamiti Hmoudi Si.M., Boukraa L, (2018), chemical composition, antioxydant and in vitro antibacterial activities of essential oils of *Mentha spicata* leaf from Tiaret Area (Algeria). Dhaka university journal of pharmaceutical sciences, 17 (1).
- [34] - Yvan T (1997)., Pharmacologie 8^{ème} édition. Masson. Paris-Milan-Barcelone.
- [35] - Perrot, Mechelle (1928). Histoire de chambres, Edition du Seuil,DL. Paris.
- [36] - Lachance, N., 2001. « Le système scolaire québécois pour les enfants sourds et l'implantation de projets éducatifs bilingues et biculturels », dans Recherche sur la langue des signes. Université Toulouse le Mirail, Édition Garo'Signes.
- [37] - Tucker AOEFC.2007. *Mentha* : un Aperçu De La Classification Et Les Relations. En 16-17 : Laurent, BM, Ed, Monnaie. Du Genre *Mentha*.16-17.
- [38] - Baba Aissa F (1999) Encyclopédie des plantes utiles (Flore d'Algérie et du Maghreb). Substances végétales d'Afrique, d'Orient et d'Occident. Ed. Edas. Alger.
- [39] - Benayad N., (2008). Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaine : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaire stockées. Université Mohammed V-Agdal. Rabat.
- [40] - Polese J.M,2006, La culture des plantes aromatiques A rtemis.
- [41] - Douay S, 2008, Monographie de la menthe verte. Université de Lille, France.
- [42] - Walter A., Lebot V,2003, Jardin d'Océanie. IRD Edition, Paris.
- [43] - Small E., Deutsch G,2001, Herbes culinaires pour nos jardins de pays froid. ISMANTPEONY PRESS.
- [44] - Laurent Bourgeois (2013), Remèdes et recettes à la menthe, édition rustica p : 7
- [45] - Laurent Bourgeois (2013), Remèdes et recettes à la menthe, édition rustica p : 3
- [46] - Auburn R., Magnan D (2008). Cultiver les plantes sauvages et comestibles, Ed Artemis, Presou.

Références bibliographiques

- [47] - Elfadl A., Skirey A-Bullentir (2002) mensuel d'information et de liaison de la PNTTA N°97 : Transfert de technologie en agriculture.
- [48] - Telci I., Kacar O., Bayram E., A Rabaci O., Demirtas I., Yilmaz.G- (2011) the efect of ecological conditions on yield and quality traits of selected peppermint (*Mentha piperita* L.) clones. *Industrial Corps and products*; 34 : 1193-1197
- [49] - Gerbranda W (2004) . *La culture des plantes aromatiques et médicinales en biologi*. Ed. Fraysse, Paris France : 207.
- [50] - Pauline Carlier-Loy (2015) Thèse doctorat en pharmacie *Mentha spicata* : Description et Utilisation en Thérapeutique et en agriculture comme antigerminatif sur la pomme de terre, Univ de Picardie Jules Verne, France.
- [51] - Teuscher Et., Anton R., Lobstein A, 2005, plantes aromatiques : épice, aromates, condiments et huiles essentielles. Edition Tec et Doc, Lavoisier, Paris.
- [52] - Bensabah F., Houbairi S., Essahli M., Lamiri A., Naja, 2013, chemical composition and inhibitory effect of the essential oil from *Mentha spicata* irrigated by was te water on the corrosion of aluminium in 1 molar hydrochloric acid. *Portu galiae Electrochemical Acta*, 31(4),195.
- [53] - Gros jean F, 1990, Étude botanique, physico-chimiques et pharmacologiques de *Mentha Pulegium* L. et *Mentha viridis* L. Var Nahnah ; comparaison de l'activité antifongique des huiles essentielles. Thèse de doctorat, Université de Besançon, France.
- [54] - Ait-ouahionne C.H, 2005. Contribution à l'étude l'effet du substrat sur la composition quantitative et qualitative de l'huile essentielle de *Mentha viridis* L (mentha verte). Thèse d'ingeniorat en Agronomie, UMMTO. Dupont F., Guignard J.L, 2012, *Botanique : Les familles des plantes*. Elsevier, Masson, Issy_Les_Moulineaux.
- [55] - Bruneton, J,1999, *Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales*.3éme édition.Tec& Doc. Lowoisier, Paris.
- [56] - Dupont F., Guignard J.L, 2012, *Botanique : Les familles des plantes*. Elsevier, Masson, Issy_Les_Moulineaux.
- [57] - Guignard J.L, Dupont F, 2007, *Botanique systématique moléculaire* 14 éme Édition, Elsevier Masson.
- [58] - S. Douay 2008_2009 L 3 SVB-Monografiiede la menthe vert -Fiche systématique des Angiospermes L3SV.
- [59] - Dure P., Brahmi F., Madani Kh., Chibane M,2017. Chemical composition and biological activity of *Mentha* species. Ed Hany El-shemy.
- [60] -Makhlouf K. Makhloufs, 2018, Evaluation de l'activité antiaxydante des extraits de *Mentha spicata*. Mémoire de Master, Université de Bejaia.

Références bibliographiques

- [61] - Teuscher Et., Anton R., Lobstein A, 2005, plantes aromatiques : épice, aromates, condiments et huiles essentielles. Edition Tec et Doc, Lavoisier, Paris.
- [62] - Makhoulf K. Makhoulfs, 2018, Evaluation de l'activité antioxydante des extraits de *Mentha spicata*. Mémoire de Master, Université.
- [63] -Suliman A.M.E., Sitana Et.A., Awad M.A.R,2011, phytochemical analysis of local spearmint (*Mentha spicata*) leaves and detection of the antimicrobial activity of its oil .Journal of Microbiology Research, 1(1).
- [64] - Laurent Bourgeois (2013), Remèdes et recettes à la menthe, édition rustica .
- [65] - El fadl et Abdellatif & Chtaina Nouredine (2010) Étude De Base sur La culture De La Menthe Au Maroc.
- [66] -. S. Douay L 3 SVB-Monografi de la menthe vert -Fiche systématique des Angiospermes L3SV 2008_2009.
- [67] Anonyme <https://www.passeportsante.net/fr/Solutions/HuilesEssentielles/Fiche.aspx?doc=huile-essentielle-menthe-verte>
- [68] - Daniele Festy, (2012) Ma bible des huiles essentielles, édition : LEDUC.S, France.
- [69] - Daniele Festy, (2012) Ma bible des huiles essentielles, édition : LEDUC.S, France.
- [70] - Barkat, M. & Imene, L. (2011). Composition chimique et activité antioxydante de l'huile essentielle des fleurs séchées de *lavandula officinalis*. Revue de génie industriel.
- [71] - Daniele Festy, (2012) Ma bible des huiles essentielles, édition : LEDUC.S, France.
- [72] - Paris M., Hurabielle M. Abrégé de matière médicale (pharmacognosie) Tome 1 : généralités, monographiques. Ed. Masson, Paris.
- [73] - Moja S., Jullien F (2014). les Menthes diversité des espèces et composition chimique. Dossier simple et aromatique-jardin de France.
- [74] - Moja S., Jullien F (2014). les Menthes, diversité des espèces et composition chimique. Dossier simple et aromatique-jardins de France.
- [75] - Binet P, et Brunel J.-P., (2000) ; Physiologie Végétale. Tome II. Edition Doin.
- [76] - Bourrain, (2013). Allergies aux huiles essentielles : aspect pratiques. Revue Française d'Allergologie.
- [77] - Bruneton J (1999) : Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Ed. Tech. & doc, Lavoisier, Paris.
- [78] - Kunle O, et OKOGUN J., (2003), Antimicrobiale activity of various extracts and carvacrol from *lippiamulti* flora leaf extract phytomedicine. Vol 10.
- [79] - Thormar, (2011). Lipids and Essential oils as Antimicrobial Agents. John Wiley & Sons, Ltd. United Kingdom.

Références bibliographiques

- [80] - Hamzaoui N (2010). Etude de la composition chimique de l'Artemisia Herba-Alba poussant en Algérie. Thèse de Doctorat U.S.T.H.B.
- [81] - Delattre J., Beardeux J.L et Bonnerfont Rousselot D (2005) : Radicaux libres et stress oxydant, Aspect bio logiques et pathologiques. Édition Tec & Doc Lavoisier.
- [82] - Haddonche F et Bennansom A (2008) Article de synthèse.Huiles essentielles et activités biologique. Application à deux plantes aromatiques. Journal les technologies de laboratoire N°8.
- [83] –Delattre J., Beaudeux J .L et Bonnerfont Rousselot D (2005). Radicaux libre et stress oxydant, aspect biologiques et pathologique. Edition tec & Doc, Lavoisier.
- [84] - Bruneton (J.)(1993). – pharmacognosie phytochimie plantes médicinales, Tec & Doc, Lavoisier, Paris.
- [85] - Gelal (A.), Jacob (P.), Yu (L.), Benowitz (N, L),(1999). – Disposition Kinetics and effects of menthol_ Clin Pharmacol ther - vol 66.
- [86] - Lis- Balchin (M.),(1999). -Possible health and safety problems in the use of novel plant essential oils and extracts in aromatherapy the journal of the Royal Society for the promotion of health - Vol 119, N°4.
- [87] - Rechard sar (R.H) – RISKS associated with herbal remedies- Toxicologic Disorders.
- [88] - Randriannarivelo, (2010). Etude de l'activité antimicrobienne d'une plante endémique de Madagascar « cinnamosma fragrans », alternative à l'antibiotique en crevetticulture thèse de doctorat université d'Antananarivo.
- [89] - Amjad H.M, (2005). Neem seed oil : Bangladesh. Examples of the development of pharmaceutical products from medicinal plants. Bangladesh Council of Scientific and Industrial Research (BCSIR),10 .
- [90] - Gérard PIERI, Je choisis mon huile essentielle, Mon pharmacien m'aide.
- [91] - Coupal K.Lévesque M., (2006).Des jardins centre financier aux entreprises, Québec Pharmacie, Vol. 53, n°8.
- [92] - Gérard PIERI, Je choisis mon huile essentielle, Mon pharmacien m'aide.
- [93] - Smith, C, K : Moore, C.A ; Alahi, E.N ; Smart, A-T ; Hotchkiss, S.A, (2000). Human skin absorption and metabolism of the contact allergens, cinnamic aldehyde and cinnamic alcohol. Toxicos. Appl. Pharmacol.
- [94] - Naganuma, M. ; Hirose, S. ; Nakayama, Y. ; Nakajima, K. ; Soneya, T, (1985). A study of the phototoxicity of lemon oil. Arch. Dermatol. .
- [95] - « Toxicity » (2014), in essential oil safety, 2nd ed, R. Tisserand and R. Young, Eds. London : Elsevier.

Références bibliographiques

- [96] - Palaniappan et Holley, (2010). « Use of natural antimicrobials to increase antibiotic susceptibility of drug resistant bacteria., » International journal of food microbiology. Vol. 140, no.2-3, .
- [97] - N.E Henry et G. Guibourt, (1841), Pharmacopée raisonnée ou traité de pharmacie pratique et théorique, édition : libraires, Paris.
- [98] - Price, L ; Price, S, (2004). Understanding hydrolats : the specific hydrosols for aromatherapy. Chur chill living stone.
- [99] - Bremness L. (1996). L'œil nature : les plantes aromatiques et médicinales. Bordas Nature, Paris.
- [100] - Cattys. (2001). Hydrosols, the next aromatherapy. Healing Arto Press. Rochester.
- [101] - Ferrando, (2006). La production des eaux florales. Congrès de Digne.
- [102] - Direction générale de la santé et de la qualité des pratiques et des soins Bureau des dispositifs médicaux et des autres produits de santé 14, avenue Diquesne 75007 Paris.
- [103] - Poelman (1992) initiation à la cosmétologie, édition Lavoisier, Paris.
- [104] - Pierre Bouhanna, Pasca Reygagne(1999).Pathologie du cheveu et du cuir chevelu Editeur ,MASSON, France.
- [105] - Ken Klein, Irwin Palefsky (2007). Shampoo formulation. In: Ingeg ard Johansson, P.Somasundaran (dir.), Handbook for Cleaning/Decontamination of Surfaces Elsevier B.V.
- [106] - Ramouche Y (2013). les produits capillaires et leurs conseils à l'officine, Thèse de doctorat de l'université Claude Bernard, Lyon, France.
- [107] - Coupal K., (2006). Lévesque M. Des jardins centre financier aux entreprises, Québec Pharmacie, Vol. 53, n°8.
- [108] – Farida BACHIR BELMEHDI (2007), Bulletin des sciences géographiques N°20 Univ d'Oran.
- [109] - Bruneton, J., (1999). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. In : Technique et Documentation Lavoisier, Paris.
- [110] - Zahalka Jean Philippe (2015) les huiles essentielles dictionnaire complet d'aromathérapie. Edition Dauphin.
- [111] – Burits M., Bucar, F.(2000), antioxidant activity of nigella sativa essential oil. Phytotherapy Research.
- [112] - Sharififar, F., Dehghn- Nudeh, G., Mirtajaldini, M. (2009). Major flavonoïds with antioxidant activity from T.

Références bibliographiques

- [113]- Ken Klein (2008). Shampoo Formulation : The Basics. In : Marie Kuta (dir), Hair care from physiology to formulation : Allured Publishing Corporation.
- [114] - Khiari M, 2018, Etude de l'effet de Mentha et Pistacia sur la toxicité du Nickel. Thèse Dedoctorat, université d'Annaba.
- [115] - Brahmi F., Adjaoud A., Marongiu B., Falconieri D., Yalaoui-Guellal D., Madani K., Chibane M., (2016). Chemical and biological profiles of essential oils from *Mentha spicata* L. leaf from Bejaia in Algeria. *Journal of essential oil Research*,28(3).
- [116] - Boukhebt H., Chaker A.N., Belhadj H., Sahli F., Ramdhani M., Laouer H., Harzallah D, (2011), Chemical composition and antibacterial activity of *Mentha puelgium* L. and *Mentha spicata* L. essential oils.*Der Pharmacia Lettre*, 3(4).
- [117] - Hussain A., Anwar F., Shahid M., Ashraf M., Przybylski R., (2011), Chemical composition, and antioxidant and antimicrobial activities of essential oil of Spearmint (*Mentha spicata* L.) from Pakistan. *Journal of Essential Oil Research*, 22(1).
- [118] - Chowdhury J.U., Nandi N.C., Uddin M., Rahman M., (2007), Chemical constituents of essential oils from two types of spearmint (*Mentha spicata* L. and *M. cardiaca* L.) introduced in Bangladesh. *Bangl. J. Sci. Ind. Re.*
- [119] - Bensabah F., Houbairi S., Essahli M., Lamiri A., Naja J, 2013, Chemical composition and inhibitory effect of the essential oil from *Mentha spicata* irrigated by wastewater on the corrosion of aluminum in 1 molar hydrochloric acid. *Portugaliae Electrochimica Acta*, 31(4).
- [120] - Anonyme <https://distillateur-inox.fr/qualite-des-he/modeles-refractometres/>
- [121] - Bardaweel S.K., Gherib A., Bakchiche B., Alsalamat H.A., Rezzoug M., flamini G, (2018). Chemical composition, antioxidant, antimicrobial and antiproliferative activities of essential oil Of *Mentha spicata* L. (Lamiaceae) from Algerian Saharan atlas. *Complementary and Alternative Medicine*, 18.
- [122] - Ben Youcef Hayat, Djediat Mouna, (2018-2019). Étude biologique des huiles essentielles de *Mentha spicata* L et formulation d'un lave-mains mémoire master, filière genie de procédés, Univ A.M OULHADJ-Bouira.
- [123] -Sulieman A.M.E., Sitana E.A., Awad M.A.R, (2011). Phytochemical analysis of local spearmint (*Mentha spicata*) leaves and detection of the antimicrobial activity of its oil. *Journal of Microbiology Research*,1(1).
- [124] - Abdel-Hady et al.; *EJMP*, 26(1) : 1-12, (2018) ; Article no.EJMP.45751.

Annexe 1 :

Appareillages :

Appareil d'hydro distillation (alambic).

Balance.

Micropipette 10_1000 μ l.

PH mètre.

Réfractomètre.

Réfrigérateur.

Spectrophotomètre.

Densimètre.

Viscosimètre.

Incubateur.

Rhéomètre .

Matériels utilisés :

Cuvette.

Flacon opaque.

Pipette graduée.

Pipette 1000 μ l.

Portoir.

Tube à essai.

Boîte pétrie.

Spatule.

Annexe 2 :



Figure 1 : La récupération de l'huile essentielle



Figure 2 : Ampoule à décantation



**Figure 3 : Essai 01 et Essai 02 de shampooing
Fabriquer**

Annexe 3 :

Tableau 1 : La Do et pourcentage d'inhibition

	200 µg /ml		400 µg /ml		600 µg /ml		800 µg /ml		1000 µg /ml	
	Do	I%	Do	I%	Do	I%	Do	I%	Do	I%
HE	0.382	36.66	0.266	56.66	0.251	58.16	0.221	63.33	0.187	70
Vit C	1.017	48.75	1.044	47.19	1.002	49.31	0.879	55.53	0.12	93.82