REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA



Faculté de **T**echnologie

Mémoire de fin d'études de Master

Filière : Génie des procédés
Spécialité : Génie des procédés pharmaceutiques

Valorisation thérapeutique des huiles végétales et des extraits à base de graines de lin (*Linum usitatissimum L.*) et marrube blanc (*Marrubium vulgare L.*)

Présenté par

TALBI Samia et RECIOUI Dalia

Proposé et Dirigé par

Mr N. MOULAI MOSTEFA et M^{me} M. TURKMAN

Promotion 2020

Remerciements

En tout premier lieu, Nous remercions le bon DIEU, tout puissant, de nous avoir donné le savoir et la volonté surtout la patience de réaliser ce modeste travail.

A nous sera très difficile de remercier tout le monde car c'est grâce à l'aide de nombreuses personnes que nous avons pu mener ce mémoire à son terme.

Nous adressons nos plus sincères remerciements à **M^me^ Turkman Meriem** et **Mr Moulai-Mostefa** *qui ont dirigé ce mémoire, pour leur encadrement, et leur présence tout au long de ces mois de travail.*

Nous tenons tout d'abord à exprimer nos profonds respects et nos remerciements les plus sincères à **Mr Hamadache Mabrouk** *Nous lui sommes profondément reconnaissantes de ses conseils, ses encouragements et son aide, vous êtes un trésor rare …*

Nos remerciements s'adressent également à **M^me^ Ferhat Samira** et **M^me^ Benkiar** Amina *pour leurs gentillesses et leurs précieux conseils.*

Nous tenons à gratifier aussi les membres de jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail

Nous tenons à remercier vivement **M^me^ Tassist Amina**, *qui malgré ses nombreuses obligations, a accepté de présider le jury de ce mémoire de master.*

*M^r^* **Othemanine**, *Nous tenons à vous remercier pour avoir examiné ce travail et pour votre présence dans ce jury.*

Nous remercions tous les enseignants de notre cursus universitaire qui ont contribué à notre Formation.

Enfin, Nous adressons mille mercis à ceux qui ont plus particulièrement assuré le soutien affectif de ce travail : Nos familles ainsi que nos amis.

Dédicace

À la mémoire de mon grand-père

À mes parents

À mes sœurs : Lina et Selma

À mes chères amies : Samia, Bassma et Houda

À toute la famille Recioui….

Dalia

Dédicace

Je dédie ce modeste travail : A ma mère :

Affable, honorable, aimable : Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous tes sacrifices. Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.

A mon père :

A mon cher papa qui a su se montrer patient, compréhensif et encourageant, sa chaleur paternelle a été et sera toujours pour moi d'un grand réconfort. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation. Puisse Dieu, tout puissant vous combler de santé, de bonheur et vous procurer une longue vie.

A mes frère Ali et Yacine

Les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous. Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite, je vous aime.

A ma belle-sœur Fatima et ma nièce Cilia

Puisse Dieu vous garder, éclairer votre route et vous aider à réaliser vos vœux les plus chers.

A ma meilleure amie Dalia :

En témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble, je te dédie ce travail et je te souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

A ma grand-mère maternelle MAMA Zoulikha

A la mémoire de la grande dame qui a tant sacrifié pour nous. Puisse Dieu vous avoir en sa sainte miséricorde et que ce travail soit une prière pour votre âme.

A La Mémoire De Mes Grand-Père

A toute ma famille maternelle et paternelle

Samia

Résumé :

La présente étude porte sur la valorisation thérapeutique des extraits et sur celle de l'huile végétale à base de grains de lin (*Linum usitatissimum L*). Pour cela, une étude bibliographique approfondie a été réalisée. De nombreuses techniques comme l'hydrodistillation, et l'extraction par entraînement à la vapeur pour l'obtention des extraits et l'extraction par pressage mécanique assisté pour l'extraction des huiles végétales sont utilisées. Ces techniques sont influencées par différentes paramètre comme le solvant, le matériel végétal et les équipements. Au cours des dernières années, de nouvelles techniques d'extraction d'huiles végétales ont été développées comme alternatives aux méthodes conventionnelles. Les extraits se trouvent sous différents types selon la méthode d'extraction.

L'étude bibliographique sur les deux plantes médicinales (*Linum usitatissimum L*. et *Marrubium vulgare L*.) témoigne de la richesse de ces dernières en principes actifs comme les flavonoïdes, ce qui leur confèrent plusieurs activités biologiques importantes comme l'effet anti inflammatoire interne et externe, antioxydant et antimicrobien.

Mots clés : *Linum usitatissimum L*., Extraction, *Marrubium vulgare L*., Effet anti-inflammatoire, Effet antimicrobien, Effet antioxydant.

Abstract:

The present study focuses on the therapeutic valorization of the extracts and that of the vegetable oil based on flax seeds (*Linum usitatissimum L*). For this, an in-depth bibliographic study was carried out. Many techniques such as hydro-distillation, steam distillation for obtaining the extracts and extraction by mechanical assisted pressing for the extraction of vegetable oils are used. These techniques are influenced by different parameters such as the solvent, plant material and equipment. In recent years, new techniques for extracting vegetable oils have been developed as alternatives to conventional methods. The extracts are found in different types depending on the extraction method.

The bibliographic study on the two medicinal plants (*Linum usitatissimum L*. and *Marrubium vulgare L*.) proves the richness of the latter in active substances such as flavonoids, which give them several important biological activities such as the internal and external anti-inflammatory effect, antioxidant and antimicrobial.

Keywords: *Linum usitatissimum L.*, Extraction, *Marrubium vulgare L.*, Anti-inflammatory effect, Antimicrobial effect, Antioxidant effect.

ملخص:

تركز الدراسة الحالية على التثمين العلاجي للمستخلصات والزيت النباتي لبذور الكتان. ولهذا فقد أجريت دراسة مرجعية معمقة. استعملت تقنيات متنوعة كالتقطير المائي والاستخلاص بواسطة البخار للحصول على المستخلصات وكذلك الضغط الميكانيكي بهدف استخلاص الزيوت النباتية. تتاثر هذه التقنيات بعدة عوامل مثل المحلول المذيب، المواد النباتية والمعدات المختلفة. خلال السنوات الاخيرة،تم تطوير تقنيات جديدة لاستخراج الزيوت النباتية كبدائل للطرق التقليدية. المستخلصات تتواجد بعدة أنواع حسب طريقة استخلاصها.

اثبتت الدراسة المرجعية على النباتين الطبيين (الكتان *Linum usitatissimum L* و المريوت *Marrubium vulgare L.*) ثراء هذين الأخيرين بالمكونات الأساسية النشطة مثل الفلافونيد، والتي تمنحهما العديد من النشاطات البيولوجية الهامة مثل النشاط المضاد للالتهابات الداخلية والخارجية، مضاد الأكسدة ومضاد الميكروبات.

الكلمات المفتاحية : الكتان، استخلاص، فراسيون ابيض، تأثير مضاد للالتهاب، تأثير مضاد للبكتيريا، تأثير مضاد للاكسدة.

LISTE DES ABREVIATIONS ET SYMBOLES

°C : Degré Celsius

ABTS: Acide 2,2'-azino-bis

ADV-5 : Adénovirus de type 5

AFNOR :Association française de normalisation

AGMI : Acides gras mono-insaturés

AGPI : Acides gras polyinsaturés

AGS : Acides gras saturés

ALA : Acide alpha-linolénique

CMI : Concentration minimale inhibitrice

CVB-3 : Virus Coxsackie de type B-3

DNS : Acide Di-Nitro-3,5 Salicylique

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl

Eq : Equation

ESSAM : Extraction sans solvant assistée par micro-ondes

HE : Huile essentielle

HSV-1 : virus herpes simplex type 1

HSV-2 : Virus herpes simplex type 2

IC50 : Concentration inhibitrice médiane

ISO : Organisation internationale de normalisation

J-C : Jésus-Christ

KOH : hydroxyde de potassium

nm : nanomètre

ORF : Open reading frame

$\mathbf{P_c}$: Pression critique

RMN : Résonance magnétique nucléaire

RSV-B: Respiratory Syncytial Virus type B

$\mathbf{T_c}$: Température critique

UFC : Unités formant colonies

USDA-NRCS: United States Department of Agriculture- Natural Resources Conservation Service.

UV : Ultra-violet

VHC : Virus de l'hépatite C

Page

Figure I.1 : schéma sur les facteurs affectant la qualité globale d'un extrait 6

Figure I.2 : Système d'extraction par Soxhlet 7

Figure I.3 : Système d'extraction par hydrodistillation 8

Figure I.4 : Extraction par solvant : a) : Infusion, b) Decoction **9**

Figure I.5 : Système d'extraction par entrainement à la vapeur 10

Figure I.6 : Schéma du montage de l'expression à froids 10

Figure I.7 : Appareil utilisé pour l'enfleurage à chaud 11

Figure I.8 : Enfleurage de pétales de rose 12

Figure I.9 : Système d'extraction assistée par micro-ondes 13

Figure I.10 : Système d'extraction par CO_2 supercritique 14

Figure I.11 : Etapes des expressions hydrauliques :a) :étape initial ; b) : étape dynamique ; c) :étape de consolidation (étape finale) 15

Figure I.12 : Equipement de la presse à vis 15

Figure II.1 : Domaines d'utilisation des huiles essentielles 19

Figure II.2 : Les formules chimiques de quelque dérivé glycéridique 24

Figure II.3 : Structure générale des Acides gras saturés (AGS) 24

Figure II.4 : structure générale des Acides gras mono-insaturés (AGMI) 24

Figure II.5 : Structure générale des acides gras polyinsaturés (AGPI) 25

Figure II.6 : Formule chimique générale des phospholipides 25

Figure II.7 : *Thymus vulgaris (*en arabe **:** زعتر) 34

Figure II.8 : *Nepeta cataria* (en arabe **:** القطرم الحقيقي أو نعناع الهر الحقيقي) 35

Figure II.9 : *Mentha rotundifolia (*en arabe : نعناع حلو الرائحة) 37

Figure II.10 : *Ajuga iva .L* (en arabe :شندقورة) 38

Figure II.11 : *Lavendula multifidia* (en arabe :خزامى) 39

Figure II.12 : *Salvia officinalis* (en arabe سواك النبي) 39

Figure III.1 : *Marrubium vulgare L* *45*

Figure III.2 : Structure chimique de la marrubiine 46

Figure III.3 : *Marrubium vulgare*, jeune feuillage 49

Figure III.4 : Linum : (a) :montrant les capsules de graines de lin; 1 (b): montrant la plante à graines Fleurs de lin;1 (c): montrant les graines de lin (jaune); et 1 (d): montrant

les graines de lin (marron) 53

Figure III.5 : Structure chimique de la linamarine 53

Figure III.6 : Structure chimique de lignan (diglucoside secoisolariciresinol (SDG)) 54

LISTE DES TABLEAUX

Page

Tableau II.1:Activité antivirale des huiles essentielles contre les agents pathogènes Humains 18

Tableau II.2 : Activité antibactérienne de diverses huiles essentielles 18

Tableau III.1. : Classification botanique de la plante *Marribium Vulgare* 42

Tableau III.2: Les utilisations thérapeutiques de *Marribium vulgare* 48

Tableau III.3 : Classification botanique de la plante *Linum usitatissimum L* 50

Tableau III.4 :Les utilisations thérapeutiques de *Linum usitatissimum L* 56

Tbleau III.5 : Les mémoires les plus récents sur l'évaluation thérapeutique des extraits et des huiles de Linum et Marribium 63

Page

Introduction générale 02

CHAPITRE I : LES METHODES D'EXTRACTION 04

I.1. Définition de l'extraction solide – liquide 05

I.2. Paramètres influençant l'extraction 05

I.2.1. Nature et état de solide et de soluté 05

I.2.2. Nature , concentration et volume de solvant 05

I.2.3. Méthode, durée, température et pression 05

I.3. Technique d'extraction 06

I.3.1. extraction par soxlet 06

I.3.2. Hydodistillation 07

I.3.3.Extraction par solvant 08

I.3.4. Extraction par entrainement à la vapeur 09

I.3.5. Extraction par expression à froid 10

I.3.6. Enfleurage 10

I.3.7. Extraction assisté par micro-ondes 12

I.4. Procédés alternatifs d'extraction d'huile végétale 13

I.4.1. Extraction d'huile végétale par CO2 supercritique 13

I.4.2. Pressage mécanique assisté 14

CHAPITRE II : EXTRAITS ET HUILES VEGETALES 16

II.1. Généralités 17

II.1.1. Les extraits 17

II.1.2. Les types d'extraits 17

a/Extraits quantifiés 17

b/Extraits titrés 17

c/Extraits naturels 17

II.2. Huile végétale 23

II.2.1. Définition 23

II.2. 2. Composition des huile végétales 23

II.2.2.1. La fraction insaponifiable 23

II.2.2.2. La fraction saponifiable 23
II.3Les méthodes de la caractérisation des extraits aqueux, les huiles essentielles et Végétales 25
II.3.1. Caractérisation des extraits aqueux 25
II.3.1.1. Dosage des tanins 25
II.3.1.2. Dosage des flavonoïdes 26
II.3.1.3. Dosage des sucres 26
II.3.1.4. Qualité microbiologique : dénombrement 27
II.3.2. Caractérisation des huiles essentielles et végétales 28
II.3.2.1. Indices physiques 28
II.3.2.2.Indices chimiques 28
II.3.3. Méthodes de caractérisation commune 29
II.3.3.1. Caractérisation organoleptique 29
II.3.3.2. Techniques chromatographiques et spectrales 30
II.4 Les effets thérapeutiques des extraits et des huiles végétales 33
II.4.1. Extraits 33
II.4.1.1. *Thymus vulgaris* 33
II.4.1.2. *Nepeta cataria* 35
II.4.1.3.Mentha rotundifolia 36
II.4.1.4. *Ajuga iva* 37
II.4.1.5. *Lavendula multifida* 39
II.4.1.6. *Salvia officinalis* 39
II.4. 2. Les huiles végétales 41
II.4.2.1. Sesamum indicuum 41
II.4.2.2 .Noix de coco 41
II.4.2.3. L'huile d'olive 41
II.4.2.4. Huile de nigelle 41
II.4.3. Utilisation industrielle des extraits et des huiles végétales 41
II.4.3.1. Les extraits 41
II.4.3.2. Les huiles végétales 42

CHAPITRE III : GENERALITES SUR LINUM USITATISSIMUM ET *MARRUBIUM VULGARE* 43
III.1. *Marrubium vulgare* 44
III.1.1. Classification 44
III.1.2. Description 44

III.1.3. Répartition géographique 45
III.1.4. composition chimique 45
III.1.5. Activités thérapeutiques de *Marrubium vulgare* 46
III.1.5.1. activité anti-inflammatoire 46
III.1.5.2. activité anti-oxydante 46
III.1.5.3. activité antivirale 47
III.1.5.4. activité antimicrobienne 47
III.1.5.5. Activité antidiabétiques 47
III.1.5.6. Activité analgésique 48
III.1.6. Des recherches récentes sur le *Marrubium vulgare* 48
III.1.7.Utilisation de *Marrubium vulgare* 48
III.2. *Linum usitatissium* 52
III.2.1. Classification 52
III.2.2. Description 52
III.2.3. Répartition géographique 53
III.2.4. composition chimique 53
III.2.5. Activités thérapeutiques de *Linum usitatissium* 54
III.2.5.1. activité anti-inflammatoire 54
III.2.5.2. activité anti-oxydante 55
III.2.5.3. activité antivirale 56
III.2.5.4. activité antimicrobienne 56
III.2.5.5. Activité antidiabétiques 57
III.2.5.6. Activité analgésique 57
III.2.6. Des recherches récentes sur le *Linum usitatissium* 57
III.2.7.Utilisation de Linum usitatissium 58
III.2.8. Partie pratique prévue 61
Conclusion générale **65**
Références bibliographiques
Annexe

Introduction Générale

Les hommes et les plantes ont une histoire commune qui remonte à l'aube des temps. Depuis son apparition sur terre, il y'a quatre millions d'années, l'homme n'a cessé de s'adapter à son environnement et de l'utiliser pour assurer sa survie. Ainsi, les végétaux n'ont cessé d'être sélectionnés que ce soit par expérimentation, observation et imitation des animaux ou encore par intuition dans le but de se nourrir, de s'habiller mais aussi de se soigner.

Bien qu'une grande partie du XXème siècle ait été consacrée à la mise au point de molécules de synthèse, la recherche de nouveaux agents pharmacologiques actifs via le screening de ressources naturelles a conduit à la découverte d'un grand nombre de médicaments utiles qui commencent à jouer un rôle majeur dans le traitement de nombreuses maladies humaines, surtout avec l'émergence de nouvelles épidémies**.**

De nos jours, l'identification de nouveaux principes actifs et la découverte de nouvelles propriétés pharmacologiques, en balance avec les effets néfastes de certains médicaments de synthèse, ont contribué à faire de la phytothérapie une médecine à part entière et à faire comprendre que les plantes pouvaient être d'authentiques médicaments.

L'aromathérapie est l'un des éléments constitutifs des médecines traditionnelles et ancestrales.

L'aromathérapie se définit littéralement comme la partie de la phytothérapie qui utilise les huiles essentielles. Dans le domaine médical, l'aromathérapie se définit comme une thérapeutique utilisant les huiles essentielles et végétales, ainsi que les extraits aromatiques par voie interne ou externe.

L'importance de l'aromathérapie est en continuelle augmentation. De nombreux patients préfèrent les extraits et les huiles à base de plantes en raison de leur bonne tolérance et de leurs faibles effets secondaires .Cependant, l'évaluation des activités thérapeutiques de ces produits aromatiques demeure une tache très intéressante qui peut faire l'intérêt de nombreuses études.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre thème de recherche. Ainsi, l'objectif essentiel de cette présente étude consiste à valoriser les extraits et l'huile végétale à base de *Linnum usitatissimum L* . dans le domaine thérapeutique, mais aussi pour enrichir ce travail par une étude comparative avec les extraits de *Marribium vulgare L.*

Notre choix s'est porté sur les deux plantes médicinales « *Marrubium vulgare L.*et *Linnum usitatissimum L.* à cause de leurs composition et de leurs nombreuses vertus thérapeutiques. Entre outre, le lin, est considérablement employé dans le quotidien de la santé publique et est énormément introduit en nutrition animale. Ce n'est pas un nouvel aliment,

mais un des plus anciens et peut-être, un des aliments originaux et précieux en raison de ses propriétés de guérison qui ont fait de lui une plante millénaire aux vertus médicinales.

Par conséquent ce travail s'articule autour de trois chapitres :

Le premier est relatif à une étude sur les méthodes d'extraction alternatives et traditionnelles ainsi que sur les paramètres influençant l'extraction.

Dans le deuxième chapitre, on parlera des extraits et des huiles végétales ainsi que de leurs méthodes de caractérisation tout en les valorisant par une étude bibliographique pour leurs différentes activités biologiques.

Dans le troisième et dernier chapitre, l'étude botanique, la composition chimique et l'utilisation thérapeutique du *linum usitatissimum L.* et *Marrubium vulgare L.* ont été traitées selon les recherches les plus récentes.

Chapitre -I-

Les méthodes d'extraction

I.1. Définition de l'extraction solide-liquide

L'extraction solide-liquide est une opération de transfert de matière entre une phase qui contient la matière à extraire «solide», et un solvant d'extraction «liquide». Le but de cette opération est d'extraire et de séparer un ou plusieurs composants mélangés à un solide dans un solvant (Herzi, 2013).

I.2. Paramètres influençant l'extraction

I.2.1. Nature et état du solide et du soluté

La nature et l'état physique du soluté ont une importance primordiale et déterminent le mécanisme de transfert de matière. Le soluté contenu dans ces corps est soit un solide, soit un liquide. Lorsque la teneur en soluté est importante dans le solide, la structure poreuse peut être détruite par broyage. La dissolution ultérieure du soluté devient plus facile. Dans les matières végétales, le soluté est généralement occlus dans des cellules d'où il est extrait par un mécanisme de dialyse ou de diffusion capillaire à travers des parois cellulaires (Bousbia, 2011).

I.2.2. Nature, concentration et volume du solvant

Le choix du ou des solvants est très important. IL se fait selon plusieurs critères : le solvant doit être non toxique, stable, non réactif, non inflammable, inoffensif pour l'environnement, peu coûteux et disponible en laboratoire, la solubilité des composants spécifiques dans le solvant, La tension interfaciale et la viscosité, car le solvant doit correctement mouiller la matrice solide (Malala et al.,2015).

I.2.3. Méthode, durée, température et pression

Les quantités de substances extraites sont fonction du temps de séjour du matériel au sein du solvant (temps nécessaire à la pénétration du solvant à l'intérieur des vacuoles, dissolution du composé etc.). Généralement, une élévation de la température traduisant l'agitation moléculaire permet de diminuer les temps de contact, sans diminution notable du rendement (Ben Amor, 2008).

L'augmentation de la température permet d'accroitre la solubilité et la diffusivité du soluté et diminuer de viscosité ainsi faciliter l'écoulement et l'extraction du substrat sous l'effet de la pression, elle doit être limitée afin d'éviter les risques de la dégradation thermique du soluté (Hadjaj, 2008).

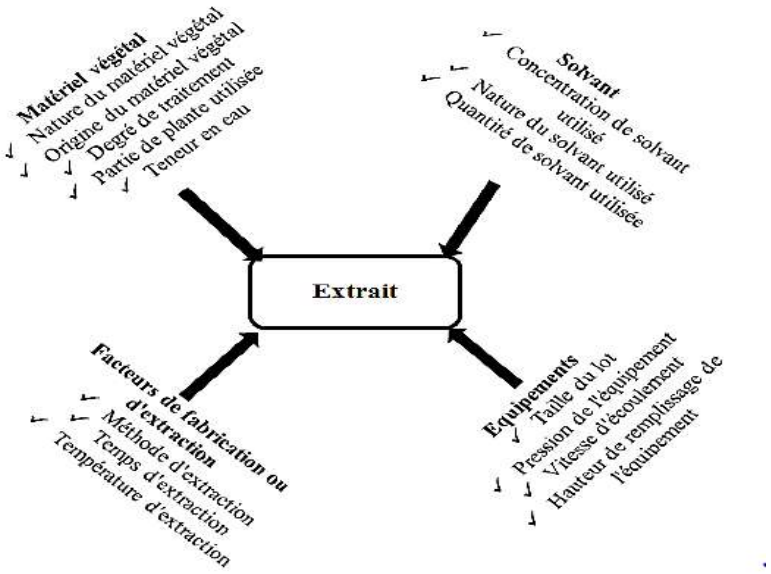


Figure I.1 : Schéma sur les facteurs affectant
la qualité globale d'un extrait (Mandal ,2015)

I.3. Techniques d'extraction

I.3.1. Extraction par Soxhlet

L'extraction par Soxhlet est une méthode analytique habituelle de récupération des huiles et graisses des échantillons solides, qui est devenu la technique de référence pour toute une gamme de composés d'extraction solide-liquide (Djenni et al., 2013).

Le principe de cette méthode consiste à faire tremper les plantes dans un solvant organique volatil à chaud, soit pour obtenir des produits que l'on ne peut extraire par un autre procédé, soit en vue de rendements plus élevés. Dans l'appareillage Soxhlet (Figure I.2) un système de régénération interne du solvant va permettre le contact en permanence du végétal avec le solvant pur. Il y a plusieurs paramètres techniques et économiques qui influent le choix du solvant comme : la sélectivité, la stabilité, l'inertie chimique et la température d'ébullition pas trop élevée pour permettre son élimination totale (Herzi, 2013).

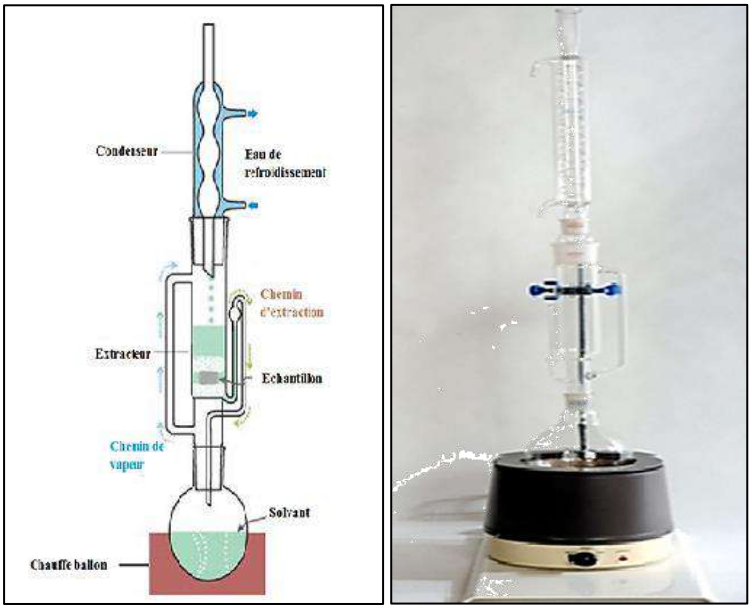


Figure I.2 : Système d'extraction par Soxhlet (Dabbs et al., 2006)

I.3.2. Hydrodistillation

L'hydrodistillation représente la méthode la plus simple, utilisée pour extraire les huiles essentielles d'échantillons de plantes (Dilworth et al., 2017).

Son principe consiste à mettre la plante dans un ballon où elle est en contact direct avec l'eau bouillante (Figure I.3). Selon la densité ou la quantité de la plante utilisée, elle peut flotter ou être complètement immergée dans l'eau (Herzi, 2013).Ce mélange solide-liquide est ensuite chauffé jusqu'à ébullition sous pression atmosphérique dans un alambic, où la chaleur permet la libération de molécules odorantes dans les cellules végétales. Ces composés d'arômes volatils et l'eau forment un mélange azéotropique, qui peut être évaporé ensemble à la même pression, puis condensé et séparé dans un ballon florentin en raison de leur immiscibilité et différence de densité. De plus, un système de cohobation peut recycler l'eau distillée à travers un siphon afin d'améliorer le rendement et la qualité des huiles essentielles.

Il est important de mentionner que les huiles essentielles récupérées sont différentes de ceux d'origine essence en raison de la longue durée du traitement (Li, 2014).

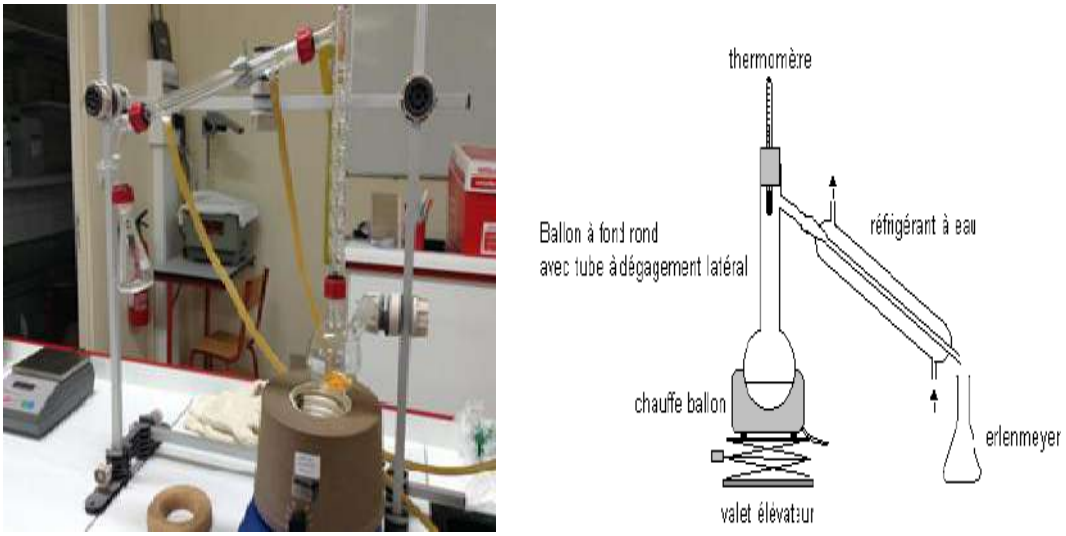


Figure I.3 : Système d'extraction par hydrodistillation,
(Turkman et Benaouda, 2010)

I.3.3. Extraction par solvant

L'extraction par solvant consiste à faire séparer, par solubilisation, la substance à extraire dans un solvant. Celui-ci peut être de l'eau, ou bien un solvant organique, issu de la chimie du pétrole : cyclohexane, éther … etc (Atsamnia, 2011).

L'extraction par solvant peut être utilisée pour extraire des huiles essentielles thermiquement labiles (par exemple, à partir de fleurs). Au cours de cette méthode, on place le matériel végétal dans un bain de solvant qui va le dissoudre (stratakos, 2016).

Le solvant doit posséder différentes propriétés : sélectif, inerte vis-à-vis des substances à extraire et suffisamment volatil pour faciliter son élimination à la fin de l'opération (Etienne, 1965). L'extraction par solvant peut être effectuée par différentes méthodes :

- Il s'agit d'une solution diluée du composant facilement soluble de la plante médicinale. Les infusions fraîches sont préparées en macérant les solides pendant une courte période de temps avec de l'eau bouillante (Figure I.4) (Pandey, 2014).
- **Macération** :

C'est un procédé qui consiste à mélanger intimement un solide avec un solvant qui doit être obligatoirement liquide pour en extraire les composés solubles. Le végétal est soit en suspension dans le solvant, avec ou sans agitation (Perino et al., 2016). La macération peut être effectué à froid ou à chaud.

- **Décoction** :

La décoction est une préparation à base d'eau pour extraire les composés actifs de matières végétales médicinales (Figure I.4). Dans ce processus, la préparation liquide est faite en faisant bouillir le matériel végétal avec de l'eau (Handa, 2008).

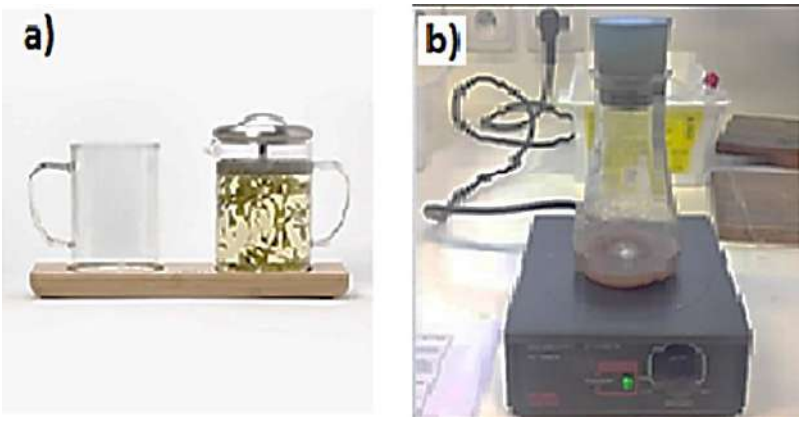


Figure I.4 : Extraction par solvant : a) : Infusion, b) Decoction

I.3.4. Extraction par entrainement à la vapeur

L'entraînement à la vapeur d'eau est le procédé d'extraction ou de séparation de certaines substances organiques les plus anciens, apportés par les Arabes au IXème siècle. Cette opération se fait traditionnellement dans un alambic (Sutour, 2010).

Cette technique ressemble à celle de l'hydrodistillation, mais pour celle-ci, on ne met pas les plantes en contact direct avec l'eau (Lucchesi, 2005).

Les matériaux végétaux tels que les fleurs et les feuilles (Dridi, 2005) préalablement pesée, est introduite dans l'extracteur représenté dans la figure I.5 (Abdoune, 2012). La vapeur d'eau traverse la matière végétale située au-dessus d'une grille (Atsamnia, 2011), qui se trouvant sur un récipient métallique où de l'eau est en ébullition (Bendahou, 2007). Le passage de la vapeur à travers le matériel, permet d'éclater les cellules qui libèrent l'huile essentielle. Ce dernier est vaporisé sous l'action de la chaleur pour former un mélange « eau + huile essentielle ». Le mélange est ensuite transporté vers le condenseur et l'essencier avant d'être séparé en une phase aqueuse et une phase organique (Bakchiche, 2015) . La phase aqueuse distillée et condensée est appelée hydrolat.

Si cet hydrolat est recyclé et utilisé pour effectuer une autre distillation à la vapeur ou hydro distillation, le processus est appelé cohobation (Wollinger et al., 2016).

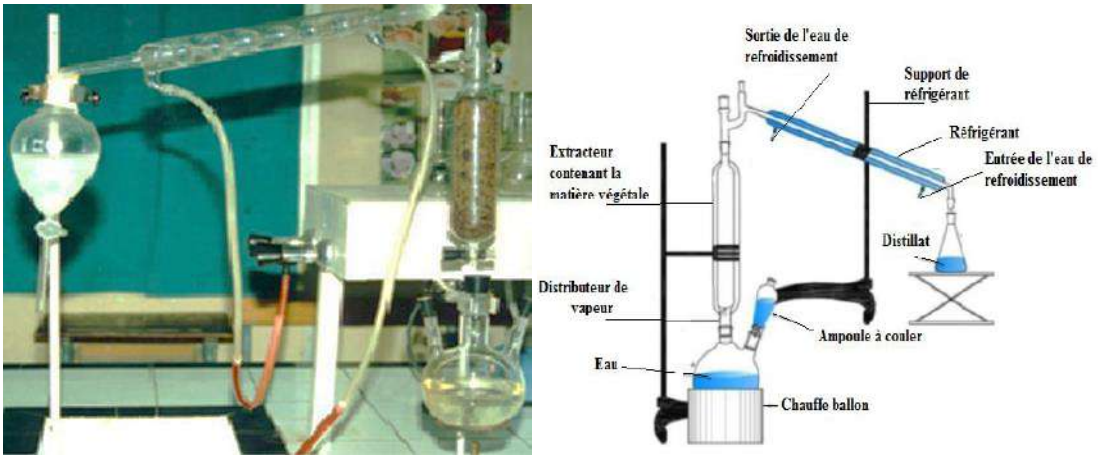


Figure I.5 : Système d'extraction par entrainement à la vapeur

I.3.5. Extraction par expression à froid

L'expression ou pression à froid est une méthode assez simple spécifique à l'extraction des huiles essentielles des agrumes : citrons, orange, mandarines, etc. (Ouis, 2015). Le principe de ce processus mécanique est basé sur le pressage mécanique des péricarpes d'agrumes à température ambiante pour la libération des huiles essentielles, qui sont lavés à l'eau courante froide (Figure I.6). L'essence est ensuite isolée par décantation ou centrifugation (Ismadji , 2015).

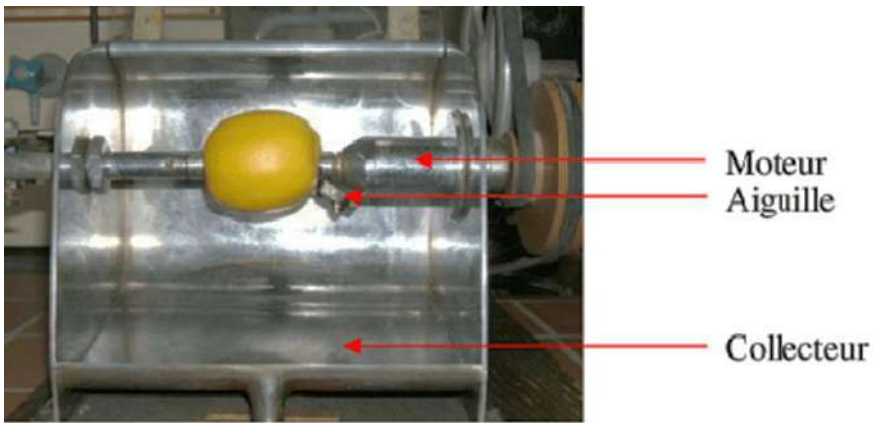


Figure I.6 : Schéma du montage de l'expression à froids (Farhat, 2010)

I.3.6. Enfleurage

Cette technique d'extraction a été utilisée par les Égyptiens depuis longue temps, notamment de Théophraste d'Erressos qui en 287 avant J.-C (Altemimi A. et al., 2017) . Elle doit son nom au fait qu'elle est concernée les fleurs et les organes les plus fragiles des plantes (Dridi, 2005).Elle consiste à capturer l'huile essentielle de fleur avec l'utilisation de graisse comme adsorbant (Nugrahini et al., 2015). Il existe deux types d'enfleurage : à chaud et à froid selon la résistance de la plante à la chaleur (Benabdallah, 2015).

- **Enfleurage à chaud**

Il convient de chauffer une graisse animale clarifiée (à défaut de la vaseline ou de la paraffine, substances plus modernes) dans une cuve en cuivre (batteuse) (Figure I.7) à 60 degrés pendant 12 à 24 heures. Pour obtenir un résultat de qualité, il faut pressurer les plantes et remplir de nouveau la cuve (Bousbia , 2011). Une fois cette opération terminée, les débris végétaux sont retirés. La graisse chargée de parfums (liquéfiée sous l'effet de la chaleur) reprend en masse en refroidissant. On obtient alors une pommade odorante (https://www.departement06.fr/documents/Import/decouvrir-les-am/recherchesregionales196-06.pdf)

- **Enfleurage à froid**

il n'est plus trop utilisé, est réservé aux huiles florales de très grande qualité (Bousbia , 2011). Il consiste à poser à température ambiante des fleurs sur de l'huile végétale ou de la graisse animale. Par contact, le corps gras capte progressivement les odeurs. Il reste alors à retirer les débris végétaux et à récupérer l'huile ou la graisse odorante. Une fois encore on obtient soit une huile parfumée soit une pommade (Figure I.8)

https://www.departement06.fr/documents/Import/decouvrir-les-am/recherchesregionales196-06.pdf) .

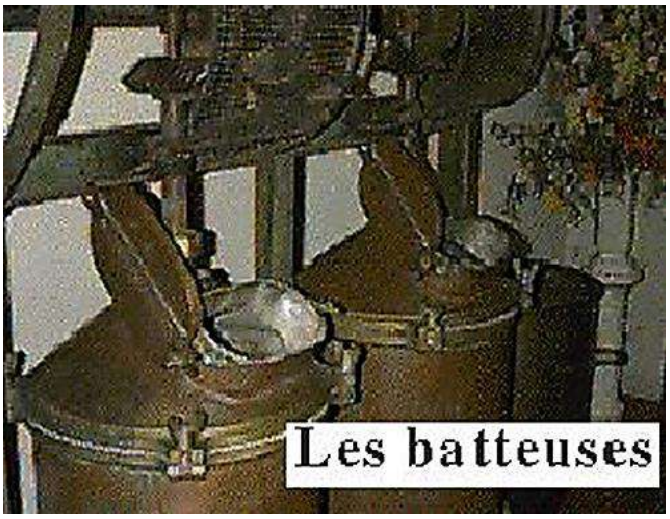


Figure I.7 : Appareil utilisé pour l'enfleurage à chaud

(https://www.departement06.fr/documents/Import/decouvrir-les-am/recherchesregionales196-06.pdf)



Figure I.8 : Enfleurage de pétales de rose, (Benalloul, 2010).

Cette technique d'extraction est pratiquement en voie de disparition en raison de son coût élevé. Elle nécessite en effet une main d'œuvre importante (Lucchesi , 2011).

I.3.7. Extraction assistée par micro-ondes

La première présentation d'une technique d'extraction par solvant assistée par micro-ondes a été fait en 1986 par Ganzler et al., en vue d'une analyse chromatographique. En 1990, Paré et al, ont déposé un premier brevet européen, sur « l'extraction de produits naturels assistée par micro-ondes » (Sutour, 2010).

Contrairement aux techniques classiques de chauffage par conduction ou convection, l'utilisation des micro-ondes implique une interaction directe entre un rayonnement électromagnétique et la matière qui permet de chauffer tout l'échantillon simultanément sans chauffer le récipient (Bouchachia, 2017).

Dans cette technique, la matière végétale est chauffée par micro-ondes dans une enceinte dans laquelle la pression est réduite de manière séquentielle (Figure I.9). Les composes volatiles sont entrainés par la vapeur formées à partir de l'eau propre à la plante. Ils sont ensuite récupérés à l'aide des procèdes classiques : condensation, refroidissement et décantation (Bakchiche, 2015).

Les principaux avantages de cette technique sont : son fort rendement d'extraction, sa rapidité d'exécution ainsi que son coût réduit (Gourguillon et al, 2016).

Il existe actuellement diverses méthodes assistées par micro-ondes qui permettent l'obtention d'huiles essentielles ou d'extraits aromatiques d'origine végétale (Lucchesi, 2005):

- Entraînement à l'air assisté par micro-ondes ;
- Hydrodistillation par micro-ondes sous pression réduite ;
- Hydrodistillation assistée par micro-ondes ;

- Procédé d'extraction sans solvant assistée par micro-ondes (ESSAM) (Bousbia, 2011).

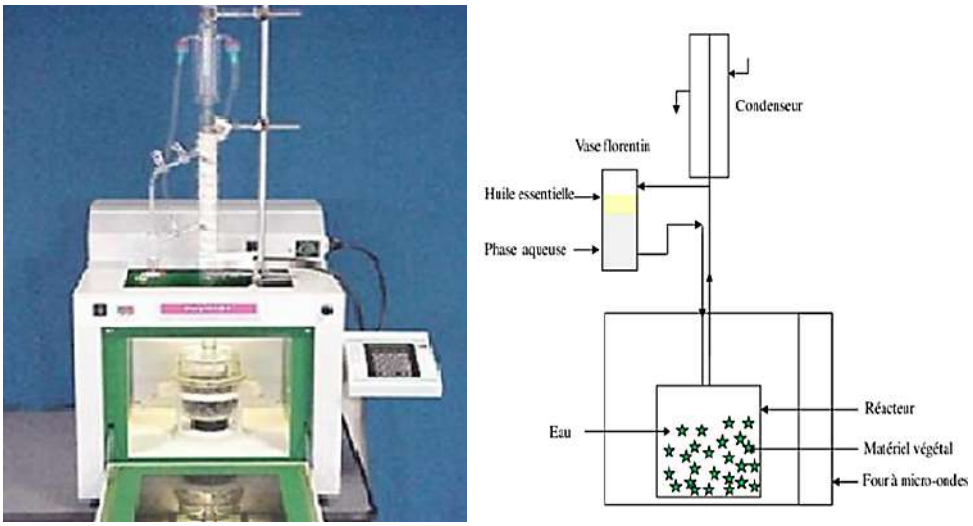


Figure I.9 : Système d'extraction assistée par micro-ondes (Farhat, 2010)

I.4. Procédés alternatifs d'extraction d'huile végétale

I.4.1. Extraction d'huile végétale par CO_2 supercritique

De manière générale, il est possible d'extraire par CO_2 supercritique les huiles contenues dans les graines de soja, tournesol, d'olive, d'avocat, et ce à l'échelle industrielle (Figure I.10). En particulier le CO_2 supercritique est utilisé pour remplacer l'hexane dans l'industrie de l'huile d'olive et répond à la demande croissante des consommateurs d'avoir accès à des produits naturels.

L'extraction par fluide supercritique est une méthode relativement nouvelle et la plus utilisées Ces derniers temps pour obtenir les huiles végétales à partir de matériel agricole (Alonge et al., 2019). Cette technique est similaire à l'extraction par solvant classique, mais le solvant n'est pas un liquide mais plutôt un gaz au-dessus de son point critique (Mariana et al., 2015). Le fluide supercritique idéal le plus utilisé est le dioxyde de carbone (CO_2), étant non explosif, non toxique, facilement disponible et facilement éliminé de produits extraits (Yousefi, et al., 2019). De plus, du fait de ses conditions critiques modérées (T_c = 31 °C, P_c = 73,8 bar), le CO_2 supercritique est très rapidement apparu comme un candidat particulièrement approprié à l'extraction végétale.

Le principe de l'extraction d'huile végétale utilisant le dioxyde de carbone supercritique repose sur la forte variation du pouvoir solvant du CO_2 en fonction des conditions opératoires (température et pression), ce qui permet d'extraire sélectivement les molécules selon leur nature chimique. Très faiblement polaire, le CO_2 se révèle être un excellent solvant des molécules apolaires ou peu polaires dans les conditions supercritiques.

Partant de ce principe, une fois le composé désiré dissous dans le milieu CO_2 supercritique, il sera aisé d'obtenir l'extrait pur par une simple dépressurisation qui entraîne alors la séparation du CO_2, redevenu gazeux, et de l'extrait, récupéré sous forme liquide ou solide (Benaissi, 2013).

Les avantages du l'extraction par CO_2 supercritique par rapport aux procédés d'extraction par solvant conventionnels incluent les propriétés excellentes de transfert de masse et la facilité de contrôle de la solubilité en opérant pression, température de fonctionnement. De plus, l'extraction par CO_2 supercritique donne des huiles de haute qualité qui, contrairement à l'extraction par solvant, il ne nécessite pas un raffinage supplémentaire.

Cependant, l'utilisation de CO_2 supercritique comme solvant d'extraction n'est pas sans inconvénients. Le principal défi est que le CO_2 supercritique a une faible polarité et invariablement un faible pouvoir solvatant. Autres inconvénients de l'extraction de fluide supercritique représente des coûts d'investissement élevés pour l'acquisition demande énergétique élevée de l'unité d'extraction de CO_2 (Alonge et al., 2019).

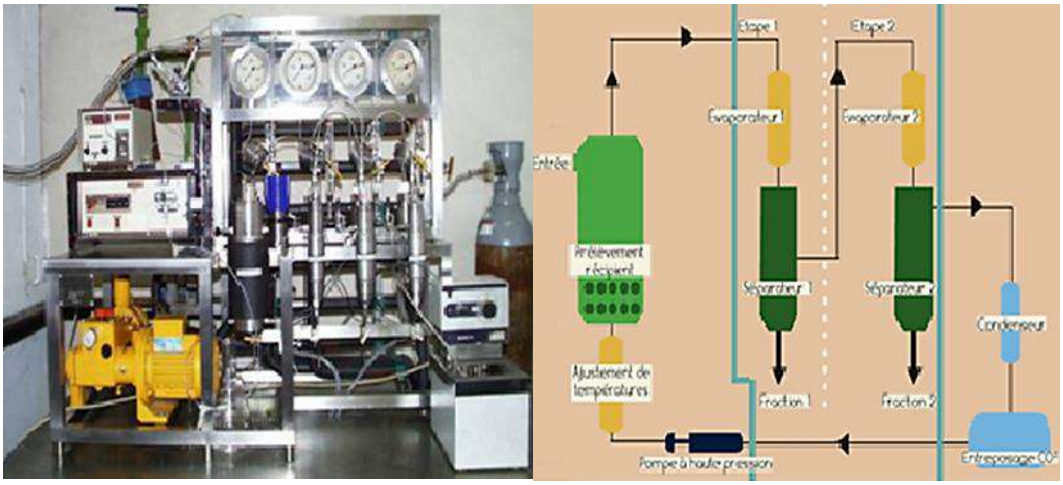


Figure I.10 : Système d'extraction par CO_2 supercritique
(http://www.aigep.fr/joomla/images/Extracteur.jpg)

I.4.2. pressage mécanique assisté :

Cette méthode est pratiquée depuis des milliers d'années (Mariana et al., 2015), elle est également connue sous le nom de pressage. Le processus implique la séparation d'huile végétale sous l'action des forces de compression produites par des machines spéciales appelées presses (Alonge et al., 2019).

Actuellement, l'expression mécanique peut être effectuée dans des presses hydrauliques (Figure I.11), qui sont entraînées par la pression du fluide, ou dans les presses à

vis (Figure I.12), où la force de pression est créée par un corps hélicoïdal (ver) qui tourne dans un espace clos (chambre de presse) (Mariana et al., 2015).

Le principal avantage de cette méthode est que le coût est relativement faible et le l'huile végétale n'est pas contaminée. L'extraction mécanique est également intéressante car elle ne présente pas les préoccupations environnementales et sanitaires liées à l'utilisation de solvants dangereux tels que le n-hexane.

L'inconvénient est que les presses mécaniques n'ont pas des rendements d'extraction élevée, car environ 8 à 14% de l'huile disponible resté dans le gâteau de la presse (Alonge et al., 2019).

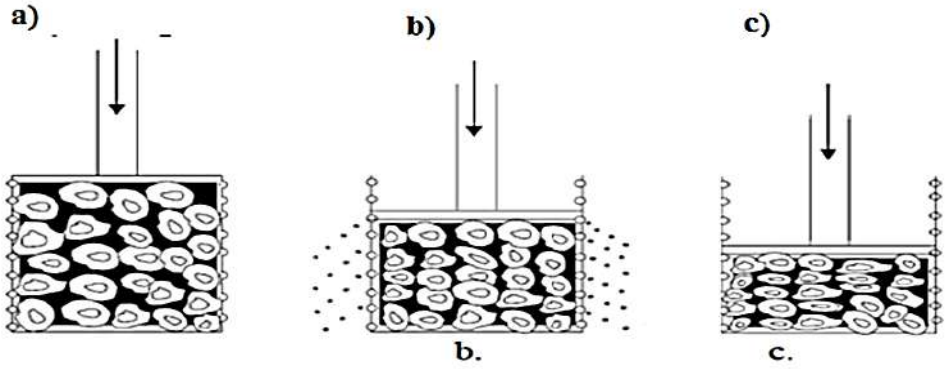


Figure I.11 : Etapes des expressions hydrauliques :a) : étape initial ; b) : étape dynamique ; c) : étape de consolidation (étape finale), (Mariana et al., 2015).

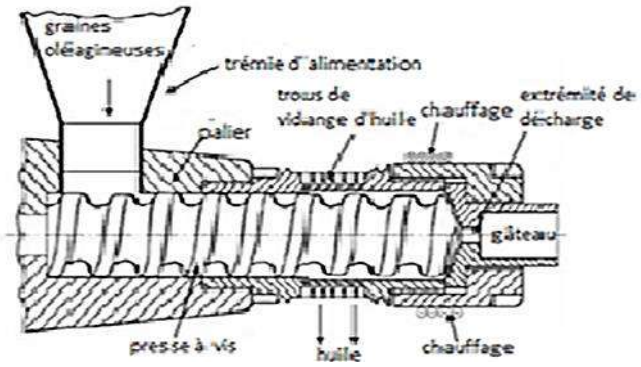


Figure I.12 : Equipement de la presse à vis, (Mariana et al., 2015).

Chapitre -II-

Les méthodes d'extraction

II.1. Généralités

II.1.1. Les extraits

Les extraits sont des préparations liquides (extraits fluides et teintures), qui ont une consistance soit semi-solide (extraits mou ou fermes) soit solide (extraits secs). Elles sont obtenues à partir de drogues végétales généralement à l'état sec (Turkman et Benaouda, 2010).

II.1.2. Les types d'extraits

a/ Extraits quantifiés

Selon la pharmacopée européenne, les extraits quantifiés sont des extraits de drogues dont les constituants participent partiellement à l'activité, par exemple : millepertuis, ginkgo, aubépine, sauge. Dans ce type d'extraits, les constituants sont connus pour pouvoir contribuer partiellement et non pas entièrement à l'efficacité de l'extrait.

(https://www.swissmedic.ch/swissmedic/fr/home/suche.html#d%C3%A9claration%20des%20extraits**).**

b/ Extraits titrés

Anciennement, ces extraits ont été dénommés extraits normalisés, ce sont des extraits de drogues dont les constituants sont définis comme déterminants pour une activité thérapeutique connue (seuls ou groupés). Ils se caractérisent par une activité thérapeutique scientifiquement démontrée et sont responsables de l'efficacité clinique de l'extrait (Atsamnia, 2011).

c/ Extraits naturels

- **L'hydrolat**

Les hydrolats sont des produits obtenus par la distillation (hydrodistillation ou entrainement à la vapeur) de fleurs ou de plantes aromatiques. Lorsqu'il s'agit de distillation de de fleurs, ils sont appelés « eaux florales» (Labadie, 2015).

Le terme hydrolat vient du latin hydro signifiant eau et du vieux français lat qui désignait le lait. On peut ainsi penser que cette terminologie vient de l'aspect trouble laiteux des hydrolats juste après la distillation à la vapeur d'eau . Il existe plusieurs définitions plus ou moins précises des eaux florales et des hydrolats (Fernandez et Casal, 2015).

- **Les extraits fluides**

D'après la Pharmacopée européenne, les extraits fluides sont des préparations liquides dont, en général, une partie en masse ou en volume correspond à une partie en masse de drogue végétale séchée. Ces préparations sont ajustées, si nécessaire, de façon à répondre aux

exigences de la teneur en solvants, et, dans les cas appropriés, en constituants (Chabrier, 2010).

- **Les extraits mous**

Les extraits mous ou fermes sont des préparations semi-solides préparées par évaporation ou évaporation partielle du solvant ayant servi à leur extraction. Ils satisfont aux limites concernant le résidu sec et à l'essai limite du solvant utilisé. (https://floranet.pagesperso-orange.fr/gene/med/med3.html)

- **Concrète**

C'est un extrait ayant une odeur et/ou une flaveur caractéristiques, constitué principalement de composés volatils et des produits cireux et gras non volatils d'une matière première naturelle (Mnayer, 2014). le concrète est obtenu par extraction au moyen d'un solvant non aqueux, suivie de l'élimination de ce solvant par un procédé physique (Figueredo, 2007).

- **Absolu**

Essence obtenue à partir de concrète ou de résinoïdes. On dilue ces derniers avec un solvant neutre : lavage. Les solutions alcooliques sont filtrées pour éliminer les cires, puis concentrées par distillation sous pression réduite dans le but d'éliminer l'alcool (Handa et al., 2008).

- **Résinoïde**

On obtient ce type d'extrait par extraction au moyen d'un ou plusieurs solvants, à partir d'une matière première naturelle sèche d'origine végétale (Handa et al., 2008).

- **Huile essentielle**

a. Définition d'huile essentielle

Les huiles essentielles sont des produits huileux, volatils, odorants et incolores ou légèrement teintés (Ouis, 2015). Il s'agit d'un ensemble de molécules aromatiques d'origine naturelles qui sont utilisées par l'aromathérapie pour leurs effets bénéfiques sur la santé (Herzi, 2013).

La norme AFNOR a définit l'huile essentielle comme : "Produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par procédé mécanique à partir de l'épicarpe des Citrus, soit par distillation sèche. L'huile essentielle est ensuite séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques" (Benzeggouta, 2005).

b. Utilisations des huiles essentielles

Les huiles essentielles constituent une partie importante de la flore naturelle diversifiée et sont considérées comme une source majeure dans divers domaines comme la cosmétique, parfums, parfumerie et l'industrie pharmaceutique (Figure II.1) (Swamy et Sinniah ,2015).

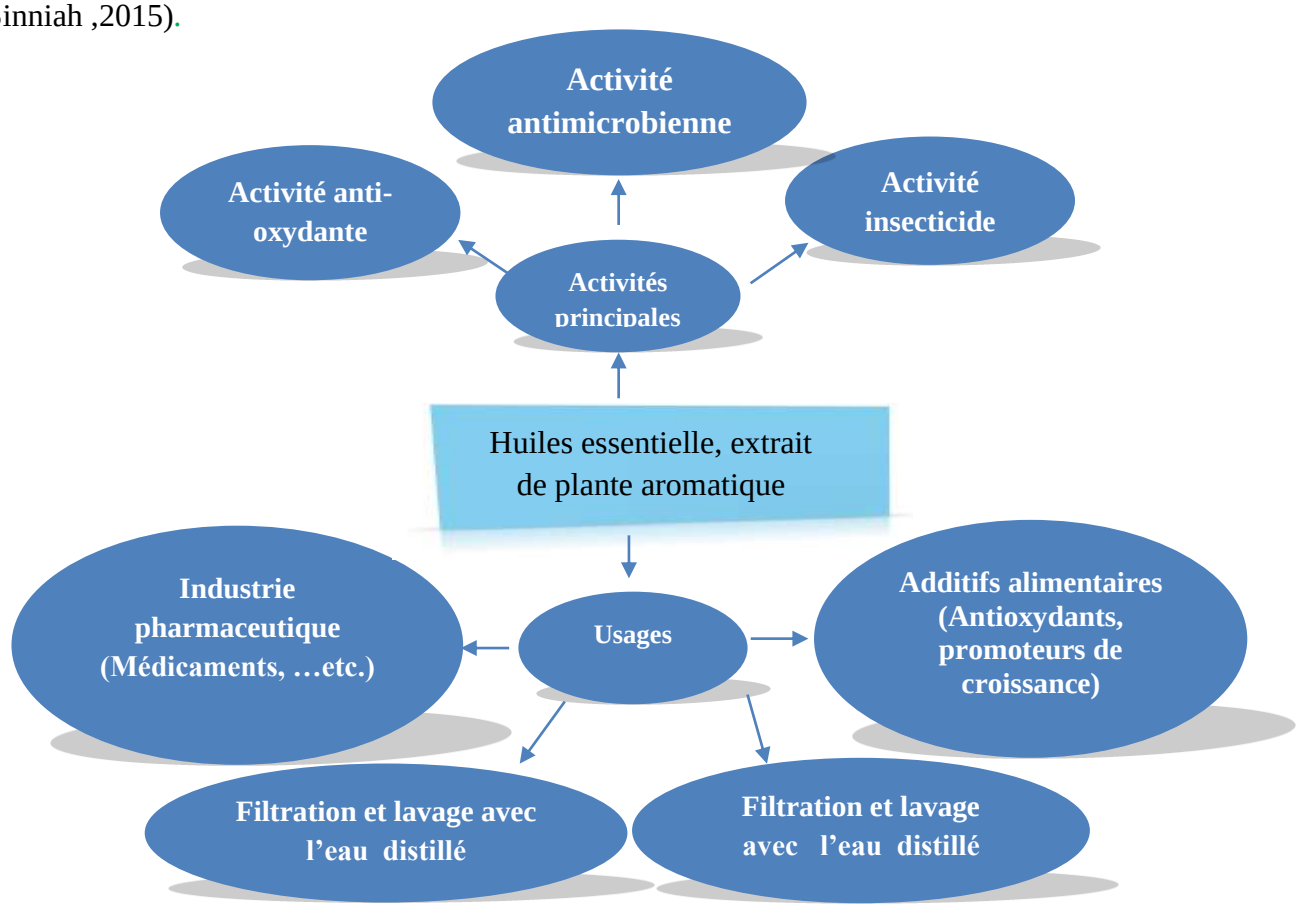


Figure II.1 : Domaines d'utilisation des huiles essentielles (Swamy et Sinniah , 2015)

Actuellement il y a environ 3000 huiles essentielles établies, certaines d'entre elles (300) sont importants notamment pour l'alimentation, les sanitaires, les parfums, les industries d'agronomie.

Le g-limonène, l'acétate de gérényle ou la d-carvone sont utilisés dans les parfums, les produits de cosmétique comme parfums, les produits d'entretien ménager et comme solvants industriels. Ceux-ci ont également été utilisés pour des traitements oraux et dentaires. En raison de la fragrance et des propriétés biologiques des huiles essentielles, elles ont un potentiel prometteur au niveau du marché mondial.

Les propriétés biologiques particulières des huiles essentielles sont dues aux terpènes et aux phénylpropanoïdes qui sont principaux composants des huiles essentielles (Raut et Karuppayil, ,2014).

Tableau II.1 : Activité antivirale des huiles essentielles contre les agents pathogènes humains (Tariq, et al., 2019).

Composants chimiques	**Micro-organisme inhibé**	**Plante**	**Partie utilisée**
Thymol, pinène, p-cymène, limonène	*Japanese encephalitis virus*(JEV)	*Trachyspermum ammi*	feuilles
Patchoulol, guaieno; gurjunene guaiene, aromadendrene, patchoulene	*Influenza A* (H2N2) *virus*	*Pogostemon cablin*	feuilles
Linalool, eugénol	HSV-1	Ocimum campechianum	feuilles
Pinène, estragole	HSV-1	Minthostachys mollis	feuilles
Caryophyllène, bicyclogermacrène	HSV-1	Glechon marifolia	feuilles
Caryophyllène, bicyclogermacrène	HSV-1	Glechon spathulata	feuilles
2,5,5-Triméthyl-3,6-heptadien-2-ol, eucalyptol, alcool d'artémisia, thuyone	ORF virus (aparapoxvirus)	*Achillea* fragrantissima	Parties aériennes

La présence de terpènes, phénoliques et aldéhydes dans les huiles essentielles a une grande application en bio médecine comme ils étouffent adéquatement de nombreux agents pathogènes viraux, fongiques et bactériens (Tableaux II.1 et Tableau II.2). Les propriétés antioxydantes des huiles essentielles et des autres propriétés ont été confirmées. Les troubles cardiovasculaires, neurodégénératifs et les maladies de type cancéreux peuvent être guéris par certains constituants bioactifs des HE (Adorjan et Buchbaue ,2010)et (Losso et al.,2009).

Tableau II.2 : Activité antibactérienne de diverses huiles essentielles (*Tariq, et al., 2019).*

Plantes médicinales et aromatiques	**Parties utilisée**	**Micro-organismes inhibés**
Artimisia cana	Parties aériennes	*Escherichiacoli, Staphylococcusaureus, Staphylococcus epidermidis*
Achillea ligustica	Parties aériennes	*Streptococcus mutans*
Artimisia frigida	Parties aériennes	*E.coli, S. Aureus, S.epidermidis*
Achillea clavennae	Feuilles et fleurs	*Klebsiella pneumonia, Streptococcus pneumonia, Haemophilus influenza, Pseudomonas aeroginosa*
Cyperus longus	Parties aériennes	*S.aureus, Listeria monocytogenes,, Enterococcus faecium, Salmonella enterica, E.coli, Pseudomonas aeruginosa*
Cuminum cyminum	Feuilles	*Salmonella typhimurium ,E.coli*
Copaifera officinalis	Huile essentielle	*E.coli, S.aureus*
Cymbopogon citrus	Feuilles	*S.aureus, Enterobacteriaceae*
Cymbopogon citrus	Feuilles	*S.aureus, Enterobacteriaceae*
Cymbopogon citrus	Feuilles	*S.aureus, Enterobacteriaceae*
Dracocephalum foetidum	Feuilles	*Enterococcus hirae, S.aureus, Micrococcus luteus,E.coli, Bacillus subtilis, Streptococcus mutans*
Eugenia caryophllata ***Eremanthus erythropapps***	bourgeons de fleurs Feuilles	*S.epidermidis* *S.epidermidis*
Foeniculum vulgare	Feuilles	*E.coli, Salmonella typhimurium*
Juniperus phoenicea	Partie aérienne	*P. aeruginosa, E .coli, S.aureus, E. faecium, Salmonell Enteriditis*

Mentha piperita	Partie aérienne	*S.typhimurium,S.aureus, Vibrio parahaemolyticus*
Momordica Charantia	La graine	*S.aureus,E.coli*
Laurus nobilis	Partie aérienne	*Ecoli. Mycobacterium smegmatis*
Lippia sidoides	Feuilles	*Streptococcus salivarius, Streptococcus sanguis Streptococcus mitis Streptococcus mutans*
Nigella sativa	La graine	*P.aeruginosa,S.aureus E.coli, Bacillus cereus*
Ocimum basilicum	Feuilles, tiges	Pseudomonas putida, Mariniluteicoccus flavus, Listeria innocua,E.coli S.typhimurium, Brochothrix thermosphacta
Pimpinella anisum	La graine	*E.coli,S.typhimurium*
P.amboinicus	Feuilles	*S.epidermidis*
Rosmarinus officinalis	Feuilles, fleur	*Bacillus subtilis,S.aureus, E.coli,S.epidermidis, B.cereus,P.aeroginosa Listeria innocua, Enterococcus faecalis, pseudomonas putidaMycobacterium smegmatis, S. typhimurium, Strongylus vulgaris*
Salvia officinalis	Partie aérienne	*E.coli, Providencia stuartii Sarcina lutea,S.aureus, Shigella sonnei,M.flavus, L.innocua,*
Syzygium aromaticum	Feuilles	*Enterobacteriaceae, P.aeruginosa*
Salvia lavandulifolia	Huile essentielle	*Enterococcus faecalis,P.aeruginosa P.vulgaris, Klebsiella pneumoniae*
Trachyspermum ammi	Des graines	*S.aureus,E.coli, K.pneumoniae*
Thymus zygis	Des graines	*E.coil,S, typhimiriu, Salmonella choleraesuis*
Warionia saharae	Partie aérienne	*P.aeruginosa,B.cereus E.coli, S.aureus*

II.2. Huile végétale

II.2.1. Définition

Une huile végétale est un corps gras extrait d'une plante oléagineuse, c'est-à-dire une plante contenant des graines ou des fruits riches en matières grasses. Comme les graisses concrètes, elles contiennent 100 % de lipides.

Leur composition en acides gras estimée par un profil en acides gras permet de les caractériser très précisément fluides, elles sont toutes pauvres en acides gras saturés, la plus riche étant l'huile d'olive avec 15 %, ce qui précisément la rend moins fluide.

On peut distinguer les huiles selon les acides gras : acides gras poly-insaturés (acide linoléique), tels que les huiles de tournesol, maïs, soja, pépin de raisin, argan, carthame ; en acides gras mono-insaturés tels que olive, arachide, colza, sésame ; acide alpha-linolénique tels que colza, noix, germe de blé, soja et lin. Cette dernière trop riche en acide alpha-linolénique n'est autorisée qu'en mélange « préfabriqué ». Les huiles sont aussi une source de vitamine E, d'autant plus élevée que la teneur en acides gras poly-insaturés est grande, ce qui leur fait jouer un rôle antioxydant vis-à-vis des doubles liaisons (Lecerf, 2018).

II.2.2.Composition des huiles végétales

Les corps gras d'origine végétale sont essentiellement des glycérides (98-99 %), appelées fractions saponifiables. Une fraction quantitativement mineure, appelée fraction insaponifiable, est également présente dans ces corps gras (Bourachouche et Boudei, 2017).

II.2.2.1. La fraction insaponifiable

L'expression d'insaponifiable s'explique par l'insolubilité de ces substances dans l'eau après traitement des corps gras par une lessive alcaline.

La fraction insaponifiable est un mélange complexe contenant :

Des vitamines (vitamine E, tocophérols et tocotriénols)

- Des cires : comme les cires végétales de carnauba et de candelilla (Mouloungui et al, 2006).
- Des alcools gras : Les alcools triterpéniques tétracycliques et pentacycliques (Loemba Ndembi et Silou, 2006).
- Des hydrocarbures (Li et Beveridge, 2004).
- Des stérols : comme le campestérol, stigmastérol, β- sitostérol (Djenontin et al., 2006).

II.2.2.2. La fraction saponifiable

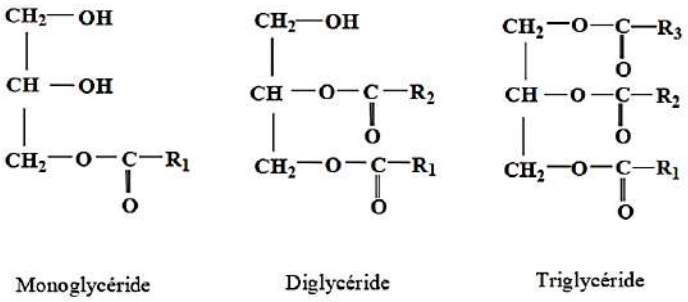
La fraction saponifiable d'une huile végétale représente un pourcentage massique de 98 à 99%, elle contient :

a) **Les glycérides**

Les glycérides sont des esters formés à partir d'acides gras et de glycérol (Bereau, 2001).

– Les triglycérides.

– Glycérides partiels.



R : Chaîne hydrocarbonée

Figure II.2 : Les formules chimiques de quelque dérivé glycéridique (Bereau, 2001)

b) Les acides gras

Les acides gras sont des chaînes carbonées dont une extrémité est un groupement acide carboxylique.

– Les acides gras saturés.

– Les acides gras mono-insaturés.

– Les acides gras polyinsaturés.

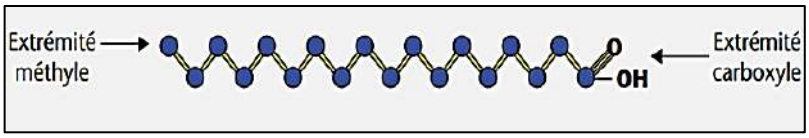


Figure II.3 : Structure générale des Acides gras saturés (AGS), (Guesnet, 2005)

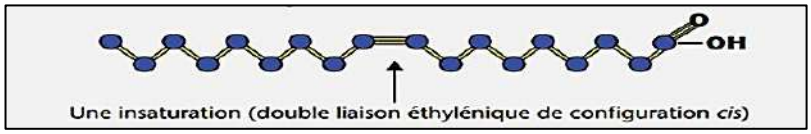


Figure II.4 : structure générale des Acides gras mono-insaturés (AGMI), (Guesnet, 2005)

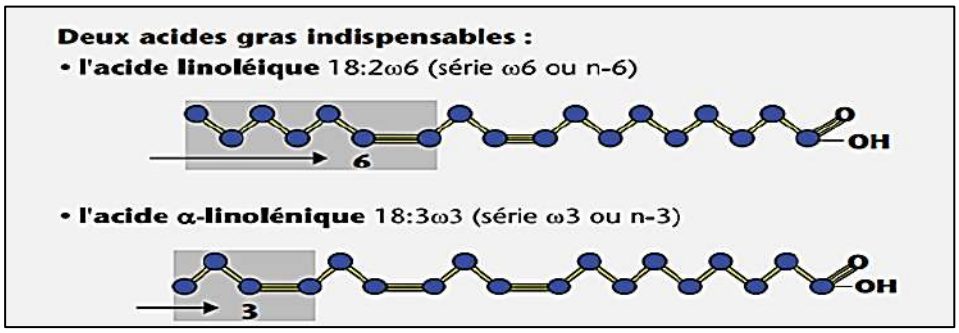


Figure II.5 : Structure générale des acides gras polyinsaturés (AGPI) (Deux insaturations et plus) (Guesnet, 2005)

c) **Les phosphatides (Bourachouche et Boudei, 2017)**

Ce sont des phosphoglycérides, des sphingolipides et des phospholipides comportant en outre des motifs glucidiques (Bereau, 2001).

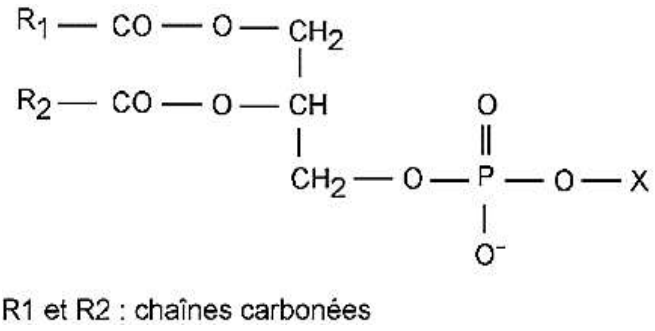


Figure II.6 : Formule chimique générale des phospholipides

II.3. Les méthodes de la caractérisation des extraits aqueux, les huiles essentielles et végétales

II.3.1. Caractérisation des extraits aqueux

II.3.1.1. Dosage des tanins

Les tanins végétaux sont des composés phénoliques solubles dans l'eau et ayant des poids moléculaires compris entre 500 et 3000. Ils ont certaines propriétés spéciales telles que l'aptitude à la précipitation des alcaloïdes, de la gélatine et des autres protéines.

Selon la nature des assemblages moléculaires, les tanins sont classés en 2 groupes :

- Les tanins hydrolysables, constitués par une molécule glucidique. Ils sont facilement hydrolysés par voie chimique ou enzymatique.

- Les tanins condensés résultent de la polymérisation de molécules élémentaires de flavanes, ont été isolés ou identifiés dans tous les groupes de végétaux (Sereme et al., 2008).

Les méthodes actuellement disponibles pour l'analyse des tanins hydrolysables et condensés vont des simples méthodes colorimétriques, spectrophotométriques (UV) et enzymatiques à des techniques de chromatographie couplée à la spectrophotométrie de masse et de résonance magnétique nucléaire, plus sophistiquées et plus onéreuses mais qui permettent de définir la structure chimique de la molécule (Rira, 2019).

Parmi les méthodes les plus utilisées, La méthode de vanilline qui est utilisée pour quantifier les tanins dans les extrais végétaux. Le principe de ce dosage est basé sur la fixation du groupement aldéhydique de vanilline sur le carbone 6 du cycle A de la catéchine pour former un complexe chromophore rouge qui absorbe à 500nm (Enneb et al., 2015).

II.3.1.2. Dosage des flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des composés phénoliques se trouve d'une manière très générale, dans toutes les plantes vasculaires, où ils peuvent être localisés dans divers organes : racines, tiges, bois, feuilles, fleurs et fruits.

Structuralement, les flavonoïdes se répartissent en plusieurs classes de molécules, dont les plus importantes sont les flavones, les flavonols, les flavanones, les dihydroflavonols, les isoflavones, les isoflavanones (Marfak, 2003).

La quantification du contenu flavonoïdes des différents organes de la plante est estimée par la méthode du trichlorure d'aluminium ($AlCl_3$). Le principe de la méthode est basé sur l'oxydation des flavonoïdes par ce réactif ($AlCl_3$), elle entraîne la formation d'un complexe brunâtre qui absorbe à 510 nm. La comparaison de l'absorbance observée à celle obtenue par un étalon de catéchine de concentration connue permet d'évaluer la teneur totale en flavonoïdes (Dif et al., 2015).

II.3.1.3. Dosage des sucres

Les teneurs en sucres totaux, ont été déterminées par le dosage au phénol sulfurique. Les sucres totaux , en présence d'acide sulfurique sont déshydratés en dérivés du furfural qui se combinent facilement avec le phénol (Khenaka, 2011). Le complexe formé donne une couleur jaune-orangée dont l'intensité est proportionnelle à la concentration des glucides à 490 nm (Kouame et al., 2015).

Seuls les sucres réducteurs sont mesurés par la méthode du DNS. La fonction réductrice se complexe sous certaines conditions avec le réactif DNS (acide Di-Nitro-3,5 Salicylique), ce qui se traduit par une coloration orangée. L'intensité de cette coloration est

proportionnelle à la teneur en sucres et La lecture de l'absorbance ce fait à 540 nm **(**Akin, 2008**).**

II.3.1.4. Qualité microbiologique : dénombrement

Selon la Pharmacopée Européenne, le dénombrement de germes se fait soit par : la filtration sur membrane, le dénombrement sur plaque ou la méthode du nombre le plus probable. Le choix de la méthode doit se faire en fonction de la nature du produit et de la limite microbienne spécifiée.

a) Méthode de filtration sur membrane

Le principe est de concentrer les microorganismes potentiellement présents dans un produit filtrable sur une membrane de porosité de 0,45 µm qui est ensuite rincée avec un diluant, avant d'être mise en contact avec un milieu nutritif gélosé approprié permettant ainsi la croissance microbienne en colonie visible à l'œil nu après une incubation à 30-35°C pendant 5 jours (minimum). Le nombre d'UFC est ensuite compté à la surface de chaque boîte.

b) Méthode de dénombrement sur plaque

Deux techniques sont possibles pour la réalisation de cette méthode, soit par ensemencement en profondeur, soit par étalement en surface :

- Dénombrement **par ensemencement en profondeur**

L'échantillon (1 ml pur ou dilué) est déposé dans une boîte de pétri vide puis mélangé à un milieu gélosé liquéfié adapté à la culture des bactéries. Deux boites de pétri par milieu et par dilution doivent être préparées. Les boîtes sont incubées 5 jours à 30-35 °C. Le dénombrement se fait sur les boîtes présentant le plus grand nombre de colonies inférieur à 300. La moyenne arithmétique des dénombrements permet le calcul du nombre d'unités formant colonie par gramme ou par millilitre.

- Dénombrement **par étalement en surface**

L'échantillon (100 µl) est étalé à la surface de boîtes de Pétri à milieux gélosés appropriés à la culture des bactéries. Tout comme dans le cas de l'ensemencement en profondeur, deux boîtes de Pétri par milieu et par dilution sont préparées. De même, les conditions d'incubation et les calculs sont effectués comme précédemment. Cette méthode permet également de dénombrer des germes dans des produits non filtrable **(**Tordjman-Valency, 2016).

c) **Méthode du nombre le plus probable**

Son principe qui repose sur l'hypothèse d'une distribution statistiquement normale des bactéries dans un milieu liquide ne fournit qu'une valeur approchée de la quantité de bactéries **(Arfao , 2017).**

II.3.2. Caractérisation des huiles essentielles et végétales

Selon les référentiels classiques (Pharmacopée Européenne, ISO, AFNOR), l'analyse de la qualité des huiles est réalisée par la mesure d'un certain nombre d'indices (AFSSPS, 2008).

II.3.2.1. Indices physiques

- **Densité relative**

Rapport de la masse d'un certain volume d'une huile, à la masse d'un volume égal d'eau distillée. La densité relative d est calculée par la formule suivante (Eq II.1) :

$$d = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \qquad \text{(II.1)}$$

Où :

m_0 (g) : la masse, en grammes, du pycnomètre vide.

m_1 (g) : la masse, en gramme, du pycnomètre rempli d'eau.

m_2 (g) : la masse, en grammes, du pycnomètre rempli d'huile (Saggou, 2008).

- **Indice de réfraction**

L'indice de réfraction est déterminé par la lecture directe à l'aide d'un réfractomètre (Bouchachia, 2017).

- **Pouvoir rotatoire**

Le pouvoir rotatoire d'une huile est l'angle que fait le plan de polarisation de la lumière quand celle-ci traverse une certaine épaisseur d'huile à une température bien déterminé (Saggou, 2008) .

II.3.2.2.Indices chimiques

Les indices chimiques sont : indice d'acide, indice d'esters, indice de peroxyde et d'autres indices (AFSSPS, 2008).

- **Indice d'acide**

Nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium nécessaires pour neutraliser les acides gras libres présents dans 1 g de corps gras (MDC, 2012). Il est calculé par la formule (Eq II.2):

$$I_A = V.C.\frac{56.11}{M} \qquad \text{(II.2)}$$

I_A: Indice d'acide

V : Volume de KOH utilisé (ml).

C : Concentration exacte, en moles par litre de la solution de KOH.

M : Masse de la prise d'essai (Taleb-Toudert, 2015).

- **Indice d'ester** (www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:7660:ed-1:v1:fr).

Nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium nécessaire à la neutralisation des acides libérés par l'hydrolyse des esters contenus dans 1 g de l'huile

L'indice d'ester est calculé par la formule (Eq II.3) :

$I_E = 28.05 \times (V-V_0) / M$ (II.3)

I_E : Indice d'ester.

V : Volume en ml de HCl utilisé dans cette détermination.

V_0 : Volume en ml de HCl a utilisé dans cette détermination de l'essai à blanc.

M : la masse de la prise d'essai (Taleb-Toudert, 2015).

- **Indice d'hydroxyle**

Nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium nécessaire à la neutralisation de l'acide acétique nécessaire pour acétyler 1 g du composé à fonction hydroxyle, ou nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium correspondant aux radicaux hydroxy dans 1 g du composé (https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:4326:ed-1:v1:fr).

- **Indice l'iode**

L'indice d'iode est le nombre en gramme d'iode fixé par 100 g de corps gras. Il nous renseigne sur le degré d'instaurations des chaînes carbonées des acides gras constitutifs des corps gras.

La valeur de l'indice d'iode a été calculée comme suit (Eq II.4) :

$$I_I = N.(V - V_0)\frac{12.69}{P} \quad \text{(II.4)}$$

I_I : Indice d'iode g/100g.

V_0 : Volume de la solution de thiosulfate de sodium utilisé pour l'essai à blanc (mL).

V : Volume de thiosulfate de sodium Na2S2O3 utilisé pour l'échantillon (mL).

N : Normalité de la solution de thiosulfate de sodium.

P : Poids de la prise d'essai (g).

12,69 : Equivalent gramme d'iode (I_2) (https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:3961:ed-6:v1:fr)

II.3.3. Méthodes de caractérisation commune

II.3.3.1. Caractérisation organoleptique

L'évaluation organoleptique des extraits et des huiles végétaux utilise les organes sensoriels de l'homme comme instrument de mesure (Bouaoudia, 2009) pour déterminer les propriétés organoleptiques (odeur, couleur, aspect, saveur...etc.) (Taleb-Toudert, 2015).

II.3.3.2. Techniques chromatographiques et spectrales

Les différentes méthodes analytiques spectroscopiques et chromatographiques sont utilisés pour déterminer la composition chimique (qualitative et quantitative) de chaque huile et extraits (Sutour, 2010).

- **Techniques chromatographiques**

La chromatographie est un procédé de séparation des constituants d'un mélange. C'est une méthode analytique pour identifier et quantifier les composés d'une phase liquide ou gazeuse homogène. Le principe de base repose sur les équilibres de concentration des composés entre deux phases l'une stationnaire fixée sur un support et l'autre mobile se déplace au contact de la première. La séparation se fait par l'entraînement des composés par la phase mobile (Dridi, 2005).

a) La chromatographie en phase gazeuse (CPG)

La chromatographie en phase gazeuse (CPG) est une méthode de séparation qui permet d'analyser les composés gazeux ou susceptibles d'être vaporisés par chauffage sans décomposition (Cavalli, 2002). C'est la technique la plus utilisée dans le domaine des huiles essentielles, car elle permet d'effectuer l'individualisation (Paolini, 2005) des constituants à partir d'échantillons de l'ordre du milligramme voire du microgramme

Chaque constituant est caractérisé par des indices calculés à une température constante (indice de Kováts) ou en programmation de température (indices de rétention) (Belhattab, 2007).

Un appareil de CPG se compose de trois unités classiques, injecteur, colonne et détecteur, un four thermostaté qui permet de porter la colonne à une température élevée. La phase mobile qui entraîne l'échantillon dans la colonne est un gaz, appelé gaz vecteur (Abdoune, 2012).

b) Chromatographie sur couche mince (CCM)

La chromatographie sur couche mince est un phénomène d'adsorption, permet de séparer les composés selon leur poids moléculaire et leur degré de solubilité (Dehimat, 2014).

L'appareillage utilisé pour la chromatographie sur couche mince est relativement simple. Il est composé d'une plaque et d'une cuve rectangulaire pour l'élution. Cette dernière dépend du choix des phases stationnaire et mobile (éluant). Les phases stationnaires les plus utilisées en chromatographie sur couche mince sont le gel de silice, l'alumine et la cellulose en poudre (Chenni, 2010). La phase mobile est un solvant ou un mélange de solvants qui progresse le long d'une phase stationnaire.

Le procédé est rapide et permet d'isoler des quantités de substances suffisantes pour des analyses de structures. Cette méthode permet la plupart du temps d'obtenir des produits purs (Boutiti, 2010).

c) Chromatographie liquide haute performance

L'HPLC est une méthode de séparation des constituants d'un mélange (Mounguengui, 2008) à travers une colonne chromatographique.

Elle repose sur l'exploitation des interactions entre les solutés et les deux phases (mobile et stationnaire) afin d'identifier et/ou doser ces solutés qui sont déjà séparé en fonction de leurs affinités (Boultif , 2015) .

Le mélange à analyser est injecté puis transporté sous haute pression par une pompe dans le système chromatographique. La répartition des composés en solution se fait en fonction de leur affinité entre la phase mobile et la phase stationnaire (Boumaza, 2018).

L'éluant utilisé peut être une combinaison miscible et variée de solvants (eau, alcools, acétonitrile, dichlorométhane, acide acétique...). Souvent, la composition de la phase mobile est modifiée au cours de l'analyse, c'est le mode dit gradient ou élution graduée en opposition au mode isocratique, pour lequel la composition de la phase mobile reste la même tout au long de l'analyse (Mounguengui, 2008). La polarité de la phase mobile permet l'élution des diverses molécules à des instants différents, ces temps sont dits de « rétention ».

Il existe plusieurs types de phases stationnaires mettant en jeu des mécanismes de rétention différents, tels la chromatographie d'adsorption, de partage, d'échange d'ions, d'exclusion, etc.

Les composés sont identifiés grâce à un détecteur (absorptiométrique, réfractométrie, fluorimétrique, etc…) qui enregistre un signal et le transmet sous forme de pic. Le chromatogramme représente l'ensemble des pics enregistrés (Amcha , 2012) .

L'instrumentation de l'HPLC se compose de plusieurs éléments : une pompe, un injecteur, une colonne et un détecteur (Mounguengui, 2008).

- **Techniques spectroscopiques :**

L'analyse d'un produit par des méthodes spectrales telles que la spectroscopie infrarouge, UV-visible et la spectroscopie RMN correspond à mettre en jeu des interactions d'une onde électromagnétique avec la matière. Selon le domaine d'énergie impliqué, différents transitions peuvent être excitées (Bounab, 2011).

a) Spectroscopie infrarouge

C'est une technique permet de mesurer la diminution de l'intensité du rayonnement électromagnétique, compris entre 12800 cm^{-1} et 4000 cm^{-1}, qui est réfléchi par un échantillon

en fonction de la longueur d'onde (Belmerhnia, 2017) et donc détecter les vibrations caractéristiques des liaisons chimiques, et ensuite déterminer les principales fonctions présentes dans le matériau.

Les spectres infrarouge ont été enregistrés sur un spectromètre à transformée de Fourier (Cadi et al., 2014) qui possède une qualité permettant une large gamme de possibilités d'analyse. L'analyse sera qualitative pour identifier un composé à partir de sa signature spectrale (Humbert et al., 2012).

b) La Spectroscopie ultraviolet-visible :

La spectroscopie d'absorption est utilisée par les chimistes depuis des années pour diverses applications analytiques (Bounab, 2011). C'est une technique mettant en jeu les photons dont les longueurs d'onde sont dans le domaine de l'ultraviolet (200 nm – 400 nm), du visible (400 nm – 750 nm). Soumis à un rayonnement dans cette gamme de longueurs d'onde, les molécules, les ions ou les complexes sont susceptibles de subir une ou plusieurs transitions électroniques (Hamri, 2013).

Les applications analytiques de la spectrophotométrie d'absorption moléculaire UV-visible concernent les molécules en solution ; elles peuvent être qualitatives ou (et) quantitatives. Dans les deux cas, elles font appel à la loi de Beer-Lambert (Camut, 2009) qui indique que l'absorbance d'une solution est proportionnelle à sa concentration et à l'épaisseur l de l'échantillon (Hamri, 2013) (Eq II.5).

$$A = \log\frac{I_0}{I} = \varepsilon.C.I \qquad \text{(II.5)}$$

Ou :

A: est l'absorbance ou densité optique à une longueur d'onde λ.

I_0: intensité incidente

I: intensité transmise

ε: le coefficient d'extinction molaire (en l.mol−1·cm−1

C: la concentration molaire de la solution (en mol.l−1)

l: l'épaisseur de la cuvette utilisée (en cm) (Hamri, 2013) .

c) La spectroscopie de résonance magnétique nucléaire (RMN)

C'est Une autre forme de spectrométrie d'absorption apparentée à la spectroscopie IR ou UV (Timite, 2012). Elle est capable de donner des informations sur la structure chimique des composés (Boisard, 2014).

Sous un champ magnétique, un échantillon peut absorber une radiation électromagnétique dans la gamme des radiofréquences (rf) à des fréquences régies par les

caractéristiques de l'échantillon. L'absorption est fonction de certains des noyaux présents dans la molécule (Timite, 2012). Elle est généralement employée pour un composé purifié afin d'obtenir sa structure précise à l'aide des spectres RMN (Boisard, 2014) qui est la représentation de l'intensité des pics en fonction de leur fréquence d'absorption.

C'est la méthode la plus efficace pour l'étude structurale des composés (Timite, 2012).

d) La Spectroscopie de masse :

La spectrométrie de masse est une technique d'analyse physique qui permet la détermination de la masse moléculaire des composés analysés, ainsi que leur identification et leur quantification (Bouchoux et Sablier, 2005). Un spectromètre de masse se compose de trois parties distinctes : une source, un analyseur et un détecteur. Les espèces ionisées amenées en phase gazeuse au sein de la source sont séparées par l'analyseur suivant leur rapport masse sur charge (m/z) avant d'atteindre le détecteur (Legeron, 2015).

Généralement, l'analyse par spectrométrie de masse nécessite trois étapes distinctes. La première est associée à la génération d'ions positifs ou négatifs en phase gazeuse à partir des composés issus d'un échantillon solide, liquide ou gazeux. La suivante concerne la séparation de ces ions en fonction de leur rapport m/z au sein de l'analyseur. Enfin, la dernière est assurée par le détecteur qui convertit le signal des ions en signal électrique (Becker, 2014). Le graphique représentant l'intensité des ions en fonction de leur rapport m/z est appelé spectre de masse (Meneta, 2011).

II.4. Les effets thérapeutiques des extraits et des huiles végétales

II.4.1. Extraits :

Ils sont caractérisé par des propriétés antiseptiques voir antimicrobiennes et antivirales et des propriétés équilibrantes sur les différentes fonctions de l'organisme.

II.4.1.1. *Thymus vulgaris*

a) Activité antimicrobienne :

Les tests antibactériens montrent que l'inhibition de la croissance des souches varie en fonction du type de la plante, de la concentration d'extrait aromatique et du milieu de culture utilisé.



Figure II.7 : *Thymus vulgaris (*en arabe : زعتر) *(*Yakhlef*, 2010)*

Plusieurs études ont été réalisées pour la détermination du pouvoir antimicrobien de certains extraits de *Thymus vulgaris* (Figure II.7). Selon (Benmadi Et Abida ,2018), tous les extraits de *Thymus vulgaris* ont montré un effet inhibiteur de type bactéricide vis-à-vis du germe *Escherichia Coli*. Des études menée en 2017 par Tamert et al., mettant en évidence que l'extrait décocté est plus actif sur *Escherichia coli* et *Aspergillus brasiliensis* (des diamètres d'inhibition de 9 à 26 mm) que sur d'autres souches.

D'après (Martins et al., 2014) les extraits éthanoliques de *thymus* représentent un effet antimicrobien important contre ces agents pathogènes : *Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa, Escherichia coli, et Candida albicans*.

D'autres études ont montré que l'extrait aqueux de thym possède une forte activité antimicrobienne contre *Listeria monocytogenes* (Mehanna et al.,2013).

b) Effet anti-inflammatoire :

Des extraits de thym ont été rapportés pour leurs activités anti-inflammatoires. Ils réduisent la production et expression génique des médiateurs pro-inflammatoires et augmente l'expression de la cytokine anti-inflammatoire (Kuet, 2017).

c) Activité antioxydante :

L'extrait aqueux des feuilles de *Thymus vulgaris* présente une activité antioxydante importante. Les polyphénols (surtout les flavonoïdes), l'acide rosmarinique, l'acide caféique et la vitamine E peuvent expliquer l'activité exhibée (Yakhlef ,2010).

Selon Zeghad et Merghem, en 2013, une analyse phytochimique préliminaire de l'extrait éthanolique de thym a révélé la présence de composés phénoliques et de flavonoïdes, pour lesquelles sont attribuées un bon nombre des propriétés antioxydantes.

d) Effet antivirale

L'extrait d'éthanol à 80% de *T. vulgaris* a une activité antivirale contre la maladie de Newcastle virus, en réduisant la puissance virale de plus de 56 fois. Les activités antivirales du thym ont également été signalées contre le virus de l'herpès simplex 1 et 2, ainsi que contre les souches résistantes à l'acyclovir du virus de l'herpès simplex 1(Kuet , 2017).

II.4.1.2. Nepeta cataria



Figure II.8 : *Nepeta cataria* (en arabe : **القطرم الحقيقي أو نعناع الهر الحقيقي**)

a) Activité antimicrobienne

Les résultats obtenus dans l'étude effectuée par Bandh et al., en 2011 ont révélé que les extraits aqueux de *Nepeta cataria* (Figure II.8)possèdent une activité antibactérienne potentielle par rapport à son activité antifongique, lorsqu'il est testé par la méthode de diffusion du disque.

L'extrait aqueux a montré une activité significative contre *S. aureus, B. subtillis, E. coli et P. aeruginosa*. L'activité antibactérienne la plus élevée (20,0 ± 0,11) mm a été enregistrée contre *S. aureus* et la moindre activité enregistrée contre *P. aeruginosa* (10 ± 0,33) mm.

L'activité antifongique de l'extrait aqueux a été observée à la concentration de 400 mg/ ml avec une zone d'inhibition maximale de l'ordre de (10 ± 0,79) mm contre *A.*

flavus et à une concentration de 500 mg / ml avec une zone d'inhibition minimale de l'ordre de (5,56 ± 0,20) mm.

Pour *C. albicans*, la zone d'inhibition la plus élevée mesurée est de l'ordre de (10 ± 0,33) mm et la zone la plus basse mesurée est de l'ordre de (8 ± 0,33) mm.

D'après une étude faite par Adiguzel et al., en 2009, ils ont montré que l'extrait méthanolique de *Nepeta cataria* présente une activité antimicrobienne sur seulement cinq bactéries (*Clavibacter michiganence A227, Bacillus subtilis ATCC-6633, Bacillus macerans A199, Escherichia coli A1, Staphylococcus aureus A215*) et sept types de champignons (*Aspergillus flavus, Aspergillus variecolor, Fusarium solani, Fusarium tabacinum, Rhizopus spp., Rhizoctonia solani, Trichophyton mentagrophytes)*

Les extraits méthanoliques présente une activité antibactérienne contre *S. aureus, K. pneumoniae et S. typhii* avec CMI de 0,1 mg / ml et aucun effet contre *P. mirabilis, C. pyogenes, S. dysenteriae, E. coli, P. vulgaris et P. aeruginosa (*Edewor et Usman, 2011*).*

b) Effet antioxydant

Le potentiel antioxydant des extraits de *Nepeta cataria* a fait l'objet d'une enquête, employant trois systèmes d'essai . Les résultats ont révélé un effet antioxydant des extraits principalement liés au phénolique profil de la plante (Mihaylova et al., 2013).

Selon une étude faite par Kraujalis et al., (2011), l'extrait méthanolique de Nepeta cataria a montré une capacité antioxydante significativement plus élevée par rapport aux autres extraits étudies.

II.4.1.3.Mentha rotundifolia

c) Activité antimicrobienne

L'étude de l'activité antimicrobienne des extraits de la plante *Mentha rotundifolia* a été faite par la méthode de diffusion sur gélose. Les résultats obtenus montrent que les extraits méthanoliques sont inactifs envers toutes les souches microbiennes testées (E. *coli ATCC2 5922, P. aeruginosa ATCC 27853 , S.aureus ATCC 25923, Streptococcus .SP , A.niger 2CA936, A.flavus NRRL391 , C.albicans ATCC1024*) (Ferdjioui ,2014).



Figure II.9 : *Mentha rotundifolia (*en arabe : **نعناع حلو الرائحة**)

a) Effet anti-inflammatoire

Le criblage phytochimique des extraits aqueux de Mentha rotundifolia a mis en évidence les composés suivants : les polyphénols, les flavonoïdes, les tannins et les saponines. Par ailleurs, les saponosides sont connus par leur effet anti-inflammatoire et antiœdémateux (Bounihi, 2016).

b) Effet antioxydant

L'étude de l'activité antioxydante des extrait méthanolique et aqueux de tiges et de feuilles de *Mentha rotundifolia* a montré que l'extrait méthanolique avait la capacité de piégeage de DPPH la plus élevée. La même tendance a été observée avec un pouvoir réducteur ferrique. En ce qui concerne les tests de blanchiment du β-carotène, les résultats ont montré que l'extrait aqueux a une capacité antioxydante la plus élevée (Leblalta, 2018) .

II.4.1.4. Ajuga iva:

c) Activité antimicrobienne

L'effet antimicrobien des extraits méthanoliques et aqueux d'*Ajuga iva* (Figure II.10) a été testé contre des espèces de bactéries à Gram positif et à Gram négatif et d'autres espèces de champignons. Les zones d'inhibition de l'extrait méthanolique *d'Ajuga iva*, qui ont été obtenues contre toutes les bactéries testées, étaient de l'ordre de 5 à 27 mm et de 10à 18 mm pour les champignons testés. D'une part, l'activité inhibitrice la plus élevée a été déterminée contre *E. coli* et *Fusarium*. En revanche, l'activité inhibitrice la plus faible a été déterminée contre *P. aeruginosa* et *A. nige* (Makni et al.,2013).

Les résultats obtenus dans l'étude faite par Khaled-Khodja et al., (2014) démontre que l'extrait méthanolique d'Ajuga iva s'est révélé être actif contre S. aureus et E. coli .



Figure II.10 : *Ajuga iva .L* (en arabe :**شندقورة**)

a) Effet anti-inflammatoire

Les extraits d' Ajuga iva L. possèdent une activité anti-inflammatoire (Yahoui et Merimi , 2018).

b) Activité antioxydante

Trois méthodes ont été utilisées pour mesurer l'activité antioxydante d'extrait méthanolique d'*Ajuga iva* en résultant que l'extraits d'*Ajuga iva* a montré une faible capacité antioxydante (Khaled-Khodja et al.,2014).

D'après Medjeldi et al., (2018) l'activité antioxydante testée par la méthode DPPH a montré une IC50 de (0,43 ± 0,03) mg / mL des extraits de la partie aérienne d'*Ajuga iva L*.

Le test de l'activité antioxydant in vitro montre que l'extrait éthanolique de la partie aérienne d'Ajuga iva possèdes une activité antioxydante vis-à-vis le radical DPPH (Yahoui et Merimi ,2018).

c) Effet antivirale

Effet antiviral de l'extrait méthanolique réalisé sur 4 virus: 33 Virus Coxsackie de type B-3 (CVB-3), adénovirus de type 5 (ADV-5), type de virus respiratoire syncytial, Le 34 B (RSV-B) et le virus Herpes Simplex de type 2 (HSV-2) ont montré une activité contre le virus Coxsackie.(Medjeldi et al.,2018).

II.4.1.5. Lavendula multifida

a) Activité antimicrobienne

D'après Aneb et al., (2016) l'extrait hexanique et l'extrait dichlorométhaniquese de *Lavendula multifida* (Figure II.11) sont révélés plus actifs contre les souches bactériennes pathogènes choisies (*R. equi, Rhodococcus sp GK1, Rhodococcus sp GK3*).



Figure II.11 : *Lavendula multifidia* (en arabe :**خزامى**)

II.4.1.6. Salvia officinalis



Figure II.12 : *Salvia officinalis* (en arabe **سواك النبي**)

a) Activité antimicrobienne

Selon (Martins et al., 2014), l'extrait aqueux obtenu par décoction présentait l'effet fongicide et / ou fongistatique le plus prononcé contre *C. parapsilosis* et *C. tropicalis*.

L'extrait aqueux obtenu par la décoction et l'extrait méthanol / eau présentaient un potentiel similaire contre *C. parapsilose*.

L'extrait aqueux obtenu par décoction était le plus pertinente contre *C. tropicalis*, suivi de l'extrait aqueux obtenu par perfusion et extrait méthanol / eau.

Toutes les bactéries à Gram négatif, c'est-à-dire *E. spp, S. dysenteriae, A. hydrophila* se sont avérés résistants à tous les extraits de *Salvia officinalis*, exceptionnellement *K .spp, E. coli et P. aeruginosa* ont montré une zone d'inhibition. Alors que toutes les bactéries gram-négatives

c'est-à-dire *S.Dysenteriae, A. hydrophila, K. spp, E. coli et P. aeruginosa* a donné une activité antibactérienne comme zone d'inhibition autour de l'extrait de *Salvia officinalis* .

Les extraits au méthanol ont montré une activité plus élevée que les extraits aqueux. (Ali et Aboud ,2010).

De leurs coté Et-Touys et al., (2016) ont montré que les trois extraits ont révélé le pouvoir inhibiteur de trois souches bactériennes avec une différence significative dans les diamètres d'inhibition. La plus grande zone a été enregistrée par les extraits d'hexane et de méthanol contre S.aureus de l'ordre de 22 mm, tandis que la zone la plus faible était de l'ordre de (11 ± 0,22) mm exprimé pour l'extrait éthanolique contre E. coli et l'extrait méthanolique contre L. monocytogenes.

b) Effet anti-inflammatoire

Les extraits aqueux et butanol de S. officinalis possèdent des effets anti-inflammatoires aigus et subaigus exercés à la fois au centre et à la périphérie comme montre les travaux de Qnais et al.,(2010).

c) Activité antioxydante

Les extraits méthanoliques et acétoniques d'organes (pousses et racines velues) de *Salvia officinalis* ont été évaluées pour leurs propriétés antioxydants à l'aide de trois différents modèles in vitro.

Il a été constaté que les extraits de *Salvia officinalis* possèdent des effets antioxydants et la plus forte activité antioxydante est celle des extraits méthanoliques de racines de *Salvia officinalis* (Grzegorczyk et al.,2006).

D'après (Et-Touys et al.,2016) l'extrait méthanolique du *Salvia officinalis* a montré une capacité significative à piéger le radical DPPH (IC50 = 65,655 µg / ml) par rapport aux extraits de n-hexane et d'éthanol. Cette valeur est supérieure à celle de l'acide ascorbique (13,198 µg / ml) et du Trolox (22,484 µg / ml) utilisés comme étalons.

L'étude faite par Kadhim et al.,(2016) a confirmé que les extraits aqueux de *Salvia officinalis* possèdent in vitro une activité antioxydante grâce à sa teneur en (glycosides, tanins, saponines, protéines, divers composés phénoliques, alcaloïdes, flavonoïdes, stéroïdes et vitamine C).

d) Effet antivirale

Les extraits aqueux et éthanoliques de *Salvia officinalis* ont été examinés in vitro sur des cellules RC-37 pour leur activité antivirale contre le virus de l'herpès simplex de type 1 (HSV 1) et de type 2 (HSV-2) en utilisant un test de réduction de plaque. Tous les extraits testés ont révélé une forte activité virucide contre HSV-1 et HSV-2 (Schnitzler et al., 2008).

II.4. 2. Les huiles végétales

Certaines huiles et graisses végétales possèdent des applications thérapeutiques en raison de leurs propriétés biologiques intéressantes.

II.4.2.1. *Sesamum indicuum*

Dans cette étude, Saleem a montré l'activité antimicrobienne de l'huile de sésame contre les microorganismes gram positifs et gram négatifs. Il a constaté que l'huile de sésame présente la meilleure activité antimicrobienne avec une zone d'inhibition de l'ordre de 15 à 25 mm et montre aussi que la zone d'inhibition la plus élevée était contre *Salmonella typhi*.(Mohamed Saleem, 2011).

II.4.2.2 .Noix de coco

Selon Abbas et al (2017), l'huile de coco et son acide gras (acide laurique) possèdent des propriétés antimicrobiennes sur quelques microorganismes : *Staphylococcus aureus, Streptococcus, Escherichia coli* et *Lactobacillus* espèce (Abbas et al., 2017).

II.4.2.3.L'huile d'olive

L'activité anti-inflammatoire d'huile d'olive extra vierge qui s'est avérée puissante a été testée dans des modèles d'inflammation aiguë et subaiguë qui sont respectivement le test au formol (phase tardive) et l'œdème de la patte induit par le carraghénine (Fezai et al., 2013).

II.4.2.3.2. Huile de nigelle

L'huile fixe de Nigella sativa et ses fractions (lipides neutres, glycolipides et phospholipide) ont montré une activité antioxydante vis-à-vis des deux radicaux libres stables (DPPH et le radical glavinoxyl) (Meziti, 2009).

II.4.3. Utilisation industrielle des extraits et des huiles végétales

II.4.3.1. Les extraits

Les extraits végétaux sont utilisés depuis l'antiquité dans plusieurs secteurs tels que : la parfumerie, le cosmétique, la pharmacie, l'industrie...etc.

Ils trouvent plusieurs domaines d'application en cosmétique pour des produits de beauté, des parfums, des articles de toilette et des produits d'hygiène.

Ces extraits sont aussi utilisés comme produits d'entretien, ménagers domestiques ou industriels (savons, détergents) (Bensaid, 2001).

II.4.3. 2. Les huiles végétales

Les huiles végétales jouent un rôle essentiel dans notre alimentation. Elles assurent tout d'abord une fonction nutritionnelle grâce à l'apport énergétique qu'elles fournissent et à leur richesse en acides gras essentiels et en vitamines. Elles assurent des fonctions technologiques, en particulier comme moyens de transfert de chaleur en cuisson (exemple des huiles de friture), agents d'enrobage et de démoulage ou comme supports d'arômes et de colorants lipophiles (Cuvelier et Maillard, 2012) .

Elles sont utilisées comme des détergents, des lubrifiants et des agents tensioactifs (biosurfactants) (Soumanou et al., 2005) . Elles peuvent être incorporées en tant que simple support de formulation, mais souvent, elles constituent des actifs à part entière (Merck, 2017) .

En raison de l'énergie dégagée lors de la combustion, des huiles végétales ont été expérimentées comme biocarburants (Soumanou et al., 2005) .

L'utilisation non alimentaire comprend la production de peintures, de vernis spéciaux, d'acides gras et la production de biodiesel (Mariana et al., 2015; Dyer et al., 2008).

Dans les produits alimentaires, les huiles végétales jouent des rôles fonctionnels et sensoriels importants, agissant comme porteurs de vitamines liposolubles (A, D, E et K). Ils fournissent également un acide linoléique et linolénique essentiel, responsable de la croissance (Alonge, 2018)

Chapitre -III-

Généralités sur *Linum usitatissimum L* et *Marrubium vulgare L*

III.1. *Marrubium vulgare L.*

III.1.1. Classification

Selon Damerdji et al., (2015), la position systématique du marrube (marrube blanc) est la suivante (Tableau III.1).

Tableau III.1. Classification botanique de la plante *Marribium vulgare* (Damerdji, 2015).

Division	***Spermaphytes***
Classe	*Eudicots*
Sous classe	*Eunastéridés I*
Ordre	*Lamiales*
Famille	*Lamiacées*
Genre	*Marrubium*
Espèce	*Marrubium vulgare L.*

La nomenclature de *Marrubium vulgare* peut être issue de Maria urbs, une ancienne ville d'Italie ou de l'Hébreu marrob désignant un jus amer.

Son nom diffère d'un pays à un autre :

- **En anglais** : Common-horehound, white horehound et horhound.
- **En français** : Bonhomme, herbe vierge, marrochemin, Marrube blanc, marrube commun, marrube vulgaire.
- **En arabe** : Farasioun abiad et en Algérie : Marriout, meriouat el kelb et achebet el kelb, timeriouet, ifzi (Belhattab, 2007).

III.1.2. Description

Marrubium vulgare, est une plante herbacée vivace assez commune dans la région méditerranéenne (Bouterfas, 2016). Elle peut atteindre de 30 à 80 cm de hauteur (Bouterfas et al., 2013) d'odeur forte, pénétrante, agréable, légèrement musquée, de saveur à la fois chaude et amère (Bouterfas et al., 2013). Les feuilles sont dentées, blanchâtres, cotonneuses, sur les faces inférieures, poilues, mais vertes sur la face supérieure. Des petites fleurs blanches sont présentées en verticilles axillaires nombreux compacts et espacés sur les tiges (Figure III.1) (Belhattab, 2007).

Les tiges sont dressées, quadrangulaire portant souvent de nombreuses pousses courtes et stériles (Damerdji et Chekrouni , 2013). Le marrube préfère les endroits ensoleillés,

croissant sur les champs secs et arénacés, et les bords des routes. Cette plante pousse naturellement dans les garrigues, les djebels et les friches sur des sols secs et alcalins (Damerdji et al., 2015).

Le genre *Marrubium* compte 40 espèces dans le monde (Kharazian, 2017**).** En Algérie, on retrouve 6 espèces différentes au sein de ce même genre : *Marrubium vulgare, Marrubium supinum, Marrubium peregrinum, Marrubium alysson, Marrubium alyssoide, Pomel* et *Marrubium deserti de Noé* (Djahra, 2014).



Figure III.1 : *Marrubium vulgare L,* (Antony, 2011).

III.1.3. Répartition géographique

Le genre *Marrubium* pousse dans un terrain vague en Europe et en Asie occidentale jusqu'en Inde, en particulier dans la région du Cachemire à 5000-8000 pieds (Lodhi et al., 2017). Elle est naturalisée dans l'Amérique du Nord et dans l'Amérique du Sud (Djahra, 2014).

Elle est distribuée dans toute la région méditerranéenne. En Algérie, cette espèce est assez commune de l'ensemble du territoire, très présente au nord et quasiment absente au sud. (Bouterfas et al., 2013).

III.1.4. Composition chimique

Le genre *Marrubium* contient les polyphénols, en particulier les flavonoïdes et les phénylpropanoïdes. On trouve aussi l'acide phénolique (dérivés d'acide cinnamique) et certains polymères comme les lignanes. La présence de diterpènoïdes labdanes est aussi une

autre marque chimiotaxonoque (Chebrouk et al., 2011) comme la marrubiine (Figure III.2) qui est considérée comme un diterpène très actif (Bouterfas et al., 2013).

La présence d'une quantité importante de sels de potassium, de tanins (jusqu'à 7%), et de choline (0.2%) est signalée (Belhattab, 2007). La présence d'une faible quantité d'huiles essentielles comportant différents composés monotérpéniques (moins de 1% : α-pinène, camphène, lomonène) (Djahra, 2014).

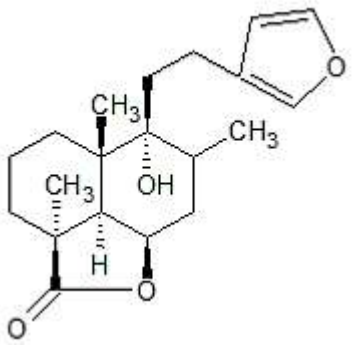


Figure III.2 : Structure chimique de la marrubiine

III.1.5. Activités thérapeutiques de *Marrubium vulgare*

C'est une plante connu depuis la plus haute antiquité par les égyptiens et la Grèce ancienne. Elle est utilisé couramment dans le traitement des plusieurs maladies. Gilibert (1798) la considère comme « l'une des meilleures plantes d'Europe » (Bendriss, 2003).

III.1.5.1. Activité anti-inflammatoire

Les résultats des travaux réalisés par Fathiazad et al., (2017), confirment l'utilisation traditionnelle de *Marribium vulgare* comme étant anti-inflammatoire. L'extrait méthanolique de *Marrubium vulgare* diminue l'inflammation induite par la carraghénine sur la phase précoce et tardive chez le rat.

L'extrait méthanolique de *M. vulgare* inhibait la réponse inflammatoire après injection d'isoprotérénol. (Yousefi et al., 2014) et (El Abbouyi, et al., 2013) ont démontré l'effet anti-inflammatoire d'extrait hydrométhanolique de *Marribium. vulgare*. Ce résultat corrobore l'utilité de cette plante dans le traitement des troubles inflammatoires.

III.1.5.2. Activité anti-oxydante

L'étude menée par Ghedadba et al., (2014) **,** montre que l'espèce du *Marrubium vulgare* est une source naturelles des substances anti oxydantes d'importance élevé.

Dans une autre étude entreprise par Amri et al., (2017), sur l'effet de l'extrait hydro-alcoolique de *Marrubium vulgare* riche en marrubine et caractérisé par une forte teneur en phénols et flavonoïdes , il a constaté que cet extrait a donné une forte activité antioxydante.

Les extraits de *Marrubium vulgare* ont montré une activité antioxydante qui dépend principalement du solvant d'extraction appliqué. Cinq composés possédant une activité d'élimination des radicaux ont été isolés du marrube. Les composés étaient principalement des glycosides. Tous les composés identifiés étaient des détecteurs de radicaux DPPH et ABTS + relativement puissants (Pukalskas et al., 2012).

III.1.5.3. Activité antivirale

Fayyad et al.,(2014), ont évalué l'activité antivirale de *Marrubium vulgare* , ils ont trouvé que cette plante contient des composés actifs antiviraux en particulier contre le HSV-1.

III.1.5.4. Activité antimicrobienne

Le pouvoir antimicrobienne de *Marrubium vulgare* est démontré par plusieurs études. En effet d'après Djahra, (2014) l'activité bactéricide évaluée par les tests *in vitro*, montre que les flavonoides et les tanins possèdent un pouvoir antibactérien important sur les germes multi résistants responsables des maladies infectieuses comme : *E.Coli*.12, *E.Coli* ATCC 25922, *Staphylococcus*, *E.Coli* 1429 et *Psoeudomonas* 7244.

Les extraits de *Marrubium vulgare* ont été révélées actives vis-à-vis deux souches bactériennes pathogènes et multirésistantes (*Pseudomonas aeruginosa* ATCC 28753 et *Proteus mirabilis*.), il apparaît que les composés flavoniques isolés possèdent un pouvoir antibactérien important sur les germes testés (Djahra et al., 2012).

L'études réalisée sur l'activité antifongique des flavonoïdes extraits des feuilles de *Marrubium vulgare*, confirme un effet antifongique remarquable sur les souches fongiques testées (*Aspergillus niger* et *Candida albicans*) (Bouterfas et al., 2016).

III.1.5.5. Activité antidiabétique

L'envie de découvrir de nouvelles substances antidiabétiques a stimulé la recherche concernant les propriétés antidiabétiques des composés végétaux.

Dans ce contexte**,** Bnouham et al., (2002), ont considéré le *Marrubium vulgare* parmi les plantes antidiabétiques les plus utilisées au Maroc après une enquête et hnopharmacologique. Dans une autre étude Herrera-Arellano et al., (2004), ont montré que l'extrait aqueux de *Marrubium vulgare* possède un effet hypoglycémique sur les diabétiques de type 2.

Le mécanisme possible de l'action antidiabétique de *Marrubium vulgare* peut se faire par une stimulation de la libération d'insuline par les cellules β pancréatiques restantes (Elberry et al., 2015). La plante présente une activité hypoglycémique chez les lapins. La décoction de la plante a significativement diminué l'hyperglycémie induite par le dextrose **(Román et al., 1992).**

III.1.5.6. Activité analgésique

L'effet Analgésique d'extrait hydroalcoolique de *Marrubium vulgare* est démontré par De Souza et al., (1998) après un analyse pharmacologique mené sur des Souris suisses.

Nous avons rapporté que l'acide marrubinique réduisait significativement le nombre de tordements induits par la solution d'acide acétique à 0,6%. Ce composé a également provoqué une anti nociception rachidienne et supra spinale lorsqu'il a été évalué contre la douleur neurogène induite par le formol et la capsaïcine ainsi que dans l'hyperalgésie induite par le glutamate chez les souris. Enfin, les résultats ont montré que pouvait être utilisé comme modèle pour obtenir un analgésique nouveau et des médicaments plus puissant (Meyre-Silva et al., 2005).

L'extrait hydro-alcoolique et la marrubine présentaient également une activité analgésique importante (De Jesus et al., 2000).

III.1.6. Des recherches récentes sur le *Marrubium vulgare L.*

L'antibiorésistance est un problème croissant, car plus d'antibiotiques deviennent inefficaces dans le traitement. En raison du succès historique des produits naturels dans le développement d'une nouvelle source d'antibiotique, la recherche de produits naturels est recommandée pour développer de nouveaux antibiotiques (Cravens, 2020).

Ces dernières années, plusieurs recherches ont été faites spécifiquement sur le *Marrubium vulgare.* Dieye et Sarr, (2020) considèrent le *Marrubium vulgare* parmi les plantes Africaine qui possèdent une très forte activité antimicrobienne avec un diamètre d'inhibition de 16.66 mm pour les fleurs et 40 mm pour les feuilles.

D'après Bouayyadi et Zidane, (2020), le *Marrubium vulgare* est une plante très utilisé dans la région du Gharb, Maroc. Leur usage thérapeutique peut être pour les maladies métaboliques neurologiques ou les maladies de tube digestif.

La phytothérapie est sans aucun doute la plus adoptée par la population locale de la région de l'ouest.

III .1.7.Utilisations thérapeutiques de *Marrubium vulgare L.*

Les utilisations thérapeutiques des différentes parties de *Marrubium vulgare L.* sont indiquées dans le tableau III.2.



Figure III.3 : *Marrubium vulgare*, jeune feuillage, (Akbar, 2020).

Tableau III.2. Les utilisations thérapeutiques de *Marribium vulgare*

Utilisations thérapeutiques de *Marribium vulgare*		**Références**
Parties utilisés	• Les feuilles, les sommités fleuries, les tiges et les racines.	(Belhattab, 2007)
Indications	Le marrube blanc est très utilisé en médecine traditionnelle en cas de : • Infections respiratoires • Obésité pour combattre la cellulite • Sifflements respiratoires • Maladies urinaires • Otites • Ophtalmies • La toux et au cours des affections bronchiques aiguës et bénignes. • Des troubles digestifs et la perte de l'appétit et la dyspepsie • Morsures de chiens enragés • Diabète • Hypertension artérielle • Infections fébriles • Affections hépatique.	(Boudjelal, 2013) (Bouterfas et al., 2013) (Djahra et al., 2013) (Djahra et al., 2012) (Djahra, 2014) (Ghedadba et al., 2014)
Propriétés médicinale	**Interne** : • Antidote, Expectorante, antispasmodique. • Antinociceptif, antioedematogénique, analgésique, anti-leucémique. • Hypolipidémiants, vasorelaxant, anticholinestérase, possède une activité aromatique, stimulante, et diaphorétique. **Externe :**	(Djahra, 2014) (Djahra et al., 2012) (Ghedadba et al., 2014) (Boutabia et al.,

	• Désinfectant et cicatrisant des plaies	2020)
Posologie et mode d'administration	• **Les tisanes** : 1,5g de drogue dans 150 ml d'eau bouillante pendant 10 minutes, 3 tasses/jours. • **la décoction** : 3 à 4 cuillères à soupe par litre d'eau à faire bouillir 5 à 10 min. • **Teinture** : 10 à 20 gouttes dans un verre **d'eau** 2 à 3 fois par jour avant les repas. • **Sirop** : 3 g d'extrait hydroalcoolique à mélanger dans 200 g de sirop simple. 1 cuillère à soupe 2 à 3 fois par jour entre les repas. • **Usage externe :** Compresse imbibée de la décoction suivante à appliquer 1 ou 2 fois par jour en cas d'ulcération ou de plaies suppurantes : faire bouillir 3 min 30 g de plante séchée dans 1 L d'eau et laisser infuser 10 min.	(Djahra, 2014) (Boutabia et al., 2020) **(**Salhi, 2018)
Contre-indications et effets indésirables	• Le marrube blanc est contre-indiqué aux femmes enceintes parce qu'il stimulerait l'utérus et pourrait avoir une action abortive. • le Marrube ne possède jusqu'à présent aucun effet indésirable.	**(**Djahra, 2014)

III.2. *Linum usitatissium*

III.2.1. Classification

Selon l'USDA-NRCS, la classification taxinomique du *Linum usitatissimum L*. est indiquée dans le tableau suivant (**Tableau III.3**) :

(https://plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=profile&symbol=LIUS&display=31)

Tableau III.3. Classification botanique de la plante *Linum usitatissimum L.*

Super division	*Spermatophyta (graines)*
Division	*Magnoliophyta (Fleurs)*
Classe	*Magnoliopsida (Dicotylidonnes)*
Sous classe	*Rosidae*
Ordre	*Linales*
Famille	*Linaceae*
Genre	*Linum L.*
Espèce	*Linum usitatissimum L.*

Le lin est une des plus anciennes plantes cultivées. Tout est valorisé dans le lin, d'où son nom, *Linum usitatissimum* qui signifie étymologiquement que tout est utile dans le lin (Dreno ,2017).

Les différentes nomenclatures du lin sont (Ait Ouakrouch , 2015) :

- **Nom scientifique :** *Linum usitatissimum L.*
- **Nom français :** Lin, Lin chaud, Lin commun, Lin cultive.
- **Nom anglais :** Flax, flix, Lin, Line, Lint, Bells, Lint Benels, Lint, Bow, Lyne, Vlix, lin, Linseed (Umer et al., 2017).

La plante est connue sous différents noms vernaculaires dans différents langue, territoires et traditions: Bazarul katan, Kattan (**Arabe**); Linho (**Brésil**); Hou Ma Tse (**chinois**); Alshi, Javas (**Deccan**); Lein, Flachs (**allemand**); Linon (**grec**); Alsi, Tisi (**hindi**); Lino (**italien**); En (**roumain**); Len, Lyon (**Russe**); Lino (**espagnol**); Ziggar (**Turki**)et Kattan (**Unani**) (Umer et al., 2017).

III.2.2. Description

Le Lin cultivé est une plante annuelle, herbacée pouvant atteindre 60 à 80 cm. Sa tige dressée (de 0,3 à 1m) et fibreuse se ramifie en forme de corymbe, elle porte des feuilles alternes épaisses, simples, sessiles, entières, linéaires à lancéolées, glabres (Bentahar, 2017),

ses fleurs sont regroupées en cymes bipares et leur couleur varie du blanc au violet (Savoire ,2008). Les fruits sont des capsules presque sphériques, brunâtre à cinq loges contenant une dizaine de graines au maximum, à un contenu huileux **(**Bentahar , 2017). La graine de lin est allongée, ovoïde, aplatie, arrondie à l'une de ses extrémités et pointue à l'autre. Son tégument est brun-rouge foncé, lisse, brillant et finement ponctué en surface (loupe) (Dreno , 2017).



Figure III.4 : *Linum* : a) Les capsules du graines de lin ; b) Les fleurs du lin ; c) les graines du lin (jaune) ; d) les graines de lin (marron) (Narender et al,2016)

III.2.3. Répartition géographique

Linum usitatissimum est probablement issue du bassin méditerranéen, elle est aujourd'hui cultivée un peu partout sous les climats tempérés et tropicaux, elle préfère un sol sablonneux et argileux, voire limoneux, profond et bien irrigué (Bentahar, 2017).

III.2.4. Composition chimique

Le Lin cultivé contient des mucilages, les graines constituent une source d'acide alphalinolénique, d'acides gras oméga-3, de la pectine, de différents acides organiques, ainsi qu'un glucoside cyanogénétique, la linamarine et la linamarase. Il comprend des variétés dites « textiles » dont le produit principal est la fibre et d'autres dites « oléagineuses » utilisées pour la production d'huile et d'aliments (Bentahar , 2017).

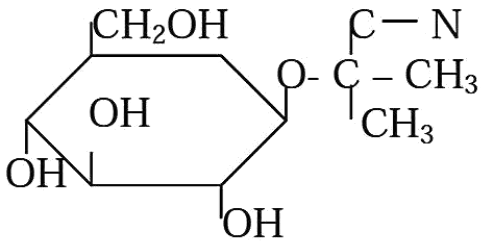


Figure III.5 : Structure chimique de la linamarine

La graine contient environ 40% de lipides, 30% de fibres alimentaires et 20% de protéines. La composition chimique varie considérablement d'une variété à l'autre et dépend également des conditions environnementales dans lesquelles la plante est cultivée (Rubilar et al., 2010). Les graines de lin, en particulier les coques de graines de lin, représente particulièrement une riche source de composés phénoliques. L'un des principaux composés phénoliques sont les lignanes.

Le lignan principal trouvé dans les graines de lin est le diglucoside secoisolariciresinol (SDG).

De plus, les graines de lin contiennent des quantités substantielles de phénolique acides (principalement p -coumarique, vanillique, sinapique et férulique, qui sont présents sous forme de glycosides avec des liaisons ester et éther) flavonoïdes (C- et O-glycosides des flavones et des tanins) (Seczyk L. et al., 2017).

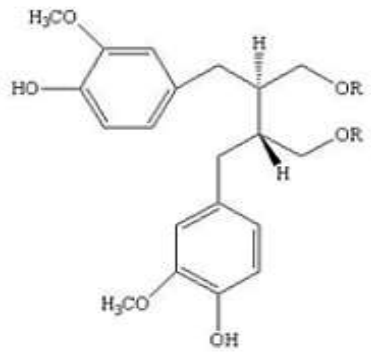


Figure III.6 : Structure chimique de lignan
(diglucoside secoisolariciresinol (SDG))

L'huile de lin est unique dont sa composition est de 73% d'acides gras polyinsaturés (AGPI), 18% acides gras mono-insaturés (AGMI) et 9% d'acides gras saturés, ce qui en fait un aliment à faible teneur en graisses saturées. L'huile est la source la plus riche connue en acide gras oméga 3 (n-3), ALA, qui représente environ 55% des acides gras totaux (Le Anne et al., 2004).

III.2.5. Activités thérapeutiques

III.2.5.1. Activité anti-inflammatoire

L'inflammation a été induite par l'administration sous-cutanée de carraghénine, du leucotriène ou de l'acide arachidonique dans la patte arrière de l'animal. L'efficacité anti-inflammatoire des huiles fixes de *Linum usitatissimum* a été évaluée dans tous les modèles.

Les résultats démontrent que les huiles contenant une quantité plus élevée d'acide linolénique inhibé par l'agent phlogistique ont induit un œdème de la patte dans une plus large mesure, une inhibition maximale a été obtenue avec l'huile de lin (contenant la plus grande quantité d'acide linolénique).

Le résultat indique également que l'acide linolétique dans toutes les huiles fixes pourrait éventuellement expliquer l'activité anti-inflammatoire de l'huile par une double inhibition du métabolisme de l'arachidonate, car il inhibe de manière significative l'œdème de la patte dans le leucotriène et l'œdème de patte induit par l'acide arachidonique (Singh et al., 2008).

Une autre étude réalisée par Kaithwas et Majumdar , en 2010 a montré que L'huile fixe de *L. usitatissimum* a inhibé la prolifération réponse œdémateuse globale au formaldéhyde de manière dépendante de la dose et réponse inhibitrice à une dose de 3 ml / kg était meilleure que l'aspirine standard. Ceci suggère que l'huile fixe de *Linum usitatissimum* peut altérer certains aspects de la réponse inflammatoire supérieure à l'aspirine.

Selon (Tawheed et Monika, 2014) Les graines de lin et l'huile de lin possèdent toutes deux une activité anti-inflammatoire. Les acides gras alimentaires présents dans les graines de lin sont convertis en des progestérones (une substance semblable à une hormone) qui sont également importantes pour réguler l'inflammation**.**

L'huile fixe du *Linum usitatissimum* réduit de manière significative la perméabilité vasculaire péritonéale, indiquant la suppression de la réponse vasculaire dans le processus d'inflammation aiguë. Le potentiel anti-inflammatoire a été en outre confirmé par l'inhibition de l'induction induite par le carraghénine pleurésie chez le rat, car l'huile de *Linum usitatissimum* a inhibé de manière significative la migration des leucocytes dans les exsudats pleuraux (Kaithwas et Majumdar, 2013).

III.2.5.2. Activité antioxydante

Dans une étude faite pour évaluer in vitro l'activité antioxydante d'extrait éthanolique de *Linum usitatissimum* en utilisant différentes méthodes comme le balayage radicalaire de DPPH, la réduction de la puissance, piégeage de superoxyde, piégeage des radicaux hydroxyles, dosage du peroxyde d'hydrogène et chélation des métaux à des doses de 100, 200, 300, 400 et 500 µg / ml. Il a été montré une activité antioxydante dose-dépendante dans différents modèles étudiés, maximum à 500 µg / ml (Kasote , 2013).

D'après l'étude de Herchi et al., (2016) ils ont trouvé que l'huile de coque de graines de lin présente une activité antioxydante plus élevée. L'absorbance du DPPH de l'huile de coque de lin chauffée était de 49,74%. L'activité antioxydante a diminué pendant le processus

de chauffage. Ces résultats montrent que l'huile de coque de graines de lin chauffée contient moins de composés antioxydants, ce qui diminue la capacité d'élimination des radicaux DPPH. L'action de piégeage des constituants végétaux s'est avérée être liée aux composés polyphénoliques .

Bien que les constituants d'huile de lin germée, qui montrent une action de piégeage des radicaux libres, ne soient toujours pas clairs, il est possible que l'activité antioxydante de l'huile de lin germée soit causée, au moins en partie, par la présence de polyphénols et d'autres composés antioxydants encore à découvrir (Herchi et al., 2015).

III.2.5.3. Activité antivirale

L'extrait de lignane de graines de lin a montré un effet significatif sur la réplication du VHC dans le système utilisé in vitro avec une concentration de 100 µg / ml. Cependant, les extraits de lignan ont montré des résultats négatifs lorsqu'ils sont utilisé à des concentrations de 5, 25 et 50 µg / ml. Il est signalé pour la première fois l'utilisation de lignan de graines de lin comme anti-VHC et ils ont conclu que les lignanes de graines de lin pourraient être comme l'un des composés naturels qui ont été utilisés dans la conception d'une thérapie anti-VHC sûre et efficace (Barbary et al., 2010).

III.2.5.4. Activité antimicrobienne

Un travail de recherche a été réalisé par (Bakht et al., 2011) pour étudier les activités antimicrobiennes de différents solvants extrait des échantillons de *Linum usitatissimum* contre sept agents pathogènes bactériens et fongiques. L'analyse des données a révélé que la croissance de *Staphylococcus aureus* était inhibée également par des échantillons extraits au butanol et à l'acétate d'éthyle, soit 56% lorsqu'ils sont testés par la méthode de diffusion sur disque. De même, les échantillons extraits par l'acétate d'éthyle et au butanol ont réduit la croissance de *Bacillus cereus* respectivement de 44 et 64%. Les données suggèrent en outre qu'*Erwinia carotovora* a été inhibé de 42% par les échantillons extraits par l'acétate d'éthyle et 65% par des échantillons extraits au butanol.

D'autres études réalisées par (Barbary et al., 2010) ont démontré que L'extrait de lignans s'est avéré être le plus efficace contre les bactéries à Gram positif telles que *Staphylococcus aureus* et *Vibrio sp* par rapport à Bactéries à Gram négatif telles que *Klebsiella sp* et *Shigella sp*. La présente étude a révélé que des extraits bruts de lignans ont montré une activité antifongique modérée (entre 70 et 90%) pour *Aspergillus flavus* et *Aspergillus niger*, respectivement**.**

Les extraits de *Linum usitatisimum* étaient responsables de l'activité antibactérienne et antifongique, ces extraits présentent une zone maximale d'inhibition contre *E. coli,*

Proteus.vugaris, Staphylococcus aureus, Salmonella paratyphii, Klebsiella pneumoniae, Lactobacillus, Saccharomycecs cereviseae. (Narender et al .,2016).

III. 2.5.5.Activité antidiabétique

L'étude établie par (Kapuriya et al., 2018) a révélé que l'administration orale des extraits de L. *usitatissimum* donne un effet antidiabétique dose-dépendant dans une étude expérimentale sur les rats. Après l'administration orale répétée à la dose de 400 mg / kg pendant 28 jours chez les rats, ils ont trouvé que ces extraits possèdent un effet antidiabétique.

L'extrait métanolique de *linum usitatisumum* a également diminué le glucose par rapport aux diabétiques traités au glibenclamide chez les rats. Ils ont conclu que les extraits bruts de *linum* contenaient des composés antidiabétiques pour traiter le diabète sucré et pour régulation du poids corporel (Ali Shad et al. 2017).

Dans une autre étude réalisée par Qureshi et al., (2019) , a révélé que les graines de lin à la dose de 200 mg / kg et 400 mg / kg ont un potentiel remarquable de réduire l'hyperglycémie associée au diabète, donc ils peuvent être utilisés dans la gestion du diabète sucré de type 2.

III.2.5.6. Activité analgésique

L'effet analgésique de l'huile fixe de lin a été évalué en utilisant des différentes méthodes. Les doses d'huile suivantes : 3 ml / kg après 2 h et 2 à 3 ml / kg après 3 h, ont montré une certaine activité analgésique mais l'activité analgésique était significativement plus faible que la morphine. Il a montré aussi une excellente activité analgésique comparable à l'aspirine contre le tordement induit par l'acide acétique chez les souris (Kaithwas et al., 2011).

Selon Umer et al., (2017) ,l'effet analgésique de l'huile fixe de lin a été évalué par la provocation des contorsions à l'aide d'acide acétique . L'huile de lin a montré un effet analgésique mais il était significativement plus faible que la morphine. La méthode de réaction de contorsion induite par l'acide acétique a montré que l'activité analgésique de l'huile est médiée de façon périphérique et pas de médiation centrale.

III.2.6. Des recherches récentes sur *Linum* usitatissimum L.

Ces dernières années, les hydrocolloïdes alimentaires, en particulier les polysaccharides des plantes et des sources microbiennes ont retenu l'attention des scientifiques de l'industrie alimentaire et pharmaceutique. Parmi les sources végétales, le lin (*Linum usitatissimum L.*) contient du polysaccharide et d'autres composés phytochimiques qui possèdent un effet bénéfique sur la santé, donc les graines de lin représente un ingrédient précieux (Rashid et al., 2019).

Une étude réalisée par Trabelsi et al., (2020) , consiste à évaluer la performance de cicatrisation in vivo sur brulure fractionnée au laser CO_2 dans un modèle de rat .

L'application d'un roman polysaccharide extrait de graines de *Linum usitatissimum L.* a considérablement accéléré la régénération épithéliale, amélioré la contraction de la plaie et permis une restitution complète du tissu cutané. Cette étude a démontré que le roman polysacharide devrait être un excellent candidat pour un traitement réussi des brûlures et peut être utilisé dans les industries pharmaceutiques pour modérer la guérison des brûlures.

Une récente étude (Zhou et al., 2020) a été faite pour étudier l'effet d'huile de lin sur la colite ulcéreuse. Ils ont démontré que l'huile de lin atténue le développement de la colite induite par le dextran sulfate sodium chez le rat. L'effet bénéfique a été peut-être attribuable à la régulation de l'activité antioxydante, aux facteurs inflammatoires et à la récupération partielle de la flore intestinale. L'huile de lin est un type de bonne composante alimentaire qui peut être utilisée comme traitement d'appoint stratégie ou transporteur des médicaments dans la protection de la colite ulcéreuse à l'avenir.

III.2.7. Utilisations thérapeutiques de *Linum usitatissium*

Les utilisations thérapeutiques des différentes parties de *Linum usitatissium* sont indiquées dans le tableau III.4.

Tableau III.4. Utilisations thérapeutiques de *Linum usitatissium*

Utilisations de *Linum usitatissimum*		**Références**
Parties utilisées	• Fruit, graine. • Tige (fibre de tige).	(El Hilah, 2015) (Nolin , 2019
	• Le textile représente 70 % de son utilisation. • La chirurgie et même le nautisme. • Efficace en cas de troubles respiratoires, contre la lithiase, la toux chronique ou aiguë, la bronchite, l'emphysème et les troubles urinaires comme la cystite chronique. • Prévention de diverses pathologies et des maladies cardiovasculaires. • Utile contre l'angine de poitrine, le rhume et l'artériosclérose. • Le lin est efficace contre les furoncles et	(Planchon, 2018) (Khouchlaa et al., 2016) (Abidi et al., 2019)

Indications	les anthrax et draine le pus. • Un effet sur les systèmes hormonal et immunitaire. •Huile de lin protège la membrane gastrique et urinaire. • Les graines de lin entières sont utilisées en boulangerie, grillées ou non, en couverture de pains spéciaux. • Les préparations par voie orale sont également employées pour combattre la fatigue. •Contre la Splénomégalie. •Déclin du système nerveux, •Contre la Gingivite, pharyngite •Contre la Syndrome métabolique. •Contre gonflements rhumatismaux. •aide l'athérosclérose et la néphrite. •utilisation dans la constipation •utiliser comme Aliments pour animaux (Bovin, Chat, Chien, Cheval, Volaille). •Les fibres de lin utiliser dans la production des Couverture, Tapis, Composite, Mouchoir, Matelas, Tapis, brosse, Mat (papier), Serviette.	(Chatain et al., 2016) (Akbar, 2020) (Beroual, 2014)
Propriétés médicinale	**Interne :** • Laxatif, émollient, anticancéreux, calmant, antihypercholestérolémie , antiulcéreux, anti-fibrosants • Diurétiques, antihypertensive, amincissant, antiasthmatique. • Anticoagulant. • Abortif, mucolytique, aphrodisiaque, toniques cardiaques, apéritif, cardioprotecteur, œstrogéniques,	(Abidi et al., 2019) (Chatain et al., 2016) (Boukeria et al., 2020) (Akbar, 2020)

	Externe : • Adoucissant (peau et cheveux). • Anti-inflammatoire cutané,	(Abidi et al., 2019) (Akbar, 2020)
Posologie et mode d'administration	• **Poudre** : Deux cuillerées à soupe de graines de lin moulues, mélangées avec du miel et un peu d'eau sont prises pendant 30 jours chaque jour pendant la matinée. • **Tisane:** Infusion de graines de lin dans l'eau chaude (30 minutes) • **Farine :** en bains de bouche. ✓ **Huile de lin.** •**Usage externe** : en cataplasme	(Khouchlaa et al., 2016) (Chatain et al., 2016)
Contre-indications et effets indésirables	• Une forte dose d'huile de lin (30g/jour ou plus) pourra causer des selles molles et de la diarrhée. • Les graines et l'huile de lin peuvent provoquer des réactions allergiques, parfois assez sévères. • L'association des graines et l'huile de lin à des substances diminuant la motilité intestinale ou d'autres médicaments qui aggravent la constipation, exposent à une occlusion ou à une déshydratation.	(Abidi et al., 2019) (Akbar, 2020) (Aigueperse, 2014)

III.2.8. Partie pratique prévue :

Cette partie cible la mise en évidence de l'effet antibactérienne antioxydant et anti inflammatoire des extraits et des huiles végétales de *Linum usitatissium* et *Marribium vulgare.*

- Les organigrammes illustrés sur la figure 1 et 2 résument le travail qui n'a pas été réalisée à cause des circonstances de la pandémie CVID-19.
- Dans un premier volet et une optimisation des paramètres d'extraction sur chaque plante (*Linum usitatissium* et *Marribium vulgare*) a été envisagée.

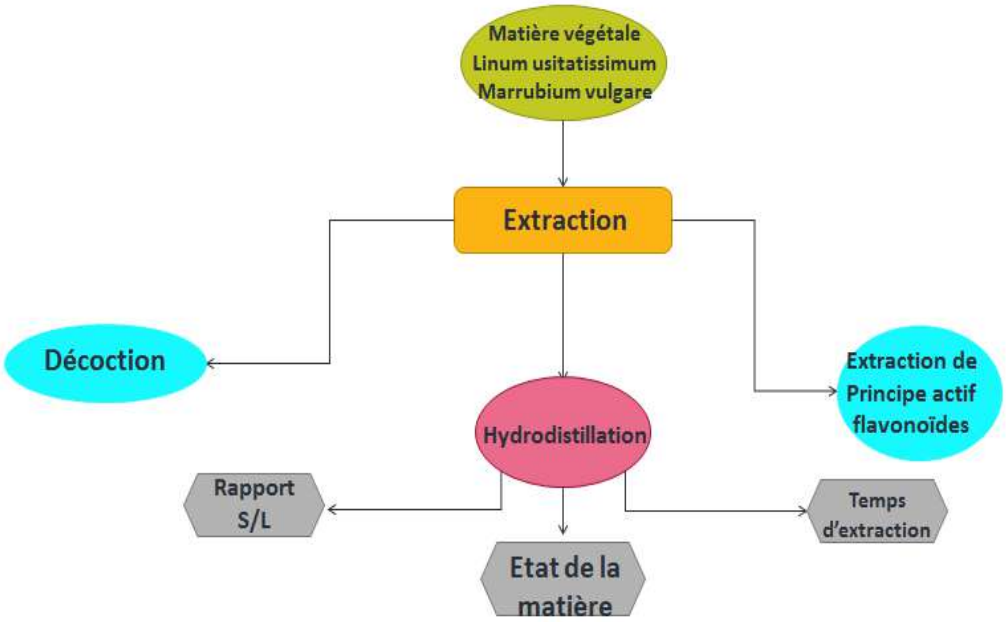


Figure III.7 : les étapes d'optimisation des paramètres d'extraction des extraits et des huiles végétales de *Linum usitatissium* et *Marribium vulgare*

- Dans le deuxième volet (études microbiologique) nous avons programmé en premier temps l'étude de l'effet antimicrobien des huiles végétales, flavonoïdes, et extraits afin de déterminer l'extrait qui possède la meilleure activité antimicrobienne.
- Enfin, l'étude de l'effet anti-inflammatoire (externe et interne) et l'effet antioxydant a été programmé pour atteindre finalement notre objectif.

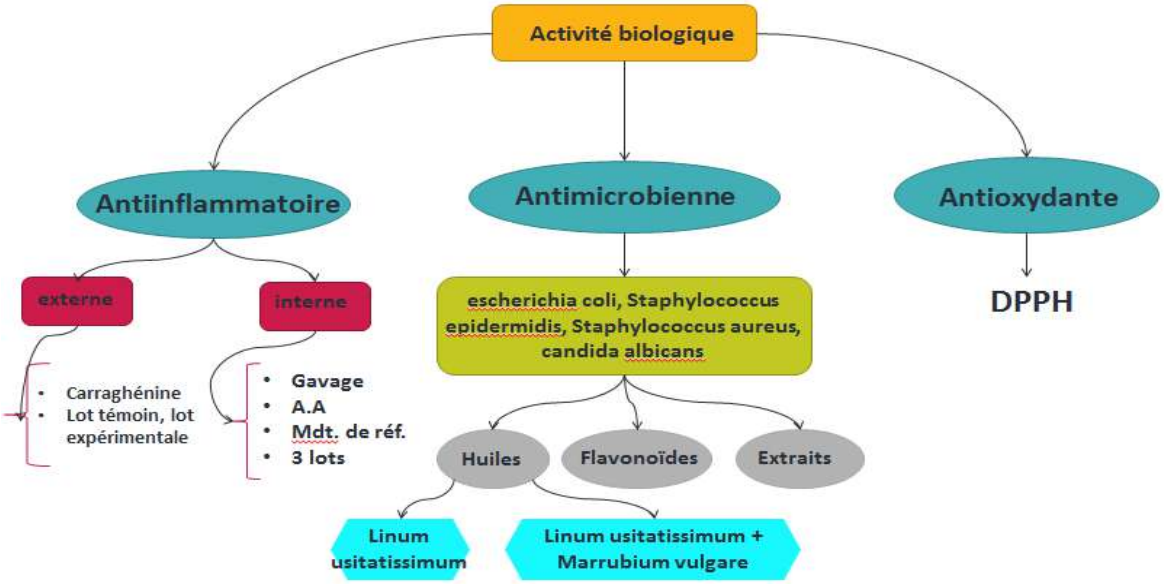


Figure III.8 : les étapes de l'étude de l'effet antimicrobien, anti-inflammatoire (externe et interne) et l'effet antioxydant des extraits et des huiles végétales de *Linum usitatissium* et *Marribium vulgare*

Tableau III.5. Les mémoires les plus récents sur l'évaluation thérapeutique des extraits et des huiles de Linum et Marribium

Titre de Thèse (année)	**Références**	**plante**	**Type d'extrait**	**Activité antimicrobienne**	**Type de souche**	**Activité anti - inflammatoire**		**Activité antioxydante**
						Interne	externe	
Etude de l'activité anti-inflammatoire intestinale des huiles de Linum usitatissimum, 2018	Benabdoune et Zourane, 2018	linum usitatissimum L	huile fixe	/	/	+ (Intestinale)	/	/
Effet des extraits de Marrubium vulgare sur la croissance de Pseudomonas aeruginosa responsable des infections nosocomiales, 2019	Bourahla, 2019	Marrubium vulgare L	l'extrait méthanoïque et acétonique	+	Pseudomonas aeruginosa ATCC 27853	/	/	/ /
Activités antimicrobienne & anti-oxydante	El-Kiyar, 2019	Marrubium vulgare	l'extrait aqueux		Escherichia Coli	/		
Etude de l'activité antibactérienne et antiinflammatoire d'une huile fixe, 2018.	Djellab et Djouhri, 2018	linum usitatissimum L	huile végétale	-	Escherichia coli ATCC ® 25922™	+	/	/
Caractérisation phytochimique et activité antioxydante et immunostimulante de Lavandula dentata et Linum usitatissimum, 2017	El Abdali, 2017	linum usitatissimum L	huiles fixes,	/	/	/		+

Conclusion Générale

Les plantes médicinales restent toujours la source fiable des principes actifs connus par leurs propriétés thérapeutiques. Parmi ces plantes : *Linum usitatissimum*.L et *Marrubium vulgare.L.*

Linum usitatissimum L. fait partie des plantes les plus employées en médecine traditionnelle en raison des diverses propriétés de ses différentes parties notamment sa graine qui est documentée pour avoir un rôle bénéfique comme anti-inflammatoire.

La plante *Marrubium vulgare L.* est quant à elle disponible localement au niveau de la wilaya de MEDEA et utilisée en médecine traditionnelle comme expectorant et connue par ses propriétés antispasmodiques, dans les bronchites aiguës ou chroniques, toux, asthme et en général pour les infections respiratoires. Elle est également utilisée comme antiseptique, antidiabétique, diurétique et tonique.

Le travail présenté dans ce mémoire avait pour objectif la valorisation des extraits et de l'huile de *Linum usitatissimum L*. Pour cela, on a réalisé une étude bibliographique approfondie sur leurs différentes activités thérapeutiques. Nous avons constaté que les extraits de Linume usitatissimum L sont reconnus pour leur activité antioxydante, antivirale, antimicrobienne, antidiabétique, ainsi que son huile créditée pour son effet anti-inflammatoire, antioxydant, antibactérienne et analgésique. Pour enrichir notre travail, on a opté pour une étude comparative avec les extraits de *Marrubium vulgare* L. qui d'après des études antérieures faites sur leurs effets thérapeutiques, possèdent des activités anti-inflammatoire, antioxydante, antimicrobienne, analgésique et antidiabétique.

L'huile fixe de *linum usitatissimum* L. a été évaluée et les résultats montrent que cette dernière possède une activité anti inflammatoire intestinale. En outre, une autre étude montre la diminution de la prolifération d'*Escherichia coli* dans la flore fécale en comparaison avec celle du lot malade, permettant ainsi de suggérer qu'il y a un certain effet anti-inflammatoire associé au traitement par l'huile fixe de *Linum usitatissimum L.(Annexe 4)*.

Ainsi, les extraits aqueux et méthanolique du *Marrubium vulgare* ont des propriétés antimicrobienne et anti-oxydante et sont plus efficaces vis-à-vis *pseudomonas aeruginosa* responsable des infections nosocomiales. Les extraits méthanoïque et acétonique du *Marrubium vulgare L.* ont présenté une bonne activité antibactérienne sur la souche testée (*Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853).

Le criblage phytochimique des feuilles de *Marrubium vulgare* selon les recherches effectuées a révélé la présence de différents métabolites secondaires. Il s'agit essentiellement des tanins, flavonoïdes, stérols et triterpènes, saponosides. Ces constituants sont responsables des diverses propriétés biologiques et thérapeutiques. L'analyse quantitative des extraits

marrubium vulgare par un dosage des polyphénols et des flavonoïdes a montré la richesse de l'extrait aqueux par rapport à l'extrait méthanolique (Annexe 5).

Les tests phytochimiques démontrés par les chercheurs pour déterminer la teneur en composés phénoliques (flavonoïdes, flavonols) ont été réalisés sur des extraits de *linum usitatissimum* L., la teneur la plus élevée des flavonoïdes et flavonols a été trouvée dans l'extrait hydro alcoolique.

Ça aurait été important et plus constructif si tous les moyens nécessaires étaient disponibles pour réaliser la partie pratique envisagée et confirmer les vertus thérapeutiques de l'huile et des extraits des plantes choisies. Nous pensons surtout aux effets suivants : effet anti inflammatoire interne et externe, antibactérien, antioxydant, à l'utilisation des huiles et des extraits de *linum usitatissimum* L et *Marribium vulgar L*. comme antiviraux, aux analyses chromatographiques quantitatives et qualitatives et à l'identification des constituants actifs responsables des activités biologiques des extraits et des huiles végétales de *Linum usitatissimum L et de Marribium vulgar L.*

Références bibliographiques

Abbas, A.A., Ernest, B.A.,Akeh, M., Upla, P., Tuluma, T.K., Antimicrobial Activity of Coconut Oil and its Derivative (Lauric Acid) on Some Selected Clinical Isolates , International Journal of Medical Science and Clinical Inventions , 4/8(2017) 3173-3177.

Abdoune, Y., Contribution à l'extraction des huiles essentielles de l'inule visqueuse algérienne par diverses méthodes, étude de ses propriétés antimicrobiennes et antioxydantes, Mémoire de magister, Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene, Algérie (2012).

Abidi, A., Bahri, S, Ben Khamsa Jameleddine, S, Caracteristiques Phytochimiques Et Therapeutiques Du Lin Ou Linum Usitatissimum : Revue De La Littérature XVII, (2019) 29-36.

Adjguzel, A., Ozer, H., Sokmen, M., Gelluce, M., Sokmen, A., Kilic, H., Sahin, F., Baris, O., Antimicrobial and Antioxidant Activity of the Essential Oil and Methanol Extract of Nepeta cataria, Polish Journal of Microbiology, Polish Journal of Microbiology , 58 /1(2009), 69–76.

Adorjan, B., Buchbaue, G., Biological properties of essential oils: an updated review, Journal of Flavour and Frarance Journal, 25 (2010) 407–426.

AFSSPS : Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé, Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles, (2008).

Aigueperse L., Plantes à l'officine : soyons phytovigilants , Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier, 2014.

Ait Ouakrouch, I., Enquete ethnobotanique à propos des plantes médicinales utilisées dans le traitement traditionnel du diabète du type II à Marrakech, Thèse Doctorat en médecine, Université Cadi Ayyad Marrakech, Maroc (2015).

Akbar, S., Handbook of 200 Medicinal Plants : A Comprehensive Review of Their Traditional Medical Uses and Scientific Justifications", the registered company Springer Nature Switzerland AG, Gewerbestrasse , Switzerland, 2020.

Akin , H., Evolution du pH pendant la fermentation alcoolique de moûts de raisins :modélisation et interprétation métabolique, Thèse Doctorat, L'institut National Polytechnique De Toulouse, France (2008).

Ali M.R. , Aboud A.S., Antimicrobial Activities of Aqueous and Methanolic Extracts from Salvia officinalis and Salix acmophylla Used in the treatment of wound infection isolates, Ibn Al-Haitham Journal For Pure And Applied Science, 23/3(2010) 1-14 .

Ali Shad, A., Asmat, S., Bakht, J., Ud Din ,A., Screening of Aerva javanica and Linum ustitatissimum for their antidiabetic and anti-oxidant activity, Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences , 30/1(2017) 67-73.

Alonge, A.F., et Jackson, N.I., Extraction of Vegetable Oils from Agricultural Materials: A Review, Proceedings of the 12th CIGR Section VI International Symposium, held at the International Institute of Tropical Agriculture, Nigeria, 22–25 October, 2018.

Altemimi, A., Lakhssassi, N., Baharlouei, A., Watson, D., Lightfoot, D.Phytochemicals: Extraction, Isolation, and Identification of Bioactive Compounds from Plant Extracts. Journal of Plants, 6/4(2017) 42.

Amcha,A., Détermination des antioxydants des huiles d'olives (N.W Algérie), Mémoire de magister, Universite Aboubekr Belkaid, Tlemcen, Algérie (2012) .

Amri, B., Martino, E., Vitulo, F., Corana F., Ben-Kaâb, L., Rui,M.,Rossi, D., Mori, M., Rossi, M., Collina, S., *Marrubium vulgare* L. Leave Extract: Phytochemical Composition, Antioxidant and Wound Healing Properties, Journal of Molecules, 22(2017) 1-18.

Aneb, M., Talbaoui, A., Bouyahya, A., EL Boury, H., Amzazi, S., Benjouad, A., Dakka, N., Bakri, Y., In vitro Cytotoxic Effects and Antibacterial Activity of Moroccan Medicinal Plants Aristolochia longa and Lavandula multifida, European Journal of Medicinal Plants, 16 /2(2016) 1-13.

Antony, G., L'apport de marrubium vulgare L. dans la prévention du risque cardiovasculaire, Thèse Doctorat, Université de Nantes, France (2011).

Arfao, A.T., Effet de l'extrait aqueux des feuilles d'Eucalyptus microcorys Müller, 1860 sur la cultivabilité de quelques bactéries d'importance sanitaire, Thèse Doctorat, Université de Yaoundé 1, Cameroun (2017).

assays. Comptes Rendus Chimie, 19/6 (2016)754–765.

Atsamnia, D., Extraction, Caractérisation, Etude antibactérienne et antifongique de l'allicine, antibiotique extrait à base d'ail (ALLIUM SATIVUM), Mémoire de Magister, Université Yahia Farés Médéa, Algérie (2011).

Bakchiche, B., Contribution à la valorisation des extraits phénoliques et des huiles essentielles de quelques plantes médicinales locales, Thèse Doctorat, Université Amar Telidji – Laghouat, Algérie (2015).

Bakht, J., Antimicrobial activities of different solvents extracted samples of Linum usitatissimum by disc diffusion method, African Journal of Biotechnology, 10/85(2011), 19825-19835.

Bandh, S.A., Kamili, A.N., Ganai, B.A., Lone B.A., Saleem, S., Evaluation of antimicrobial activity of aqueous extracts of Nepeta cataria, Journal of Pharmacy Research, 4/9 (2011)3141-3142.

Barbary, O.M., El-Sohaimy S.A., El-Saadani M.A., Zeitoun, A.M.A., Antioxidant, Antimicrobial and Anti-HCV Activities of Lignan Extracted from Flaxsee, Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 6/3(2010) 247-256.

Becker, L, Identification et suivi par Spectrométrie de Masse de composés impliqués dans la défense des feuilles de vigne caractérisées par leur niveau de résistance au mildiou, Thèse de Doctorat, Université De Lorraine, France (2014).

Belhattab, R., Composition chimique et proprietes antioxydantes, antifongiques et antiaflatoxinogenes d'extraits de *Origanum glandulosum* Desf. et *Marrubium vulgare L*. (famille des Lamiaceae), Thèse Doctorat, Université Ferhat Abbas, Setif, Algérie (2007).

Belmerhnia, L., Approches parcimonieuses pour la sélection de variables et la classification : application `a la spectroscopie IR de d´echets de bois, Thèse de doctorat, Université de Lorraine, France (2017).

Ben Amor B., Maîtrise de l'aptitude technologique de la matière Végétale dans les opérations d'extraction de principes actifs : texturation par détente instantanée contrôlée (DIC), Thèse Doctorat, Université de la Rochelle, France (2008).

Benabdallah, H., Techniques d'extraction, de purification et de conservation, thèse de doctorat, Université Ferhat Abbas de Sétif, Algérie (2015).

Benabdoune, S.et Zourane, T., Etude de l'activité anti-inflammatoire intestinale des huiles de Linum usitatissimum, memoire de master, Université Abderahmane Mira, Béjaia, Algérie (2018)

Benaissi, K., Le CO_2 supercritique appliqué à l'extraction végétale, Techniques de l'ingénieur, CHV 4015, 2013.

Bendahou, M., Composition chimique et propriétés biologiques des extraits de quelques plantes aromatique et médicinales de l'ouest algérien, Thèse Doctorat, Université Aboubekr Belkaid-Tlemcen, Algérie (2007).

Bendriss H., valorisation des extraits des plantes aromatiques et médicinales de : Ruta chalipensis et Marrubium vulgare, Mémoire de magister, Université Hassiba Ben Bouali – Chlef, Algérie, (2003).

Benhammou N., Activité antioxydante des extraits des composés phénoliques de dix plantes médicinales de l'Ouest et du Sud-Ouest Algérien, these de doctorat, Université Aboubakr Belkaïd-Tlemcen, 2012.

Benmadi, Z., Abida, H., Effet des extraits de *Thymus vulgaris* chez *Escherichia coli* Responsable des infections uro-génitales, Mémoire de master, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, Algérie (2018).

Bensaid, A, Effet de quelques extraits végétaux sur une population de cochenilles diaspines dans un verger d'agrumes à Rouiba, Mémoire de magistère, Ecole Nationale Supérieure Agronomique El Harrach, Alger, Algérie (2001).

Bentahar, A., L'ulcère gastroduodénal à Helicobacter pylori : Aspects épidémiologique et phytothérapeutique traditionnel en Nord-Est Algérien, Thèse de doctorat, Université Ferhat Abbas Sétif 1, Algérie (2017).

Benzeggouta, N., Etude de l'Activité Antibactérienne des Huiles Infusées de Quatre Plantes Médicinales Connues Comme Aliments, Thèse de magister, Université Mentouri de Constantine, Algérie (2005).

Bereau D., Huiles Et Fractions Insaponifiables De Huit Especes De Palmiers Amazoniens, Thèse Doctorat, Institut National Polytechnique De Toulouse, France (2001).

Beroual, K., Impact de linum usitatissimum sur la regeneration epitheliale et sur la pousse de poils, Thèse Doctorat, Université Constantine 1, Algérie (2014)

Bnouham, M., Mekhfi,H., Legssyer,B, Ziyyat, A., Ethnopharmacology forum medicinal plants used in the treatment of diabetes in morocco, International Journal of Diabetes and Metabolism, 10(2002), 33-50.

Boisard, S, Caractérisation chimique et valorisation biologique d'extraits de propolis, Thèse Doctorat,Université d'Angers, France (2014).

Bouaoudia A., Etude Comparative du point de vue physicochimique et organoleptique de plusieurs variétés d'huile d'olive, Mémoire de magister, Université Abderrahmane MIRA, Bejaia, Algérie (2009).

Bouayyadi , L., Zidane L., Botanical and medicinal profile of aromatic and medicinal plants: Case of the Gharb region, Morocco, Journal of Pharmacy and Pharmacognosy Research, 8/ 4(2020) 269-279.

Bouchachia, C., analytique des différentes fractions extraites par micro-onde, micro-extraction phase solide (SPME) et les techniques conventionnelles de plantes médicinales cas de : Myristica fragrans, le Nerium oleander et Cassia acutifolis, Thèse Doctorat , Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene U.S.T.H.B, Algérie (2017).

Bouchoux, G., Sablier, M., Spectrométrie de masse Applications, Technique d'ingénieur, P2646, 2005.

Boudjelal, A., Extraction, identification et détermination des activités biologiques de quelques extraits actifs de plantes spontanées (*Ajuga iva*, *Artemisia herba alba* et *Marrubium vulgare*) de la région de M'Sila, Algérie, Thèse Doctorat, Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie, (2013).

Boukeria, S., Mnasri, S. R., Kadi, K., Benbott, H., Bougueria, K., Biri, W., Lazbbache, Evaluation of the antibacterial and anticogulant activities of Linum usitatissimum L.extracts, J Fundam Appl Sci, 20/2(2020) 667-682.

Boultif, ,L., Détection et quantification des résidus de terramycine et de pénicilline dans le lait de vache par chromatographie liquide haute performance (HPLC)- Optimisation des paramètres d'analyse – Adaptation des méthodes d'extraction des molécules d'antibiotiques- Comparaison de quelques résultats obtenus sur le lait de la région de Constantine et le lait importe (reconstitue), Thèse Doctorat, Université Des Frères Mentouri, Constantine,Algérie, (2015).

Boumaza,S., Evaluation de l'effet des extraits flavonoïques et des huiles essentielles d'Euphorbia guyoniana sur les bactéries pathogènes d'origine tellurique, Thèse de doctorat, Université de M'hamed Bougara, Boumerdes, Algérie (2018).

Bounab N., Synthèse de nouveaux complexes de bases de Schiff de métaux de transition asymétriques de cuivre et de nickel contenant un résidu pyrrolique électopolymérisable, Mémoire de magister, Université Ferhat Abbas, Sétif, Algérie (2011).

Bounihi A., Criblage phytochimique, Étude Toxicologique et Valorisation Pharmacologique de Melissa officinalis et de Mentha rotundifolia (Lamiacées), Thèse de doctorat, Université Mohammed V faculté de médecine et de Pharmacie, Maroc (2016).

Bourachouche, K., Boudei, A., Caractérisation Physico-chimique des huiles végétales alimentaires, Mémoire de master, Université Abderrahmane Mira – Bejaia, Algérie (2017).

Bourahla N-H., Effet des extraits de Marrubium vulgare sur la croissance de Pseudomonas aeruginosa responsable des infections nosocomiales, mémoire de master, Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, 2019.

Bousbia, N., Extraction des huiles essentielles riches en anti-oxydants à partir de produits naturels et de co-produits agroalimentaires, thèse Doctorat, Université d'Avignon, France (2011).

Boutabia, L., Telailia, S., Menaa, M., Utilisations thérapeutiques raditionnelles du *Marrubium vulgare L*. par les populations locales de la région de Haddada (Souk Ahras, Algérie) Traditional therapeutic uses of Marrubium vulgare L. by local populations in the Haddada

region (Souk Ahras, Algeria), Journal of Ethnobotany Research and Applications ,19/44(2020) 1-11.

Bouterfas, K., Mehdadi, Z., Aouad, L., Elaoufi, M. M., Khaled, M. B., Latreche, A., Benchiha, W., La localité d'échantillonnage influence-t-elle l'activité antifongique des flavonoïdes de Marrubium vulgare vis-à-vis de Aspergillus niger et Candida albicans , Journal de Mycologie Médicale , 26/3(2016)201–211.

Bouterfas, K., Mehdadi, Z., Latreche, A., Cherifi, K., Autoécologie du Marrube blanc (Marrubium vulgare L.) et caractérisation de la biodiversité végétale dans le Djebel de Tessala (Algérie nord-occidentale), Journal of Ecologia Mediterranea , 39 /2 (2013)39-57.

Bouterfas, K., Mehdadi, Z., Latreche, A., Hazem, Z., Bouredja, N., Quantification de quelques polyphénols de Marrubium vulgare L. du mont de Tessala (Algérie occidentale) pendant les deux périodes de végétation et de floraison Quantification of some polyphenols of *Marrubium vulgare L*. of Tessala mount (western Algeria) at the vegetative and the flowering periods, Les Technologies De Laboratoire , 8/31(2013) 34-41.

Boutiti, A., Etude phytochimique de l'espece Globularia Alypum L, Mémoire de magister, Université Frères Mentouri Constantine, Algérie (2010).

Cadi, A., Fakih Lanjri, A., Lalilti, A., Chouaibi, N., Asskali, A., Khaddor, M., Caractérisation de la fraction lipidique du phosphogypse : Origine et évaluation du degré de transformation des polluants organiques (Characterization of the lipid fraction of phosphogypsum: Origin and assessment of the degree of transformation of organic pollutants), Journal of Materials and Environmental Science, 5 (2014) 2223-2229.

Camut, A., Mise en place du contrôle terminal des préparations d'anticancéreux njectables par spectrométrie UV-visible-IRTF, Multispec® à l'Unité de Pharmacie Clinique et Cancérologique de l'Hôpital Bon Secours de Metz : Aspects analytiques et organisationnels, Thèse Doctorat, Université Henri Poincare - Nancy I, France (2009).

Cavalli J-F., Caractérisation par CPG/IK, CPG/SM et RMN du carbone-13 d'huiles essentielles de Madagascar, Thèse Doctorat, Université Pascal Paoli, France (2002).

Chabrier, J., Plantes médicinales et formes plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie, Thèse Doctorat, Université Henri Poincaré - Nancy 1, France, (2010).

Chatain, C., Jacquier, J.-P., Pralong, P., Leccia, M.-T., Allergie à la graine de lin : revue générale à propos d'une observation. Revue Française d'Allergologie, 8(2016) 562–566.

Chebrouk, F., Hammoudi R., Hadjmahammed, M., Ferfadtaha, B., Composition Spécifique De La Plante Marrubium Desrti De La Région De Ghardaïa (Sahara Septentrional Est Algérien) , Algerian Journal Of Arid Environment ,1/2(2011)82-87.

Chenni, M., Contribution à l'étude chimique et biologique de la racine d'une plante médicinale Bryonia dioica Jacq, Mémoire de magister, Université D'Oran Es-Senia, Algérie, (2010).

Cravens , A.K., Antimicrobial Activity of Extracts from the Leaves of Marrubium vulgare, These Doctorat , Bellarmine University Honors Thesis (2020).

Cuvelier, M-E , Maillard, M-N, Stabilité des huiles alimentaires au cours de leur stockage, Journal of Oléagineux, Corps Gras, Lipides, 19/2 (2012)125-132.

Dabbs, D., Mulders, N., Aksay, I.A., Solvothermal removal of the organic template from L 3 ("sponge") templated silica monoliths, Journal of Nanoparticle Research, 8(2006) 603-614.

Damerdji A. et Chekrouni I, Composition et structure des Gastéropodes dans les stations à Marrubium vulgare L. (Labiatae) dans les monts de Tlemcen, Algérie, Journal of Afrique Science, 11/2(2015)85 – 96.

Damerdji A., Chekrouni I., L'Arthropodofaune du marrube (Marrubium vulgare l.) (Lamiaceae) dans la région de Tlemcen : diversité et aperçu bioécologique, International Congress of the Populations and Animal Communities, (2013) 328-339.

De Jesus, R. A., Cechinel-Filho, V., A E., Oliveira, V., Schlemper, Analysis of the antinociceptive properties of marrubiin isolated from Marrubium vulgare, Phytomedicine, 7/2(2000) 5-111.

De Souza, M. M., De Jesus, R. A. P., Cechinel-Filho, V., Schlemper, V., Analgesic profile of hydroalcoholic extract obtained from Marrubium vulgare, Journal of Phytomedicine, 5/2(1998) 103–107.

Dehimat, A.,Activité antimicrobienne des huiles essentielles de Matricaria pubscens, Mémoire de magister, Université Abderrahmane .Mira, Bejaia, 2014.

Dieye, P.I., Sarr, S.O., État de la recherche de molécules cibles antimicrobiennes issues de plantes en Afrique, Journal of Afrique Science, 16/1(2020) 348 – 374.

Dif, M. M., Benchiha, H., Mehdadi, Z., Benali-Toumi, F., Benyahia, M., Bouterfas, K., Étude quantitative des polyphénols dans les différents organes de l'espèce Papaver rhoeas L, Journal of Phytothérapie, 13 /5 (2015) 314-319.

Dilworth, L.L., Riley, C.K., Stennett, D.K., Plant Constituents: Carbohydrates, Oils, Resins, Balsams, and Plant Hormones, Pharmacognosy,101 (2017) 61-76.

Djahra A.B., Etude phytochimique et activité antimicrobienne, antioxydante, antihépatotoxique du Marrube blanc ou Marrubium vulgare L, Thèse Doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba, Algérie (2014).

Djahra, A. B., Bordjiba, O., Benkherara, S., Extraction, séparation et activité antibactérienne des tanins de marrube blanc (Marrubium vulgare L.), Journal of Phytothérapie, 11/6(2013) 348–352.

Djahra, A.B., Bordjiba, O., Benkherara, S., Activité antibactérienne des flavonoides d'une plante médicinale spontanée *Marrubium vulgare L*. de la région d'El Tarf (Nord-Est Algérien), Revue scientifique et technique, 24(2012) 29-37.

Djellab, R. et Djouhri, T., Etude de l'activité antibactérienne et antiinflammatoire d'une huile fixe, mémoire de master, Université Abderahmane MIRA, Béjaia, Algérie (2018)

Djenni, Z., Pingret, D., Mason, T. J., Chemat, F. ,Sono–Soxhlet: In Situ Ultrasound-Assisted Extraction of Food Products. Food Analytical Methods, 6/4(2012)1229–1233

Djenontin, S.T., Dangou, J., Wotto1, D.V., Sohounlhoue1, K.C.D., Lozano, P., Pioch, D., Composition En Acides Gras, Sterols Et Tocopherols De L'huile Vegetale Non Conventionnelle Extraite Des Graines De Jatropha Curcas (Euphorbiaceae) Du Benin, Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie, 22 (2006) 59 – 67.

Dreno, C., L'enrichissement alimentaire avec la graine de lin : une solution nutritionnelle pour rééquilibrer le rapport Oméga 6/ Oméga 3, Thèse Doctorat, Université de Nantes, France (2017).

Dridi, F., Extraction et analyse de l'huile essentielle de cumin formulation d'une pommade décongestionnante, Thèse Doctorat, Université M'hamed Bouguerrra Boumerdes, Algérie (2005).

Dridi, F., Extraction Et Analyse De L'huile Essentielle De Cumin Formulation D'une Pommade Décongestionnante, Mémoire de magister, Université M'hamed Bouguerra Boumerdes, Algérie (2005).

Dyer, J.M., Stymne, S., Green, A. G. and Carlsson, A. S., Harnessing Plant Biomass for Biofuels and Biomaterials: High-value Oils from Plants, The Plant Journal, 54(2008) 640-655.

Edewor, T. I. et Usman, L. A., Phytochemical and antibacterial activities of leaf extracts of Nepeta cataria, African Journal of Pure and Applied Chemistry, 5/16 (2011)503-506.

El Abbouyi, A., El Khyari, S, Eddoha, R., Filali‑Ansari, N, Anti‑inflammatory effect of hydromethanolic extract from *Marrubium vulgare* Lamiaceae on leukocytes oxidative metabolism: An in vitro and in vivo studies, International Journal of Green Pharmacy, (2013) 224-229.

El Abdali, Y., Caractérisation phytochimique et activité antioxydante et immunostimulante de Lavandula dentata et Linum usitatissimum, mémoire de master, Universite Sidi Mohamed Ben Abdellah, maroc (2017).

El Hilah, F., Ben Akka, F., Dahmani, J., Belahbib, N., Zidane, L., Étude ethnobotanique des plantes médicinales utilisées dans le traitement des infections du système respiratoire dans le plateau central marocain, Journal of Animal and Plant Sciences, 25(2015) 3886-3897.

Elberry, A. A., Harraz, F. M., Ghareib, S. A., Gabr, S. A., Nagy, A. A., Abdel-Sattar, E., Methanolic extract of Marrubium vulgare ameliorates hyperglycemia and dyslipidemia in streptozotocin-induced diabetic rats, International Journal of Diabetes Mellitus, 3(1)(2015) 37–44.

El-Kiyar, N., Activités antimicrobienne & anti-oxydante des extraits aqueux et méthanolique du Marrube blanc, mémoire de master, Universite Sidi Mohammed Ben Abdellah, Maroc (2019).

Enneb, H., Cheour, F., Ferchichi, A., Belkadhi, A., Comparaison des composés phénoliques et du pouvoir antioxydant de la plante de henné (Lawsonia inermis L.), Journal of new sciences Agriculture and Biotechnology, 20/2(2015)788-793.

Etienne, A., Extraction solide-liquide, Techniques de l'ingénieur, J 2780 v1, 1965.

Et-Touys, A., Fellah, H.,, Mniouil, M., Bouyahya, A., Dakka, N., El Hassane Abdennebi, E. , Sadak, A.,Bakri Y., Screening of Antioxidant, Antibacterial and Antileishmanial Activities of Salvia officinalis L. Extracts from Morocco, Journal of British Microbiology Research ,16/5 (2016)1-10.

Farhat, A., Microwave steam diffusion : conception, optimization and application, Thèse Doctorat, Université dAvignon et des Pays de Vaucluse et L'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Gabès (2011).

Fathiazad, F., Rameshrad, M., Asghari, S., Hamedeyazdan, S., Garjani A.,, Maleki-Dizaji, N., Phytochemical Screening and Anti-Inflammatory Effect of *Marrubium vulgare L*. Methanol Extract on Carrageenan Induced Paw Inflammation in Rats, Journal of Pharmaceutical Sciences, 23(2017) 3-11.

Fayyad, A.G.S., Ibrahim,I., Yaakob, A., Phytochemical screening and antiviral activity of Marrubium vulgare, Malaysian Journal of Microbiology, 10/2(2014)106-111.

Ferdjioui, S., Activités antioxydante et antimicrobienne des extraits méthanoliques et de l'huile essentielle de la plante Mentha rotundifolia, Mémoire de magister, Université Ferhat Abbas- Sétif-1 , Algérie (2014).

Fernandez, X., Casal, A., Obtention, composition, conservation et applications, Technique d'ingénieur, P3234, 2015 .

Fezai, M., Senovilla, L., Jemaà, M., Ben-Attia, M., Analgesic, Anti-Inflammatory and Anticancer Activities of Extra Virgin Olive Oil. Journal of Lipids, (2013) 1–7.

Figueredo, G., Étude chimique et statistique de la composition d'huiles essentielles d'origans (Lamiaceae) cultivés issus de graines d'origine méditerranéenne, Thèse de doctorat, Université Blaise Pascal, France (2007).

Ghedadba, N., Bousselsela, H., Hambaba, L., Benbia, S., Mouloud, Y., Évaluation de l'activité antioxydante et antimicrobienne des feuilles et des sommités fleuries de Marrubium vulgare L. Journal of Phytothérapie, 12/1(2014)15–24.

Gourguillon, L., Destandau, É., Lobstein, A., Lesellier, É., Comparaison de différentes méthodes d'extraction d'acides dicafeoylquiniques à partir d'une plante halophile, Comptes Rendus Chimie, 19 (2016)1133-1141.

Grzegorczyk, I., Matkowski, A., Wysokińska, H., Antioxidant activity of extracts from in vitro cultures of Salvia officinalis L, Journal of Food Chemistry, 104(2)(2012) 536–541.

Guesnet, P., Alessandri, J.M., Astorg, P., Pifferi, F., Lavialle, M., Les rôles physiologiques majeurs exercés par les acides gras polyinsaturés (AGPI), Journal of Oilseeds and fats, Crops and Lipids, 12 (2005)333-343.

Guezlane-Tebibel, N.,Kahlouche, B.,Athmani-Guermouri S.,Microbiologie (travaux pratiques),office des publications universitaires, 2008

Hadjaj, N., Optimisation des paramètres influençant le taux d'extraction de l'huile des graines de nigelle (Nigella Stavia L.) par pressage, Mémoire de magister, Institut national agronomique El Harrach , Algérie (2008).

Hamri, S., Etude thermophysique de la diffusion de molécules de bas poids moléculaire dans des réseaux de polymères acryliques, Thèse Doctorat, Université Abou Bekr Belkaïd, Tlemcen, Algérie (2013).

Handa S.S. , Khanuya S.P.S. , Longo G., Rakesh D.D., Extraction technologies for medicinal and aromatic plants, United Nations Industrial Development Organization and the International Centre for Science and High Technology, Italy, 2008

Herchi, W., Ammar, K. B., Bouali, I., Abdallah, I. B., Guetet, A., & Boukhchina, S. ,Heating effects on physicochemical characteristics and antioxidant activity of flaxseed hull oil (Linum usitatissimum L), Journal of Food Science and Technology, 36/1(2016) 97–102.

Herchi, W., Bahashwanb, S., Sebeia, K., Ben Salehc, H., Kallela, H., Boukhchinaa S., Effects of germination on chemical composition and antioxidant activity of flaxseed (Linum usitatissimum L) , Journal of oil. Grasas y Aceites, 66/1(2015)1-8.

Herrera-Arellano, A., Aguilar-Santamaría, L., García-Hernández, B., Nicasio-Torres, P., Tortoriello, J., Clinical trial of Cecropia obtusifolia and Marrubium vulgare leaf extracts on blood glucose and serum lipids in type 2 diabetics, Journal of Phytomedicine, 11(2004) 561–566.

Herzi, N., Extraction et purification de substances naturelles : comparaison de l'extraction au CO_2-supercritique et des techniques conventionnelles, Thèse Doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse France, (2013)

https://floranet.pagesperso-orange.fr/gene/med/med3.htm, Date de dernière consultation 07/04/2020.

https://plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=profile&symbol=LIUS&display=31

https://www.departement06.fr/documents/Import/decouvrir-les-am/recherchesregionales196-06.pdf Dernière date de consultation 23/06/2020.

https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:3961:ed-6:v1:fr , Date de dernière consultation le 31/03/2020.

https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:4326:ed-1:v1:fr, Date de dernière consultation le 31/03/2020 .

https://www.researchgate.net/figure/Formule-chimique-generale-des-phospholipides-et notamment-des-phosphatidylcholines_fig14_278617799, Date de dernière consultation 29/05/2020.

https://www.swissmedic.ch/swissmedic/fr/home/suche.html#d%C3%A9claration%20des%20 extraits, Date de dernière consultation le 07/04/2020.

Humbert, B., Mevellec, J-Y., Grausem, J., Dossot, M., Carteret, C., Spectrométrie d'absorption dans l'infrarouge, Technique d'ingénieur, P 2850, 2018.

Ismadji, S., Soetaredjo, F. E., Ayucitra, A., Clay Materials for Environmental Remediation, Springer Briefs in Molecular Science, 2015. DOI 10.1007/978-3-319-16712-1.

Kadhim, S.M., Mohammed,M.T., Ahme, O.M., Noori Jassimand, A.M., study of some salvia officinalis l. (sage) components and effect of their aqueous extract on antioxidant, International Journal of Chemical Science, 14/2(2016)711-719.

Kaithwas, G., Majumdar, D. K., Effect of L. *usitatissimum* (Flaxseed/Linseed) Fixed Oil against Distinct Phases of Inflammation, International Scholarly Research Notices Inflammation, (2013)1–4.

Kaithwas, G., Majumdar, D. K., Therapeutic effect of *Linum usitatissimum* (flaxseed/linseed) fixed oil on acute and chronic arthritic models in albino rats. Inflammopharmacology, 18/3(2010)127–136.

Kaithwas, G., Mukherjee, A., Chaurasia, A. K., Majumdar, D. K., Antiinflammatory, analgesic and antipyretic activities of *Linum usitatissimum L*. (Flaxeed /Linseed) fixed oil, Indian Journal of Experimental Biology, 49(2011)932-938.

Kapuriya, P.B., Sadariya , K., Bhavsar, S., Thaker, D., Antidiabetic activity of aqueous extracts of Linum usitatissimum in streptozotocin induced diabetic rats, The Pharma Innovation Journal 7/7(2018)149-154 .

Kasote, D.M., Flaxseed phenolics as natural antioxidants, International Food Research Journal 20/1(2013) 27-34.

Khaled-Khodja, N., Boulekbache-Makhlouf, L., Madani, K., Phytochemical screening of antioxidant and antibacterial activities of methanolic extracts of some Lamiaceae, Journal of Industrial Crops and Products, 61(2014) 41–48.

Kharazian, N., Hashemi, M., Chemotaxonomy and Morphological Studies in Five Marrubium L. Species in Iran. Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science, 41/1(2017)17–31.

Khenaka K., Effet de diverses plantes médicinales et de leurs huiles essentielles sur la méthanogénèse ruminale chez l'ovin, Mémoire de Magister, Université Mentouri Constantine, Algérie (2011).

Khouchlaa, A., Tijane, M., Chebat, A., Hseini, S., Kahouadji, A., Enquête ethnopharmacologique des plantes utilisées dans le traitement de la lithiase urinaire au Maroc. Phytothérapie, 15/5 (2016) 274–287.

Kouame, N.M.T.,Soro, K., Mangara, A., Diarrassouba, N, Koulibaly, A.V., Boraud, N.K.M, Étude physico-chimique de sept (7) plantes spontanées alimentaires du centre-ouest de la Côte d'Ivoire, Journal of Applied Biosciences, 90(2015) 8450 – 8463.

Kraujalis, P., Venskutonis, P.R., Ragazinskiene, O., antioxidant activities and phenolic composition of extracts from nepeta plant species, Journal of Foodbalt, (2011) 79-83.

Kuete, V., Thymus Vulgaris,Chapter 28, Medicinal Spices and Vegetables from Africa, 2017.

Labadie, C., Analyse fine et stabilisation des hydrolats de rose et de fleur d'oranger, Thèse Doctorat, Université de Montpellier, France, (2015).

Le Anne, T., Bloedon, M. S., R.D., Philippe O. Szapary, M. D., Flaxseed and Cardiovascular Risk, Nutrition Reviews, 62/1 (2004) 18-27.

Leblalta A., Activité ansecticide et antifongique des extraits et de l'huile essentielle de Mentha rotundifolia , Thèse Doctorat, Université Ferhat Abbas Sétif 1, Algérie (2018).

Lecerf, J.M., Chapitre 2 –Les aliments, Nutrition Clinique Pratique (3e édition) Chez L'adulte, L'enfant et la Personne âgee, (2018)23-46.

Legeron R., La spectrométrie de masse appliquée à la quantification absolue des anticorps monoclonaux thérapeutiques en milieu plasmatique pour la réalisation d'études pharmacocinétiques pharmacodynamiques, Thèse Doctorat, Université de Bordeaux, France, (2015).

Li, T.S, Beveridge, C., T.H.J., 2004. Production et utilisation de l'argousier (Hippophae rhamnoides L.), Presses scientifiques du CNRC, Ottawa (Ontario) Canada, pp145.

Li, Y., Fabiano-Tixier A.S, Chemal F., Essential oils as reagents in green chemistry, Springer briefs in Molecular science , (2014) DOI 10.1007/978-3-319-08449-7.

Lodhi, S., Vadnere, G.P., Sharma, V.K., Usman, M.R., *Marrubium vulgare L.*: A review on phytochemical and pharmacological aspects, Journal of Intercultural Ethnopharmacology, 6/4(2017) 429-452.

Loemba Ndembi, J., et SILOU, T., Etude des alcools triterpeniques de la fraction insaponifiable de l'huile de la pulpe de safou (dacryodes edulis), Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie, 21(2006) 29-34.

Losso, N., Shahidi, F., Bagchi, D., Anti-Angiogenic Functional and Medicinal Foods, second ed., Taylor and Francis, London, 2007.

Lucchesi, M.E., Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles, Thèse Doctorat, Université de la Réunion, France (2005).

Lucchesi, M-E., Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles, Thèse Doctorat, Université de la réunion, France, 2005.

Makni, M., Haddar, A., Kriaa, W., Zeghal, N., Antioxidant, Free Radical Scavenging, and Antimicrobial Activities ofAjuga ivaLeaf Extracts, International Journal of Food Properties, 16/4(2013)756–765.

Malala, T.R., Randriana, N.R, Rakotoniriana, H.J., Ramaroson, J.D., Randrianarivelo F., Randriamalala, T.R., Andrianaivo L., Valorisation du grès bitumineux de bemolanga et caractérisation des produits, Journal of Mada-Hary, 4(2015)104-114

Mandal, S.C., Mandal, V., Das, A.K., Essentials of botanical extraction: principles and applications, Elsevier, 1st Edition 2015.

Marfak, A., Radiolyse Gamma Des Flavonoides. Etude De Leur Reactivite Avec Les Radicaux Issus Des Alcools : Formation De Depsides, Thèse de doctorat, Université de Limoges, France, (2003).

Mariana, I., Gheorghe, V., Sorin-Stefan, B., Cristina C., Mirela, D. and Nicoleta, U. Martins, N., Barros, L., Santos-Buelga, C., Silva C., Henriques, M., Ferreira, I, Decoction, infusion and hydroalcoholic extract of cultivated thyme: Antioxidant and antibacterial activities, and phenolic characterization, Food Chemistry,167 (2015), 131–137.

Mariana, I., Nicoleta,U., Sorin-Ştefan B., Gheorghe,V., Mirela, D., Actual methods for obtaining vegetable oil from oilseeds, Conference paper(2015)167-172.

Martins,N., Barros, L., Santos-Buelga, C., Henriques, M., Silva, S., Ferreira, I., evaluation of bioactive properties and phenolic compounds in different extracts prepared from Salvia officinalis L, Food Chemistry, 170 (2015)378–385.

MDC : Ministère Du Commerce, Méthodes officielles d'analyses physico-chimiques aelatives Aux corps gras d'origine animales et végétales, Journal Officiel De La République Algérienne (68) 2012.

Medjeldi, S., Bouslama, L., Benabdallah, A., Essid, R., Haou, S., Elkahoui, S., Biological activities, and phytocompounds of northwest Algeria Ajuga iva (L) extracts: Partial identification of the antibacterial fraction, Microbial Pathogenesis, 121(2018) 173–178.

Mehanna, N.S., Effat, B.A.M., Tawfik,N.F., Sadek,Z.I., Dabiza,N.MA, El-Shafie, K, Abd-El-Khalek,A, Evaluation of antibacterial activity of aqueous extracts of thyme and black pepper against pathogens and probiotics, Journal of Applied Sciences Research, 9/2 (2013), 1181-1185.

Meneta M-C, Principes de la spectrométrie de masse, Revue Francophone Des Laboratoires, 437(2011) 41-53.

Merck, F., La biodiversité végétale au service des ingrédients naturels : Étude des propriétés antimicrobiennes et antioxydantes d'extraits végétaux et développement d'un conservateur naturel pour l'industrie cosmétique, Thèse De Doctorat, Ecole Doctorale Sciences Fondamentales Et Appliquées Université Cote d'Azur, France (2017).

Meyre-silva , C., Yunes R.A., Schlemper V., Campos-buzzi F. & Cechinel V.,Analgesic potential of marrubiin derivatives, a bioactive diterpene present in Marrubium vulgare (Lamiaceae), Journal of II Farmaco , 60 /4(2005) 321-326.

Meziti A., Activité antioxydante des extraits des graines de Nigella sativa L Étude in vitro et in vivo, Mémoire de magister, Universite El-Haj Lakhdar Batna, Algérie, (2009).

Mihaylova, D., Georgieva, L., Pavlov, A., In Vitro Antioxidant Activity and Phenolic Composition of Nepeta Cataria L. Extracts , International Journal of Agricultural Science and Technology , 1 /4(2013) 74-79.

Mnayer, D., Eco-Extraction des huiles essentielles et des arômes alimentaires en vue d'une application comme agents antioxydants et antimicrobiens, Thèse de doctorat, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, France, (2014).

Mohamed Saleem T.S., Anti-microbial activity of sesame oil, International journal of research in phytochemistry and pharmacology, 1/1(2011)21-23.

Mouloungui, Z., Alfos, C., Rossignol-Castera, A., Utilisation des lipides non polaires dans les rouges à lèvres : état de l'art et perspectives, Journal of Oléagineux, Corps Gras, Lipides, 13/5 (2006) 326–328.

Mounguengui, W-S., Caractérisation HPLC de marqueurs permettant de prévoir l'évolution de certaines propriétés macroscopiques du bois lors de différents processus de dégradation, Thèse de doctorat, Université Henri Poincaré, Nancy, France, (2008)

Narender, B.R., Tejaswini, S., Sarika, M., Karuna, N., Shirisha, R., Priyanka, S., Antibacterial and Antifungal activities of *Linum Usitatissimum* (Flax seeds), International Journal of Pharmacy Education and Research, 3/2(2016) 4-8.

Ndembi J.L. et Silou T., Etude Des Alcools Triterpeniques De La Fraction Insaponifiable De L'huile De La Pulpe De Safou (Dacryodes Edulis), Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie ,21(2006) 29-34.

NOLIN, F., Hétérogénéité et spécificité de la lignification chez le lin (Linum usitatissimum L): Etudes microscopiques et biochimiques de la polymérisation des lignines, Thèse Doctorat ,Universite de Lille 1, France (2009).

Nugrahini,A.D., Baskara,C.D.,Ainuri J.M., Effectiveness of the Usage of Various Solvent in Essential Oil Production from Tuberose Flower Waste (Polianthes Tuberose L.) by Enfleurage Method, ICoA Conference Proceedings,2015, DOI: 10.18502/kls.v3i3.388.

Ouis, N., Etudechimique et biologique des huiles essentielles, de coriandre, de fenouil et de persil, Thèse Doctorat, Université d'Oran 1, Algérie, (2015).

Pandey, A. et Tripathi, S, Concept of standardization, extraction and pre phytochemical screening strategies for herbal drug, Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 2 /5(2014) 115-119.

Paolini, J., Caractérisation des huiles essentielles par CPG/Ir, CPG/SM(IE et IC) et RMN du carbone-13 de Cistus albidus et de deux Asteraceae endémiques de Corse : Eupatorium

cannabinum subsp. corsicum et Doronicum corsicum, Thèse Doctorat, Université de Corse, France, (2005).

Perino, S., Makerri, C., Abert-vian, M., Chemat, F., Extraction d'actifs cosmétiques, J2215, 2016.

Planchon, F., Le pathosystème Lin (Linum usitatissimum) – Fusarium oxysporum : Impact du champignon et d'un agent de biocontrôle sur des réponses moléculaires de la plante et le développement de la fusariose, Thèse Doctorat, Université de Rouen Normandie, France (2018)

Pukalskas, A., Venskutonis, P. R., Salido, S., Waard, P. de, van Beek, T. A., Isolation, identification and activity of natural antioxidants from horehound (*Marrubium vulgare L*.) cultivated in Lithuania. Journal of Food Chemistry, 130/3(2012)695–701.

Qnais EY, Abu-Dieyeh M, Abdulla FA, Abdalla SS., The antinociceptive and anti-inflammatory effects of *Salvia officinalis* leaf aqueous and butanol extracts, Journal of Pharmaceutical Biology, 48/10(2010)1149-1156.

Qureshi, j., Memon, Z., Ismail, K., Agha, S., Saher, F., Motiani, M., Anti Hyperglycemic And Anti Dyslipidemic Effects Of Flax Seeds (Linum Usitatissimum) Extract In Diabetic Rats Model, Pakistan Journal of Medicine and Dentistry, 8/4(2019) 43-49.

Rashid, F., Ahmed, Z., Hussain, S., Huang, J.-Y., & Ahmad, A., Linum usitatissimum L. seeds : Flax gum extraction, physicochemical and functional characterization. Carbohydrate Polymers, 215(2019) 29-38.

Raut, J.S., Karuppayil, S.M., A status review on the medicinal properties of essential oils, Journal of Industrial Crops and Products , 62 (2014) 250–264.

Rira, M., Les tanins hydrolysables et condensés : une piste pour la réduction de la production du méthane entérique par les ruminants en milieu tropical, Thèse de doctorat, Université de Clermont auvergne, France (2019).

Román, R., Alarcón-Aguilar F., Lara-Lemus A., Flores-Saenz, J. L., Hypoglycemic effect of plants used in Mexico as antidiabetics, Archives of Medical Research, 23(1992)59–64.

Rubilar, M., Gutiérrez, C., Verdugo, M., Shene, C., Sineiro, J. , Flaxseed as a source of functional ingredients , Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 10/3(2010)373 – 377.

Saggou, A., Extraction des huiles essentielles de la menthe poivrée «Mentha X piperita» de la région, Mémoire de magister, Université Kasdi Marbah, Ouargla, Algérie, (2008).

Salhi, C., Les plantes antitussives à l'officine. Sciences pharmaceutiques, Thèse Doctorat, Université Grenoble Alpes, France (2018).

Savoire, R., Etude multi - échelles de la séparation solide - liquide dans la trituration du lin oléagineux, Thèse Doctorat, Université de technologie Compiègne (2008).

Schnitzler, P., Nolkemper, S., Stintzing, F. C., & Reichling, J., Comparative in vitro study on the anti-herpetic effect of phytochemically characterized aqueous and ethanolic extracts of Salvia officinalis grown at two different locations, Journal of Phytomedicine, 15(2008) 62–70.

Sęczyk, Ł., Świeca, M., Dziki, D., Anders, A., & Gawlik-Dziki, U., Antioxidant, nutritional and functional characteristics of wheat bread enriched with ground flaxseed hulls, Food Chemistry, 214(2017) 32–38.

Sereme, A., Millogo-Rasolodimby, J., Guinko, S., Nacro M., Proprietes Therapeutiques Des Plantes A Tanins Du Burkina Faso, Journale de Pharmacopée et Médecine traditionnelle Africaines, 15(2008) 41 – 49.

Severine, B., Caractérisation chimique et valorisation biologique d'extraits de propolis, Thèse Doctorat, Université d'Angers, France (2014)

Singh, S., Nair, V., Jain, S., Gupta, Y.k., Evaluation of anti-inflammatory activity of plant lipids containing -linolenic acid, Indian Journal of Experimental Biology, 46 (2008)453-456.

Soumanou, M. M., Tchobo, F. P., Edorh, A. P., Accrombessi, G., Valorisation des huiles végétales d'origine béninoise par alcoolyse enzymatique. Journal of Oléagineux, Corps Gras, Lipides, 12/4(2005)320–325.

Stratakos, A.C. et Koidis, A., Methods for extracting essential oils, Essential oils in food preservation , Flavor and safety ,(2016) 31-38.

Sutour, S., Etude de la composition chimique d'huiles essentielles et d'extraits de menthe de Corse et de Kumquats, Thèse Doctorat, Université de Corse, France (2010).

Swamy, M.K., Sinniah, U.R., Patchouli (Pogostemoncablin Benth.):botany,agro technology and biotechnological aspects, Journal of Industrial Crops and Products, 87 (2016) 161–176.

Taleb-Toudert, K., Extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatiques provenant de la région de Kabylie (Nord Algérien). Evaluation de leurs effets sur la bruche du niébé Callosobruchus maculatus (Coleoptera : Bruchidae), Thèse Doctorat, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, Algérie (2015).

Tamert, A., Latreche, A., Aouad, L., Criblage phytochimique et activité antimicrobienne des extraits de Thymus serpyllum et de Thymus vulgaris du mont de Tessala (Algérie occidentale), Journal of Phytothérapie, 15 (2017) 384-394.

Tariq, S., Wani, S, Rasool, W, Shafi, K,Bhat,M, Prabhakar, A, Shalla, A, Rather, M, A comprehensive review of the antibacterial, antifungal and antiviral potential of essential oils and their chemical constituents against drugresistant microbial pathogens, Microbial Pathogenesis 134 (2019)1-20.

Tawheed A., Monika T., *Linum usitatissimum L*. (Flaxseed)–A Multifarious Functional Food, Online International Interdisciplinary Research Journal,4/1 (2014) 220-238.

Timite, G., Isolement et caractérisation des saponosides de plantes de la famille des Alliaceae, caryophyllaceae et Polygalaceae et évaluation de leurs activités cytotoxiques sur cellules tumoralesv, Thèse Doctorat, Université de Bourgogne, France 2012.

Tordjman-Valency, L., Défi du dénombrement microbien dans l'industrie pharmaceutique : les nouvelles méthodes alternatives sont-elles appliquées, Thèse Doctorat, Université Grenoble Alpes, France (2016).

Trabelsi, I., Ben Slima, S., Ktari, N., Bardaa, S., Elkaroui, K., Abdeslam, A., Ben Salah, R. (Purification, composition and biological activities of a novel heteropolysaccharide extracted from Linum usitatissimum L. seeds on laser burn wound, International Journal of Biological Macromolecules,(2019)1-20 doi: https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.10.077

Turkman, M., Benaouda, A., Préparation de differents extraits du calendula officinalis L. initiation à l'utilisation thérapeutique, Mémoire d'ingéniorat, Université yahia fares , Medea(2010).

Umer, K.,Zeenat, F., Ahmad,W., Ahmad, I., Khan, A.V., Therapeutics, phytochemistry and pharmacology of Alsi (Linum usitatissimum Linn): An important Unani drug, Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 6/5(2017) 377-383,

Wollinger, A., Perrin, É., Chahboun, J., Jeannot, V., Touraud, D., Kunz, W., Antioxidant activity of hydro distillation water residues from Rosmarinus officinalis L. leaves determined by DPPH

www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:7660:ed-1:v1:fr, Date de dernière consultation le 31/03/2020

Yahoui, H. et Merimi, A., Activité antioxydante et anti-inflammatoire de l'extrait hydro-alcoolique d'Ajuga iva (ivette musquée), Mémoire de master, Université Akli Mohand oulhadj – bouira, Algérie, (2018).

Yakhlef, G.h., Etude de l'activité biologique des extraits de feuilles de *Thymus vulgaris L*. et *Laurus nobilis L*., Mémoire de magister, Université El-Hadj Lakhdar-Batna ,Algérie (2010).

Yousefi, K., Fathiazad, F., Soraya, H., Rameshrad, M., Maleki-Dizaji, N., Garjani, A., *Marrubium vulgare L*. methanolic extract inhibits inflammatory response and prevents

cardiomyocyte fibrosis in isoproterenolinduced acute myocardial infarction in rats , Journal of BioImpacts, 4/1(2014)21-27.

Yousefi, M., Rahimi-Nasrabadi M., Pourmortazavi, S.M.,Wysokowski,M., Jesionowski,T., Ehrlich,H., Mirsadeghi, S., Supercritical fluid extraction of essential oils, Trends in Analytical Chemistry, 118 (2019) 182-193.

Zeghad, N., Merghem, R., Antioxidant and antibacterial activities of Thymus vulgaris L., Medicinal and Aromatic Plant Research Journal, 1/1(2013) 5-11.

Zhou, Q., Maa, L, Zhaoa W., Zhaoa W., Hana, X., Niua, J., Lia, R., Zhao, C., Flaxseed oil alleviates dextran sulphate sodium-induced ulcerative colitis in rats, Journal of Functional Foods 64 (2020) 1-20.