REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE MEDEA

FACULTE DES SCIENCES



Mémoire

Présenté pour obtenir le diplôme de **Master**

En Chimie

Spécialité : Chimie pharmaceutique

Présenté par :

Belhout fatima Zohra
&
Guers imene

Thème

Etude de l'effet antimicrobien d'un extrait végétal

Membres de jury :

Boucherit N.	**MCA**	**UYF Médéa**	**Présidente**
Madani L.	**MCB**	**UYF Médéa**	**Examinatrice**
Arbia W.	**MCB**	**UYF Médéa**	**Encadreur**

Année universitaire 2020-2021


بسم الله الرحمن الرحيم

Remerciements

Nous tenons avant tout à remercier ALLAH tout puissant, pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a donné durant toutes ces années d'étude, afin que nous puissions en arriver là.

D'abord nous remercions l'encadreur ***Dr. ARBIA W****. de l'Université de Médéa d'avoir accepté d'encadrer ce travail, ainsi que pour sa gentillesse, ses conseils constructifs, son attention, son dévouement et sa disponibilité tout au long de ces mois de travail.*

Nous exprimons nos vifs remerciements à ***Dr.BOUCHERIT N.*** *de l'Université de Médéa pour m'avoir fait l'honneur de présider ce jury.*

Aussi on remercie ***Dr. MADANI L.*** *de l'Université de Médéa, d'avoir accepté de juger et de siéger dans le jury.*

Un grand merci à madame ***Ben Houari Nacera*** *pour nous avoir aidés et nous encourager, elle a grandement facilité notre travail.*

Nos profonds remerciements à nos parents de nous avoir soutenu moralement et financièrement durant ces longues années. Nos remerciements vont également à toutes les personnes qui ont contribués, de près ou de loin, à la réalisation de cette thèse.

Dédicace

« Louange à ALLAH, le seul et unique. »

A mes parents la source du bonheur et de réussite

A ma chère Mama Hadjira, A la mémoire de ma tante Zohra

A toute ma famille

A tous ceux que j'aime

A tous ceux qui ont participé de loin ou de près à la réalisation de ce travail.

Avec l'expression de tous mes sentiments et de respect,

Je dédie ce modeste travail

F. Zahra

Dédicace

Avant toute, je remercie ALLAH, le tout puissant, pour m'avoir donné la force et la patience. Avec toute mon estime et mon amour, je vous dédie ce modeste travail :

Aux deux plus chères personnes de ma vie que j'aime le plus au monde mes parents Grâce à leurs tendres encouragements et leurs grands Sacrifices, ils ont pu créer le climat affectueux et propice à La poursuite de mes études.

A ma chère sœur : chanez

En mes adorable frères : Mohamed, Aymen

Et

À tous ceux qui m'ont aidé dans ce modeste travail

Imen



ملخص

الهدف من هذا العمل هو تحضير مستخلصات الثوم, الأكاسيا سينيغال و الشيح باستخدام الماء و الايثانول و الجليسيرين و البروبيلين غليكول ثم اختبار نشاطها المضاد للمكروبات ضد السلالات المسببة للأمراض مثل E.coli, Enterobacter, Staphylococcus Proteus, Pseudomonas, و المبيضات. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن الكثافة و معامل الانكسار للمستخلصات الهيدروكحولية و الهيدروجليكوليك و البروبيلين أعلى بكثير من تلك الخاصة بالمستخلصات المائية للنباتات المختلفة. وبالتالي , فان الرقم الهيدروجيني لجميع المستخلصات حمضي قليلا (5.5-6.5) باستثناء مستخلص البروبيلين غليكول متعادل (الرقم الهيدروجيني 7). أظهرت النتائج أيضا ان أعلى محصول هو المستخلص الهيدروكحولي للثوم , والذي يبلغ حوالي 78%. أظهرت دراسة النشاط المضاد للمكروبات أن المستخلص المائي للثوم له نشاط مثبط معتدل (16<ϕ<28 مم) ضد المتقلبة و المبيضات. في حين أن مستخلصه بواسطة البروبيلين جليكول له نشاط مثبط قليلا (10<ϕ<16 مم) ضد جميع السلالات باستثناء المبيضات. تم الحصول على نفس التأثير مع المستخلص الهيدروحكولي لنبات الأكاسيا سنغال. أظهر التحليل الفيزيوكيميائي للبلسم الناتج أن له درجة حموضة كافية (5.5-5.83) مع الجلد و يظهر ثباتا جيدا في درجة حرارة الغرفة مع نشاط مضاد للفطريات طفيف جدا.

الكلمات المفتاحية : استخلاص سائل صلب - مستخلصات نباتية- مذيبات- نشاط مضاد للمكروبات.

Résumé

L'objectif de ce travail est la préparation des extraits de l'ail, *Acacia senegal* et l'armoise et en utilisant l'eau, l'éthanol, glycérol et le propylène glycol et ensuite tester leurs activités antimicrobienne contres des souches pathogènes telles que : *E. coli*, *Enterobacter*, *Staphylococcus*, *Proteus*, *Pseudomonas* et *Candida*. Les résultats obtenus ont montré que la densité et l'indice de réfraction des extraits hydro-alcoolique, hydro glycolique et propylène glycol sont nettement supérieurs à ceux des extraits aqueux des différentes plantes. Ainsi, le pH de tous les extraits est légèrement acide (5.5- 6.5) sauf celui de l'extrait propylène glycol est neutre (pH 7). Les résultats montrent, également, que le rendement d'extraction le plus élevé est celui de l'extraction hydro- alcoolique de l'ail qui est de l'ordre de 78%. L'étude de l'activité antimicrobienne a montré que l'extrait aqueux de l'ail a une activité modérément inhibitrice (16<ϕ<28mm) contre *Proteus* et *Candida*. Tandis que son extrait par le propylène glycol présente une activité légèrement inhibitrice (10<ϕ<16mm) contre toutes les souches sauf *Candida*. Le même effet a été obtenu avec l'extrait hydro-alcoolique de l'*Acacia senegal*. L'analyse physicochimique du baume obtenu a montré qu'il a un pH (5.5- 5.83) adéquat avec la peau et présente une bonne stabilité à température ambiante avec une très légère activité antifongique.

Les mots clés : Extraction solide-liquide, les extraits végétaux, les solvants, activité antimicrobienne.

Abstract

The objective of this work is the preparation of extracts of garlic, Acacia senegal and mugwort and using water, ethanol, glycerol and propylene glycol and then test their antimicrobial activities against pathogenic strains such as : E. coli, Enterobacter, Staphylococcus, Proteus, Pseudomonas and Candida. The results obtained showed that the density and the refractive index of the hydro-alcoholic, hydroglycolic and propylene glycol extracts are significantly higher than those of the aqueous extracts of different plants. Thus, the pH of all the extracts is slightly acidic (5.5-6.5) except that of the propylene glycol extract is neutral (pH 7). The results also show that the highest extraction yield is that of hydro-alcoholic extraction of garlic, which is around 78%. The antimicrobial activity study showed that the aqueous extract of garlic has moderately inhibitory activity (16 <ϕ <28mm) against Proteus and Candida. While its extract by propylene glycol has a slightly inhibitory activity (10 <ϕ <16mm) against all strains except Candida. The same effect was obtained with the hydro-alcoholic extract of Acacia senegal. Physicochemical analysis of the resulting balm showed that it has an adequate pH (5.5-5.83) with the skin and exhibits good stability at room temperature with very slight antifungal activity.

Keywords: Solid-liquid extraction, plant extracts, solvents, antimicrobial activity

SOMMAIRE

Introduction générale 1

Chapitre I Les plantes médicinales

I. 1. Introduction 3

I. 2. La phytothérapie 3

I. 3. La médecine traditionnelle 4

I. 4. Les plantes médicinales étudiées 5

I. 4. 1. L'Armoise *(Artemisia herba alba)* 5

I. 4. 2. L'ail (*Allium sativum* L) 9

I. 4. 3. L'*Acacia senegal* 12

Chapitre II Les méthodes de préparation des extraits végétaux

II. 1. Généralité sur les extraits végétaux 18

II. 2. Les méthodes d'obtention des extraits végétaux 19

II. 2. 1. Les techniques traditionnelles 19

II. 2. 1. 1. L'infusion 19

II. 2. 1. 2. La décoction 20

II. 2. 1. 3. Macération 20

II. 2. Techniques d'extraction modernes 20

II. 2. 1. Pressage ou expression 20

II. 2. 2. Le cryobroyage 21

II. 2. 3. L'enfleurage 22

II. 2. 4. L'entraînement à la vapeur ou l'hydrodistillation 22

II. 2. 5. L'extraction par supercritiques 24

II. 2. 6. Extraction par solvant organique 24

II. 2. 6. 1. Extraction directe 25

II. 2. 6. 2. Extraction liquide-liquide 26

II. 2. 6. 3. Extraction solide-liquide 26

II. 3. Utilisation des extraits végétaux 27

II. 3. 1. Dans le domaine agroalimentaire 27

II. 3. 2. Dans l'agriculture 27

II. 3. 3. En cosmétique 27

II. 3. 4. En produits ménagers 27

II. 3. 5. dans le domaine médical 27

II. 3. 4. 1. Définition d'un baume 27

II. 3. 4. 2. Formulation du baume 27

Chapitre III L'activité antibactérienne

III. 1. Le pouvoir antimicrobien des plantes médicinales 30

III. 2. Méthodes de détermination de l'activité antimicrobienne 30

III. 2. 1. Antibiogramme 30

III. 2. 1. 1. Antibiogramme par dilution 30

III. 2. 1. 2. Antibiogramme par diffusion sur milieu solide 31

III. 3. Généralité sur les bactéries 32

III. 3. 1. Les différents types de bactéries 33

III. 3. 1. 1. Les bactéries à Gram positif 33

III. 3. 1. 2. Les bactéries à Gram négatif 34

III. 4. Généralités sur les champignons 36

Chapitre IV Matériel et Méthodes

IV. 1. Matériel 36

IV. 1. Matériel de laboratoire et produits chimiques 36

IV. 1. 2. Matériel végétal 36

IV. 1. 3. Les souches bactériennes utilisées 37

IV. 2. Méthodes 37

IV. 2. 1. Extraction solide liquide par un solvant 37

IV. 2. 2. Caractérisation des extraits végétaux bruts 39

IV. 2. 2. 1. Caractérisation organoleptique 39

IV. 2. 2. 2. Analyses physicochimiques 39

IV. 2. 2. 3. Évaluation l'activité antimicrobienne 41

IV. 2. 3. Processus de formulation des baumes 42

IV. 2. 3. 1. Protocole de préparation du baume 42

IV. 2. 3. 2. Analyses physicochimique du baume préparé 43

Chapitre V Résultats et discussion

V. 1. Caractérisation des extraits végétaux préparés 45

V. 1. 1. Caractérisation organoleptique 45

V. 1. 1. Indice de réfraction 45

V. 1. 2. Densité 47

V. 1. 3. Rendement 47

V. 1. 4. Détermination du pH des extraits obtenus 48
V. 1. 5. Evaluation de l'activité antimicrobienne 49
V. 2. Formulation d'un baume thérapeutique 55
V. 2. 1. Analyses physicochimique 55
V. 2. 2. Analyse sensorielle 55
V. 2. 3. Etude de la stabilité des baumes formulés 61
V. 2. 4. Test d'efficacité et de tolérance 61
Conclusion générale 64
Références bibliographiques 66

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I. 1. Importance de l'utilisation de la médecine traditionnelle et complémentaire dans le monde 5
Tableau I. 2. Classification d'*Artemisia herba alba* Selon APG III, 2009 6
Tableau I. 3. Classification *Allium sativum* L. *Selon* APG III 2009 9
Tableau I. 4. Composition centésimale d'*A sativum*. 11
Tableau I. 5. Classification *Acacia senegal* Selon APG III 2009 13
Tableau I. 6. Composition minéraux des gousses sèches *d'A senegal* 15
Tableau IV. 1. Matériels et produits utilisés 36
Tableau IV. 2. Les souches microbiennes utilisées 37
Tableau IV. 2. Conditions de préparation des extraits végétaux d'*Acacia senegal*, l'ail et *Artemisia herba alba* 38
Tableau IV. 3. Les composants du baume 42
Tableau V. 1. Caractéristiques organoleptiques des extraits préparés 45
Tableau V. 2. Les différents effets inhibiteurs des molécules étudiées 53
Tableau V. 3. Analyse physicochimiques des baumes préparés 55
Tableau V. 4. Caractérisation sensorielle des baumes préparés 60
Tableau V. 5. Evolution des caractéristiques organoleptique des baumes 61

LISTE DES FIGURES

Fig. I. 1. Morphologie générale de plante d'*Artermisia herba alba* 7
Fig. I. 2. Morphologie générale de plante *Allium sativum* L 10
Fig. I. 2. Morphologie générale de plante *Acacia senegal* 14
Fig. II. 1. Les paramètres influençant la qualité des extraits végétaux 19
Fig. II. 1. Le pressage 21
Fig. II. 2. Le cryobroyage 21
Fig. II. 3. Enfleurage 22
Fig. II. 4. Extraction par Hydro-distillation ou entrainement à la vapeur 23
Fig. II. 5. Extraction par co_2 supercritique 24
Fig. II. 6. Extraction liquide-liquide 26
Fig. II. 7. Extraction solide-liquide 26

Fig. III. 1. Méthode de dilution en milieu (a) liquide (b) solide 31
Fig. III. 2. Antibiogramme par diffusion sur milieu solide 32
Fig. III. 3. Morphologie microscopique des bactéries 32
Fig. III. 4. Observation microscopique de *Staphylococcus aureus* 33
Fig. III. 5. Observation microscopique d'*Enterococcus* 34
Fig. III. 6. Observation microscopique d'*Escherichia coli* 34
Fig. III. 7. Observation microscopique de *Pseudomonas aeruginosa* 35
Fig. III. 8. Observation microscopique de *Proteus* spp 36
Fig. III. 9. Observation microscopique et pseudohyphes de *Candida albicans* 37
Fig. V. 1. Variation de l'indice de réfraction des différents extraits végétaux en fonction du solvant utilisé 46
Fig. V. 2. Variation de la densité des différents extraits végétaux en fonction du solvant utilisé 47
Fig. V. 3. Rendements de l'extraction en fonction de la plante et le solvant 48
Fig. V. 4. pH des extraits préparés en fonction des solvants 49
Fig. V. 5. L'activité antimicrobienne des extraits végétaux préparés 51

LISTE DES PHOTOS

Photo IV. 1. Les plantes utilisées dans cette étude (1) Gousse de l'*Acacia senegal* (2) Poudre de l'ail (3) l'armoise blanche : *Artemisia herba alba* 37
Photo IV. 2. DEN-1 Mc Farland densitomètre 39
Photo IV. 3. Réfractomètre et la lecture de l'indice de réfraction 39
Photo IV. 4. Rota-évaporateur 40
Photo IV. 5. pH- mètre 41
Photo V. 1. Les baumes d'A. senegal (à gauche) et d'armoise blanche (à droite) après 4 semaines de couverture 54
Photo V. 2. Effet antimicrobien des baumes sur *Candida* spp 57

Introduction générale

INTRODUCTION GENERALE :

La relation entre l'homme et les plantes existent depuis l'antiquité. Pour cela, la phytothérapie constitue une solution intéressante et l'utilisation des plantes médicinales ou des préparations à base des plantes connaît un succès croissant. Environ 25-30% de tous les médicaments disponibles pour le traitement des maladies sont dérivés des produits naturels (des plantes, des animaux, des bactéries et des champignons) ou sont des dérivés de produits naturels (Tounsi, 2020).

Selon l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) en 2008, plus de 80% de la population du monde se détend sur la médecine traditionnelle pour assurer leurs besoins de soins de santé primaires. Parallèlement, presque toutes les cultures et les civilisations de l'antiquité à nos jours ont dépendu entièrement ou partiellement de la phytothérapie en raison de leur efficacité, l'accessibilité, la disponibilité, la faible toxicité et d'acceptabilité (Tounsi, 2020).

Les plantes médicinales restent la source la plus importante de molécules entrant dans la composition des médicaments pharmaceutiques (Sanusi et al., 2013). De plus, un grand nombre de ces molécules ont également des intérêts multiples, dans l'industrie alimentaire et en cosmétologie (Awono et al., 2009). Parmi ces composés, on retrouve les coumarines, les alcaloïdes, les acides phénoliques, les tannins, les terpènes et les flavonoïdes (Bahorun et al., 1996). Elles peuvent agir comme des agents antimicrobiens. Ces agents sont considérés comme des «médicaments miracles» ; ils sont utilisés pour traiter les infections causées par des bactéries, des champignons, des parasites ou des virus. La découverte de ces agents antimicrobiens a été l'un des plus grands progrès dans l'histoire de l'humanité ; permettant ainsi de soulager les souffrances liées aux maladies et infections et sauver des vies (OMS, 2020).

Ces dernières années, les micro-organismes pathogènes humains ont développé une résistance en réponse à l'utilisation, sans discernement, de médicaments antimicrobiens commerciaux couramment utilisés dans le traitement des maladies infectieuses, Par conséquent, il est important de faire des recherches pour découvrir les nouveaux composés antibactériens (Ngurah et al., 2020). Certains extraits de plantes sont utilisés à la manière des antibiotiques ou d'autres préparations chimiques pour leurs fortes actions antimicrobiennes, fongicides et virucides (Belaiche, 1979).

Parmi les plantes médicinales qui ont acquis une grande importance, on nomme

l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba*), l'ail cultivé (*Allium sativum*) et *Acacia senegal* (L.), dont on s'est intéressé à leurs activités antimicrobiennes. Des extraits ont été préparés en utilisant la technique d'extraction solide- liquide par divers solvants, non toxiques, à savoir l'eau distillée, Glycérol, Ethanol et Propylène glycol. Les extraits obtenus trouvent plusieurs applications dans le domaine pharmaceutique et parapharmaceutique. Ils peuvent être incorporés dans des préparations cosmétiques ou thérapeutiques.

Ce mémoire comporte deux parties essentielles :

- La première partie est consacrée à la synthèse bibliographique regroupant :
  - Un chapitre sur les plantes médicinale ;
  - Un chapitre sur les méthodes d'extraction des molécules bioactives à partir des végétaux ;
  - Un chapitre présentant un aperçu sur l'activité antimicrobienne.
- La deuxième partie consiste en la présentation du matériel et des protocoles expérimentaux utilisés pour :
  - L'extraction ;
  - La caractérisation des extraits des plantes ;
  - La recherche de leurs activités antimicrobiennes ;
  - Leur incorporation dans une formule pharmaceutique.
  - En fin, dans un dernier chapitre, sont exposés les résultats obtenus et la conclusion générale.

Chapitre I :
Les plantes médicinales

I. 1. Introduction

Environ 35 000 espèces de plantes sont employées par le monde à des fins médicinales, ce qui constitue le plus large éventail de biodiversité utilisé par les êtres humains. Les plantes médicinales continuent de répondre à un besoin important malgré l'influence croissante du système sanitaire moderne (Elqaj et al., 2007).

D'après Dr. Jésus Cardenas (2014), l'OMS ne donne pas de définition précise de plante médicinale, mais plutôt de médicament à base de plantes**,** tout en classant l'utilisation de plantes médicinales et médicaments à base de plantes parmi les médecines et formes de médication traditionnelle.

D'autre côte, la Pharmacopée française définit la plante médicinale comme une «drogue végétale» pouvant être utilisée en entier ou en partie pour ses propriétés médicamenteuses. Elle est utilisée de différentes manières (décoction, macération, infusion…) et une ou plusieurs de ses parties peuvent être utilisées (racine, rhizome, feuilles, fleurs…) (Dutertre, 2011). Autrement dit, c'est une plante qui possédant des propriétés curatives ou préventives utiliser pour soigner ou soulager divers maux. Ces plantes médicinales peuvent également avoir des usages alimentaires, condimentaires ou hygiéniques.

I. 2. La phytothérapie

La médecine par les plantes, autrement appelée phytothérapie, est la plus ancienne façon au monde de se soigner, on la retrouve dans toutes les civilisations, chacune d'entre elles ayant élaboré sa propre thérapeutique au fil des siècles (Verbois, 2015).

Le mot phytothérapie provient de deux mots grecs qui signifient essentiellement « soigner avec les plantes » (Vacheron, 2010). C'est le Traitement ou la prévention des maladies par l'usage de certaines parties de plantes médicinales (racines, les tiges, les fleurs ou les feuilles. Elle fait partie des médecines parallèles ou des médecines douces (Zeghad, 2009).

En phytothérapie traditionnelle les plantes peuvent être utilisées fraîches, ce qui n'est pas toujours possible, ou séchées, entrant ensuite éventuellement dans des préparations diverses préservant leurs principes actifs. On les administre sous forme de teintures alcooliques, macéras, tisanes, compresses, baumes,….etc (Morel, 2008). Elle suscite actuellement un renouveau d'intérêt, son efficacité est prouvée et elle est toujours vue comme un remède, surtout, utilisé par la population rurale à travers le monde. On peut la distinguer en trois types de phytothérapie d'après la Pharmacopée MTC (Médecine traditionnelle chinoise) :

- Une pratique traditionnelle, parfois très ancienne basée sur l'utilisation des plantes selon les vertus découvertes empiriquement ;
- Une pratique basée sur les avancées et les preuves scientifiques, qui recherchent des principes actifs extraits des plantes ;
- Une pratique de prophylaxie, déjà utilisée dans l'antiquité. Nous sommes tous phytothérapeutes sans le savoir : c'est notamment le cas dans la cuisine, avec l'usage d'Ail, du Thym, du Gingembre ou simplement du Thé vert ... Une alimentation équilibrée et contenant certains éléments actifs étant une phytothérapie prophylactique.

I. 3. La médecine traditionnelle

L'Organisation mondiale de la santé (OMS. 2000) définie la médecine traditionnelle comme la somme totale des connaissances, compétences et pratiques qui reposent sur les théories, croyances et expériences propres à une culture et qui sont utilisées pour maintenir les êtres humains en bonne santé ainsi que pour prévenir, diagnostiquer, traiter et guérir des maladies physiques et mentales.

Selon l'organisation mondiale de la santé (OMS. 2003), les médecines traditionnelle, complémentaire et parallèle sont couramment utilisées pour traiter ou prévenir les maladies chroniques et pour améliorer la qualité de la vie. Le tableau I. 1, montre l'importance de l'utilisation de la médecine traditionnelle et complémentaire dans le monde.

Dans les pays développés où la médecine traditionnelle n'a pas été incorporée au système de santé national, la médecine traditionnelle est souvent appelée médecine « complémentaire », « alternative » ou « non conventionnelle » (OMS, 2013).

Tableau I. 1. Importance de l'utilisation de la médecine traditionnelle et complémentaire dans le monde (WHO, 2002).

Pays	Importance de l'utilisation de la médecine traditionnelle
Chine	Complètement intégrée dans les systèmes de santé. 95 % des hôpitaux ont des unités de médecine traditionnelle.
Afrique	Utilisée par 80 % de la population locale pour les soins primaires.
Japon	72 % des médecins reconnaissent la médecine traditionnelle
Australie	Utilisée par 49 % des adultes.
Vietnam	Complètement intégrée dans les systèmes de santé. 30 % de la population se soignent par la médecine traditionnelle.
Inde	Largement utilisée. 2860 hôpitaux ont des unités de médecine traditionnelle.
Pays occidentaux	La médecine traditionnelle n'est pas intégrée dans les systèmes de soin moderne. ➢ France: 75 % de la population ont recours à la médecine traditionnelle. ➢ Etats-Unis : de 29 à 42 % de la population utilisent la médecine complémentaire.

I. 4. Les plantes médicinales étudiées

Les plantes médicinales sont nombreuses, mais dans notre travail on s'est intéressé à certaines plantes qui sont connus par leurs vertus thérapeutiques. Ces plantes sont :

I. 4. 1. L'Armoise blanche *(Artemisia herba alba)*

Le genre *Artemisia* appartient à la famille des Astéracées : c'est l'un des genres le plus répandu et le plus étudié de cette famille; il contient un nombre variable d'espèces allant jusqu'à 400 espèces (Mucciarelli et Maffei, 2002). Certaines plantes du genre *Artemisia*

(*Asteraceae*) ont été utilisées comme plantes médicinales dans la médecine populaire depuis les périodes antiques. Parmi ces plantes se trouve l'*Artemisia herba alba*.

C'est une plante herbacée commune en terrain sec en Afrique du nord, en Arabie, en Syrie et en Iran (UNISCO, 1960) et qui possède plusieurs noms vernaculaires :

- En français : Armoise blanche
- Chih en arabe (الشيح)
- En anglais, White Wormwood ou desert Wormwood
- Son nom scientifique est *Artemisia herba-alba* Asso. Ou *Artemisia inculta-del.*

Taxonomie

La classification d'*Artemisia herba alba* est illustrée dans le tableau I. 2.

Tableau I. 2. Classification d'*Artemisia herba alba* Selon APG III, 2009

Règne	**Plantae**
Sous-règne	***Tracheobionta***
Division	***Magnoliophyta***
Classe	***Magnoliopsida***
Ordre	***Asterales***
Famille	***Asteraceae***
Genre	***Artemisia***
Espèce	***Artemisia herba alba* (Asso)**

Description botanique

Artemisa herba alba a été décrite pour la première fois par le botaniste espagnol « Asso » en 1779. C'est une plante des climats arides et semi-arides qui pousse dans les hautes plaines steppiques, les déserts du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord. C'est une plante herbacée à tiges ligneuses, ramifiées et tomenteuses de 30 à 50 cm de long. Les feuilles sont courtes, sessiles, pubescentes et argentées. Les capitules sont groupés en pannicules de petite taille de 1,5 à 3 mm allongés et étroits contenant de 3 à 6 des fleurs jaunâtres (fig. I. 1) (https://agronomie.info/fr/artemisia-herba-alba/).

La croissance végétative de la plante a lieu en automne (feuilles de grande taille), puis dès la fin de l'hiver et au printemps (feuilles plus petites) (Akrout, 2004). Son odeur aromatique est caractéristique

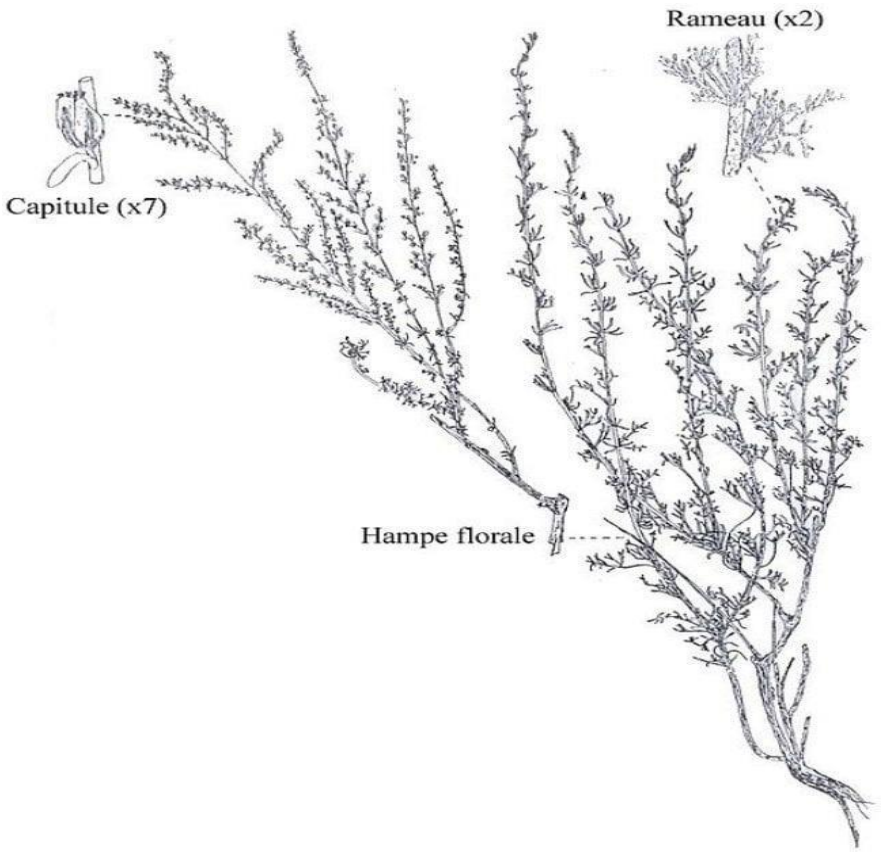


Fig. I. 1. Morphologie générale de plante d'*Artermisia herba alba* (Potter, 1981)

.

Composition chimique

L'*Artemisia* est l'un des genres les plus grands et les plus répondus de la famille des *Astéracées*. Il a une valeur thérapeutique très importante en raison de leurs métabolites secondaires notamment les huiles essentielles, les polyphénols et les flavonoïdes.

Sa composition chimique a fait objet de plusieurs études photochimiques par intérêt économiques surtout pour leurs huiles essentielles. Les résultats obtenus par (Ayad, 2008) ont révélé l'existence de 29 composés organique représentant la majorité des huiles essentiels (HE). Parmi les composants les plus important des HE, de ce dernier, on trouve le 1,8-cineole et le terpène-4-ol (Feuerstein et al,. 1986), aussi les triterpènes pentacyclique et les tanins (Khia et al,. 2010). Le rendement de ces huiles est acceptable et peu rentable à l'échelle industrielle.

Quelques flavonoïdes ont été identifiés comme les flavonoïdes C-glycosidés: isovitexin, vicénine-2, schaftoside, isoschaftoside (Saleh et al,. 1985). Des flavonoides O-

glycosidés : 3-glucoside, 3-rutinoside de kaempferol, quercétine, isorhamnetin et de patulétine (Saleh et al., 1987).

Sesquiterpene lactones sont parmi les produits naturels de premier plan trouvés dans l'*Artemisia* et sont en grande partie responsables de l'importance de cette plante dans la médecine et la pharmacie. Toutes les lactones isolées diffèrent d'une étude à l'autre selon la répartition géographique (Abou El-Hamd et al,. 2010).

Activité biologique

En générale, le genre *Artemisia* a été très utilisé dans la médecine traditionnelle ainsi que dans la médecine moderne pour traiter plusieurs maladies, quelques espèces de ce genre sont utilisées pour le traitement de certaines maladies telles que la malaria, l'hépatite, le cancer et les infections par des champignons, des bactéries, et des virus.

L'armoise blanche présente un indice très recherché pour ses propriétés pharmaceutique, elle est employée pour les traitements des trouble gastrique tels que la diarrhée et les douleurs abdominales, la cicatrisation des plaies externes (Feuerstein et al,. 1986). Elle a aussi un effet antispasmodique (EL Rhaffari, 2008), anti-inflammatoire (Mansour, 2015), antiparasitaire et en outre, l'huile essentielle d'*A. Herba alba* a une activité antibactérienne contre certaines bactéries gram-positives et gram-négatives (Yashphe et al,. 1979).

De loin le plus fréquemment cité est l'utilisation de l'*Artemesia* Asso dans le traitement du diabète, plusieurs chercheures sur les propriétés médicinales des extraits d'*A. herba-alba* ont rapporté des propriétés antidiabétique, là où la recherche a montré que l'administration orale d'un extrait aqueux (0,39 g/kg) des parties aériennes de cette plante sur les lapins, les rats et les souris a produit l'activité hypoglycémie significative, qui était cohérente et dépendante du temps (Ammar et al,. 1988; Tastekin et al,.2008). En plus de diabète, ses fleurs sont utilisées pour blanchir soigner les abcès (Akrout, A, 2004).

Une étude réalisée par Djeridane et ses collaborateurs (2006), dont l'objectif était l'évaluation des capacités antioxydants des composés phénoliques de certaines plantes médicinales algériennes, y compris *A. herba-alba*, a montré que ces plantes peuvent être considérées comme une bonne source d'antioxydants naturels à des fins médicinales et commerciales.

Usage Alimentaire

En alimentation, l'armoise blanche est considérée comme l'arôme de certaines boissons comme le thé ou le café. Généralement, son usage dans l'industrie alimentaire reste très limité à cause de sa toxicité.

I. 4. 2. L'ail (*Allium sativum* L)

L'ail, *Allium sativum,* appartient à la famille des *Liliaceae*. Il est aussi connu sous les noms d'ail commun ou de thériaque du pauvre. C'est la plante médicinale par excellence. II est sans danger pour un usage domestique et se révèle efficace pour traiter une multitude de problèmes de santé et est utilisé dans la médecine traditionnelle pour ces propriétés thérapeutiques recherchées. L'ail est non seulement utilisé en cuisine comme condiment mais utilisé en phytothérapie à cause de son pouvoir antimicrobien (TAHRI *et al.,* 2007).

Selon Larousse encyclopédie des plantes médicinales (2001), l'ail est originaire d'Asie centrale, son aire de culture s'est progressivement étendue vers l'ouest. Dès 3000 avant J.C, la civilisation s'est épanouie en Egypte, au Moyen-Orient, en Inde et en Chine, et l'utilisation des plantes est devenue plus élaborée. Parmi les plantes répertoriées, on a l'ail *(Allium sativum)* et qui possède plusieurs noms vernaculaires :

- En France : ail, ail commun, ail cultivé, thériaque des pauvres ;
- Anglais : garlic ;
- Arabe : thum (الثوم) ;
- Son nom scientifique est *Allium sativum* L.

Taxonomie

La classification d'*Allium sativum* est illustrée dans le tableau I. 3.

Tableau I. 3. Classification *Allium sativum* L. *Selon* APG III 2009

Règne	***Plantae***
Division	**Spermatophytes/Phanérogames**
Classe	***Monocotyledonae***
Ordre	**Liliales**
Famille	***Liliaceae* ou Liliacées**
Genre	***Allium***
Espèce	***Allium sativum***

Description botanique

Plante herbacée, bulbeuse et vivace, son odeur est forte et piquante. Elle possède des feuilles plates, longues et étroites (fig. I. 2). La tête d'ail est un bulbe constitué par des caïeux, fixés sur un plateau d'où partent les racines. L'ensemble des caïeux est enveloppé dans une fine pellicule blanche ou rose. Le nombre de caïeux par bulbe varie de 5 à 16. Sa tige est creuse et peut atteindre 50 cm de hauteur (Amarni et al,. 2017).

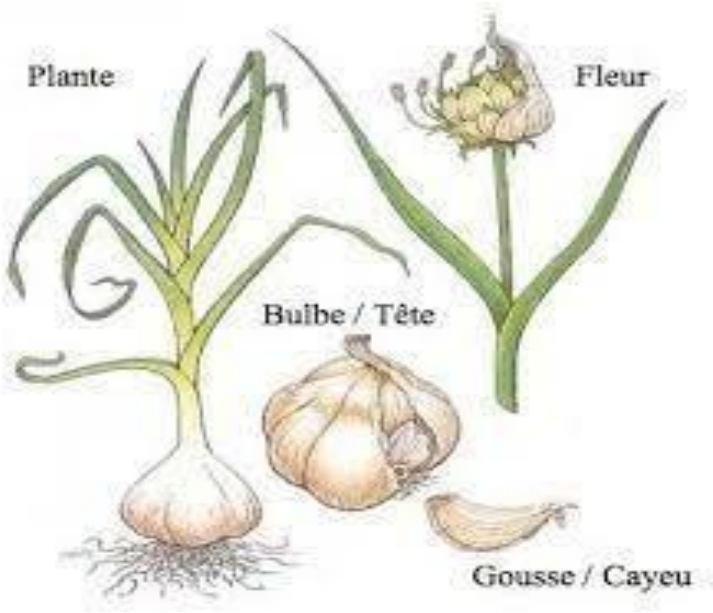


Fig. I. 2. Morphologie générale de plante *Allium sativum* L (Dethier, 2010)

Le genre *Allium* est le plus répandu, avec 600- 900 espèces. Il existe différentes variétés de l'ail, *Allium sativum* qui se diffère par la taille, la forme du bulbe, ou encore par la couleur de l'enveloppe (Goetz, 2012).

Composition chimique

L'ail contient de nombreux composés actifs (tableau I. 4), lesquels apportent différents bénéfices pour la santé. Il renferme notamment des composés soufrés (teneur variable selon le cultivar, l'origine géographique, l'époque de la récolte (Goetz, 2012). Il contient aussi quatre constituants : 5-allylcystéine, 5-allylmercaptocystéine, l'alline et l'allicine possédant de propriétés antioxydants (Pinto et al,. 2006).

Tableau I. 4. Composition centésimale d'*A sativum* (Lawson., 1996).

Composants	Teneur (% poids frais)
Eau	62-68
Carbohydrates	26-30
Protéines	1.5-2.1
Acides aminés	1-1.5
Acides aminés : Cystéine sulfoxides	0.6-1.6
γ-glutamylcystéines	0.5-1.6
Lipides	0.1-0.2
Fibres	1.5
Composés soufrées totaux	1.1-3.5
Sulfures	0.23-0.37
Nitrogène	0.6-1.3
Minéraux	0.7
Vitamines	0.015
Totalité des composés solubles dans l'huile	0.15-0.7
Totalité des composés solubles dans l'eau	97

Outre les composés organosoufrés, l'ail contient des glucosides stéroïdiens, des lectines, des prostaglandines, des fructanes, des pectines, une huile essentielle, des vitamines (B1, B2, B6, E), de la biotine, de l'acide nicotinique, des acides gras, des glycolipides, des phospholipdes, des anthocyanosides, des flavonoïdes, des acides aminés essentiels (Goetz, 2012).

Activité biologique

L'ail est utilisé depuis plusieurs centaines d'années pour traiter divers problèmes de santé. De nombreuses études ont été réalisées afin de mieux connaître les principes actifs de l'ail et leurs effets physiologiques. Dans ces études, l'ail est utilisé sous différentes formes : frais, déshydraté, ainsi que sous forme d'extrait ou d'huile.

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) considère comme « cliniquement établi » l'usage de l'ail comme un « traitement adjuvant » aux mesures alimentaires destinées à

diminuer les taux de lipides dans le sang et admet que l'ail « peut être utile lors d'hypertension artérielle modérée ».

En 1858, Louis Pasteur est le premier à démontrer que l'ail peut détruire certaines bactéries. Durant la seconde guerre mondiale, suite à la pénurie de la pénicilline, les médecins russes ont utilisé l'ail comme antiseptique, et pour traiter toutes sortes d'infections (Senninger, 2009). Ainsi, Les essais de l'ail in vitro et in vivo ont démontré contre des germes gram positif et négatif, notamment les espèces appartenant aux genres *Bacillus* et *Proteus*, *Staphylococcus aureus*, *Shigella sonnei*, *Erwinia carotovora*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Escherichia coli*, *Pasteurella multocida*, *Streptococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, il a même montré une efficacité sur des souches bactériennes résistantes à des antibiotiques (Goetz et Ghedira, 2012).

D'après certaines études scientifiques, l'ail est un puissant antioxydant. Il contient différents composés antioxydants tels des flavonoïdes et des tocophérols, en plus des composés sulfurés qui contribueraient aussi à son activité antioxydante (Ghesquiere, 2016).

Plusieurs études ont été publiées sur l'activité antifongique de l'allicine sur *Candida albicans* montrant une activité relativement forte (Mikaili et al., 2013 ; Moore et Atkins, 1977). Aussi les recherches sur l'activité antivirale de l'ail sont peu nombreuses. Son action semble majoritairement due à l'ajoène ainsi qu'à l'allicine elle-même. Ces composés réagiraient avec l'enveloppe virale (Kyung, 2012). Encore, De nombreuses études sur l'ail sur des modèles animaux et humains diabétiques, de types 1 et 2, ont montré que l'ail pouvait diminuer le taux de sucre dans le sang (Colin, 2016).

Les propriétés anticancéreuses des légumes de la famille de l'ail semblent principalement liées à leur contenu en composés sulfurés. Ces composés réduisent en partie les effets cancérigènes des nitrosamines et composés N-nitroso. Ils induisent également l'apoptose des cellules du cancer du côlon, du sein, du poumon, de la prostate, et de la leucémie (Anna et shivendra, 2004).

Usage alimentaire

En cuisine, les gousses d'ail sont employées crues pour parfumer les crudités, les salades, les mayonnaises. L'ail est utilisé cuit pour aromatiser les viandes, les courts bouillons, les poissons, les champignons, les farces, les sauces et aussi les soupes.

I. 4. 3. L'*Acacia Sénégal*

Les acacias sont des plantes appartenant à la famille des *mimosaceae*. Ils constituent un genre comptant quelques 130 espèces en Afrique et au Moyen Orient. Dans notre travail on

s'est limité à une seule espèce. Acacia du Sénégal qui a une large répartition géographique et présentant une variation complexe et ayant des potentialités économiques importantes, et qui possède plusieurs noms vernaculaires :

- En France : Gommier blanc, gommier
- Anglais : Gum arabic tree, gum tree, three-thorned acacia
- Arabe : صمغ عربي ,سنط سنيغالي
- Son nom scientifique est Senegalia senegal ou Acacia senegal.

Taxonomie

La classification de l'*Acacia senegal* est illustrée dans le tableau I. 5.

Le Tableau I. 5. Classification *Acacia senegal* Selon APG III 2009

Règne	***Plantae***
Division	***Magnoliophyta***
Classe	***Magnoliopsida***
Ordre	***Fabales***
Famille	***Mimosaceae***
Genre	***Acacia***
Espèce	***Senegalia senegal***

Description botanique

Acacia senegal est un arbre ou arbuste épineux, de 2 à 6 m (rarement 8 m) avec couronne en parasol. Très rameuses, les branches sont très ramifiées, les rameaux supérieurs sont divergents et ascendants (fig. I. 3). L'écorce est gris clair à brun clair et lisse sur les jeunes rameaux. La tranche est marbrée rouge et blanche. Les épines sont par trois et les griffes acérées, les deux latéraux sont courbés vers le haut et la médiane vers le bas (Samb, 2010).

- Les feuilles composées, de couleur gris-vert, présentent 3 à 5 paires de pinnules ayant de 10 à 20 paires de folioles à bords ciliés, oblongues, larges de 1 à 2 mm, longues de 3 à 5 millimètres (Giffard, 1966).
- Les fleurs sont en capitules sphériques d'environ 1 cm de diamètre. De couleur jaune et porté par un pédoncule de 3 à 4 centimètres de long. La pollinisation se fait par des abeilles de la famille de *Migachilidae* et *Anthophoridae* (Tybirk, 1989).

- Les gousses de 7 à 10 cm de long, de 2 cm de large, sont aplaties finement pubescentes, grisâtres, et contenant 3 à 6 graines aplaties, rondes, brun clair (Samb, 2010).



Fig. I. 3. Morphologie générale de plante *Acacia senegal* (https://fr.wikipedia.org/wiki/Senegalia_senegal)

Composition chimique

Dans des études récentes, des extraits d'*A. senegal* ont montré une bonne activité contre de nombreux agents responsables de maladies infectieuses (Samrot al., 2016 ; Magnini, 2020) et possèdent des composants chimiques intéressants tels que des flavonoïdes, des tanins reconnus comme ayant une forte action antimicrobien.

Des études scientifiques prouvées que le pourcentage de tanins dans les feuilles, l'écorce et les fruits mûrs et immatures de l'espèce *A. senegal* contiennent des tanins 12,15 %, 10,47 % et 3,49 %, respectivement (Elgailani et Christina, 2014) .

La gomme se compose de sels de calcium, de magnésium et de potassium d'acide arabique se composant aussi de 6 sucres simples: Galactose, Arbenbrenose, Ramenose, acide de Gluquerink , 4-Méthyle, Glycoprene ; Il contient des liaisons glycosidiques et des liaisons peptidiques (Boukhezna et Gherbi, 2018).

Parmi les compositions chimique et les valeurs nutritionnelles des gousses séchés (tableau I. 6) sont les tanins (avec moyenne de 0.6 g/kg), matière séché 93.1%, protéine 20.3 % et des fibres brute de 33.3 % (CIRAD 1991 ; Sanon et al., 2008 ; Wilson et al., 1963).

Tableau I. 6. Composition minéraux des gousses sèches *d'A senegal*

Les minéraux	La moyenne (g/kg)
- Calcium	11.2
- Phosphore	1.8
- Potassium	15.6
- Magnésium	2.8

Activité biologique

La famille des Mimosaceae est une source importante de molécules biologiquement actives. Cependant, peu d'espèces ont été examinées spécifiquement pour ces substances, parmi ces espèces on trouve L'*Acacia Senegal* qui est un petit arbre épineux originaire d'Afrique, il est utilisé depuis plusieurs centaines d'années pour traiter divers problèmes de santé ou d'alimentation.

Selon (Hussien M et al,. 2019), les variations de l'activité antimicrobienne des extraits d'*A. senegal* rapportées par différentes études peuvent également être attribuées au type de solvants utilisés pour l'extraction. Par exemple, l'extrait d'hexane d'écorce d'*A. senegal* a montré une activité substantielle contre *S. aureus* et *C. albicans*. En revanche, la fraction chloroformique de l'écorce s'est révélée inactive contre *S. aureus*. De plus, l'extrait méthanolique d'écorce d'*A. senegal* a montré une activité élevée contre *E. coli* et *C. albicans* et aucune activité contre *P. aeruginosa*. En outre, divers solvants comme l'acétone, l'éthanol, le chloroforme et l'éther de pétrole ont été utilisés pour préparer les extraits d'*Acacia senegal*. Les extraits obtenus ont une activité antioxydante (Samrot AV et al,.2016).

D'après Bellakhdar (1997), dans la pharmacopée marocaine traditionnelle la gomme arabique est utilisée pour traiter divers maladies comme les maladies pulmonaires, maladies

du foie et le maux d'estomac et aussi utilisée à l'usage externe comme un agent anti-inflammatoire et comme collyre. Au Sénégal la gomme est utilisée pour la fièvre de malaria (Thoen et Thiam, 1990).

L'utilisation traditionnelle des parties de l'*Acacia senegal* diffère selon les régions dans l'Afrique d'où les racines sont utilisés en Angola comme un anti-inflammatoire de la bouche et anti-diarrhéique (Urso et al,. 2016), en Tanzanie pour l'abcès et la toux (Johns et al,. 1991). Mais aussi ils sont utilisées en Uganda pour le mal de tête (Tabuti et al,. 2003). Cette dernière a de nombreuses utilisations au Kenya, où les graines sont utilisées comme laxatif (Heine et al,. 1988), les feuilles comme un complément alimentaire (Bussmann, 2006) et au Soudan les fruits sont utilisés pour le diabète (Hilmi al., 2014) et pour l'insuffisance rénale (Musa et al,. 2011).

Usage Alimentaire

Le travail de GAST (1968) est très informatif sur le sujet. On retiendra notamment que :

- les graines des gousses sèches, collectées puis pilées au mortier de bois, sont transformées en une farine qui est consommée telle quelle, sèche ou humectée d'un peu d'eau. Cette farine est aussi parfois mélangée à de la farine de blé, de mil ou encore d'orge pour faire des bouillies ;
- les gousses sont, en cas de besoin, collectées, grillées, pilées et consommées en farine. Elles peuvent également être consommées vertes ou rôties. Cueillies avant maturité, elles sont bouillies à l'eau salée.
- En période de grave disette, il arrive que les hommes consomment également les feuilles crues.
- La gomme qui exsude des branches hautes des jeunes arbres est parfois mâchée par les enfants.

Chapitre II :
Les méthodes de préparation des extraits végétaux

II. 1. Généralité sur les extraits végétaux

L'usage des essences aromatiques remonte aux plus anciennes civilisations à quelques 5000 ans. Né en inde, s'est développé en Chine et tout particulièrement en Egypte, avant de gagner l'occident plus tardivement via la médecine grecque et arabe. Les extraits végétaux sont utilisés depuis des siècles comme remède à diverses maladies humaines à cause de leurs pouvoirs thérapeutiques (Agronomieinfo : https://agronomie.info/fr/lutte-biologique-par-les-extraits-des-vegetaux/).

Plus de 390 000 espèces de plantes sont répertoriées à ce jour dans le monde et la botanique en découvre encore près de 2000 nouvelles chaque année. La majorité des végétaux exploités par l'homme est dédiée à la médecine, notamment à la phytothérapie.

Les extraits sont des préparations liquides, obtenues à partir de drogues végétales généralement à l'état sec. Un extrait végétal est un ensemble composé de molécules volatiles, odorantes, renfermées dans les organes producteurs de certains végétaux, extraites de celles-ci par différentes méthodes d'extraction.

L'extraction végétale est un procédé visant à extraire certains constituants présents dans les plantes. C'est une opération de séparation solide/liquide : un corps solide (le végétal) est mis en contact d'un fluide (le solvant). Les composés d'intérêts végétaux sont alors solubilisés et contenus dans le solvant. La solution ainsi obtenue est l'extrait recherché (berkem : https://www.berkem.com/fr/expertise/extraction-vegetale).

Plusieurs procédés de séparation mettent en œuvre des matières premières végétales solides et conduisent à la production d'extraits. Ces procédés sont à leur tour influencés par plusieurs paramètres à savoir : la température, la méthode de préparation de la matière végétale, l'origine botanique et géographique de la plante….etc (fig. II. 1).

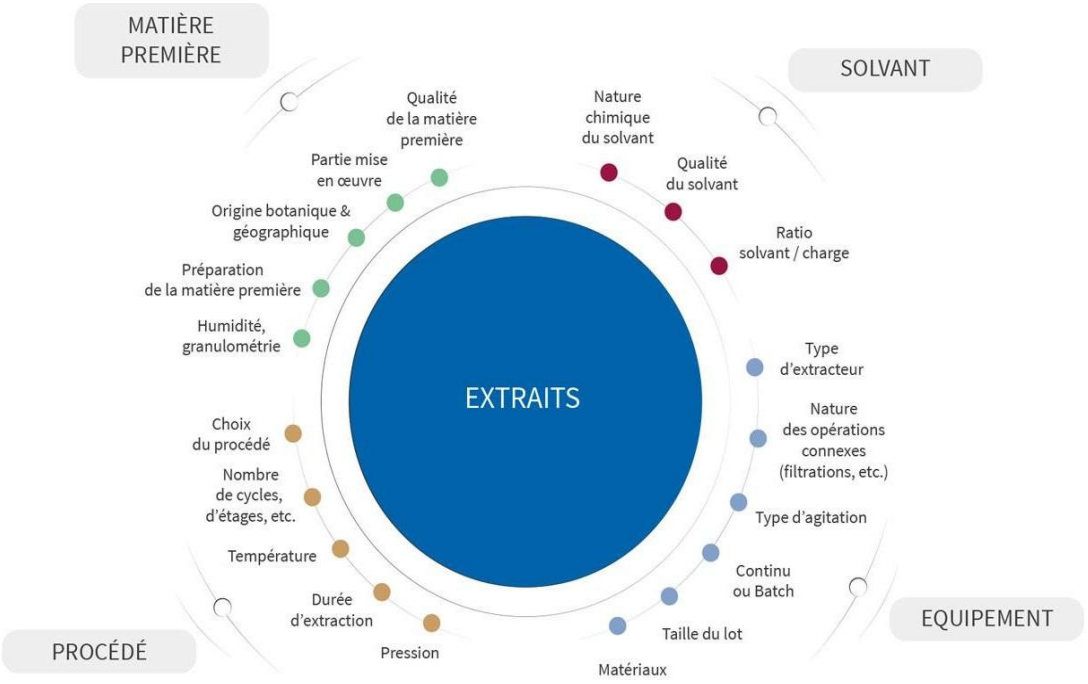


Fig. II. 1. Les paramètres influençant la qualité des extraits végétaux

L'extraction consiste en l'isolation d'une ou de plusieurs molécules à partir d'une plante. Ainsi, la découverte de nouveaux médicaments passer par l'étude de ces substances actifs naturelles, si la molécule se trouve être performante dans un domaine précis, elle pourra faire l'objet d'une commercialisation sous forme de médicament.

II. 2. Les méthodes d'obtention des extraits végétaux

L'homme utilise des colorants, des parfums, des arômes et des extraits de produits naturels depuis la haute antiquité, par différentes techniques. Ces derniers sont développés visant à optimiser la qualité des extraits tout en maintenant un rendement intéressant.

II. 2. 1. Les techniques traditionnelles

Avec les techniques traditionnelles, les plantes peuvent être préparées en infusion, décoction ou macération.

II. 2. 1. 1. L'infusion

C'est une solution obtenue en soumettant, pendant quelques minutes, une plante à l'action de l'eau bouillante (de 5 à 15 minutes, selon les organes de la plante). Elle s'utilise pour les substances fragiles pouvant être détruites par une température trop prolongée ou éliminées par la vapeur (Beloued, 2005) et peut se conserver au réfrigérateur pendant 48 heures maximum.

L'infusion à l'avantage de permettre une dissolution efficace dans un solvant chaud en limitant la perte d'espèces chimiques volatiles.

II. 2. 1. 2. La décoction

Est une solution obtenue par ébullition prolongée d'une plante. On met la plante dans l'eau froide, on fait bouillir, selon les cas, de 2 à 15 minutes. Les écorces et les racines sont bouillies plus longtemps car ces structures libèrent difficilement leurs principes actifs lors d'une infusion que les tiges et les feuilles (Valnet, 1983). Cette technique permet une extraction plus complète des composants actifs de l'infusion. Cependant, elle ne peut pas s'appliquer à tous les principes actifs car les montées en température pourraient les dégrader ou les modifier. Il faut que les substances extraites ne soient pas thermolabiles

II. 2. 1. 3. Macération

Le principe de la macération est de laisser la plante (sèche ou fraiche) au contact de l'eau, d'huile, dans de l'alcool ou dans un autre solvant, à froid, pendant quelques heures, voire quelques jours. Cette méthode d'extraction permet d'obtention d'une solution plus concentrée et riche en principes actifs (Delille, 2007).

L'avantage de la macération est sa simplicité et ne nécessite pas de dispositif de chauffage, elle est donc moins coûteuse. Mais elle est souvent longue (plusieurs heures voir plusieurs jours) ce qui peut engendrer une prolifération bactérienne. En plus la solubilité à froid est faible.

II. 2. Techniques d'extraction modernes

II. 2. 1. Pressage ou expression

Cette opération consiste à faire sortir un produit en exerçant une pression (fig. II. 1). Elle est utilisée généralement sur les écorces de certaines plantes.

Séparée du fruit, l'écorce est percé de petits trous et pressée mécaniquement, l'extrait obtenu est décanté puis filtré sur du papier mouillé, pour séparer les parties aqueuses des huiles essentielles (Bruneton, 1993).

Selon ce même auteur, cette méthode représente 10% des cas, elle est employée pour toute les hespéridés (orange, limette, pamplemousse et la mandarine).



Fig. II. 1. Le pressage

- **Les avantages**

- C'est l'une des plus simples à réaliser (il suffit de presser)

- Elle est l'une des seules techniques à garder tous les composants volatiles, et donc à créer une huile de qualité.

- **Les inconvénients**

- La main d'œuvre est coûteuse, car elle nécessite d'être très qualifiée.

- Le produit, recueilli par cette extraction, a souvent une durée de vie très limitée (environ 6 mois).

- Les seuls types de plantes pouvant être utilisés sont les agrumes.

II. 2. 2. Le cryobroyage (fig. II. 2)

Les plantes ou les fleurs sont congelées à très basses températures, sous azote liquide, à -196°C. Les végétaux sont alors broyés, en poudre fine et homogène. Les vitamines, les enzymes et les substances volatiles sont conservés (Brada, 2008).

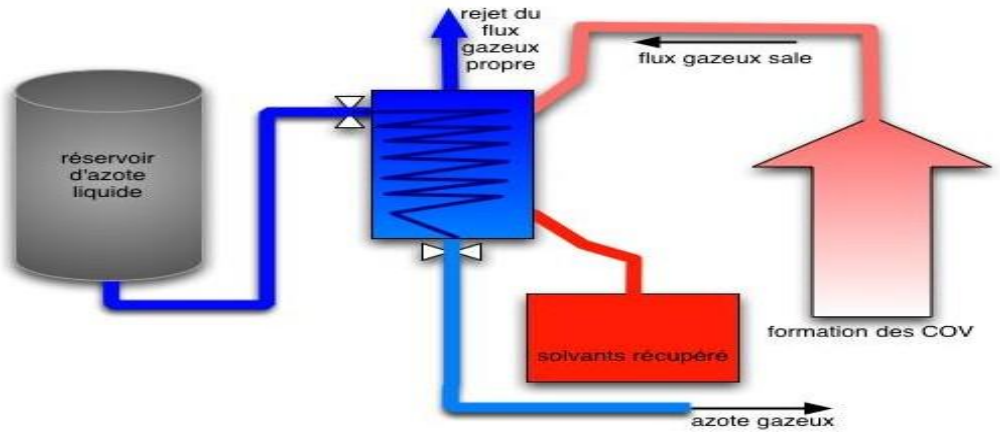


Fig. II. 2. Le cryobroyage

- **Les avantages :**
  - Augmentation de la capacité de broyage actuelle
  - Diminution des pertes liées au broyage
  - Pas de graissage du moulin
  - Pas de risque d'explosion ou d'incendie du
  - les produits difficiles ou impossibles à broyer sont broyés sans difficultés
- **Les inconvénients**
  - installation de petite taille par rapport aux appareils de broyage conventionnels

II. 2. 3. L'enfleurage

Les pétales de fleurs sont disposés sur des châssis de verre enduit de graisse et renouvelées tous les 3 à 7 jours selon les espèces. Le corps gras extrait les parfums et les odeurs de la plante, qui une fois saturé, est filtré à travers un tissu de lin ou de coton. Les huiles sont ensuite traitées à l'alcool, filtrées et évaporées.

Il reste alors un résidu très parfumé appelé l'absolue, qui servira à la fabrication des parfums. Nous distinguons l'enfleurage à froid (pour les plantes délicates : jasmin, violette) et l'enfleurage à chaud (la graisse est chauffée entre 60°C et 70°C) (Sallé, 1991).

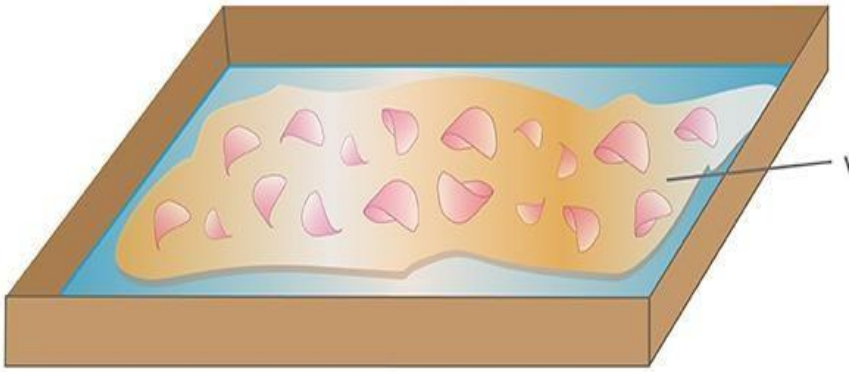


Fig. II. 3. Enfleurage

- **Les avantages**
  - Technique biologique car pas recours à des produits polluants ou solvants
  - très haute qualité olfactive
- **Les inconvénients**
  - Importance main d'œuvre
  - nécessite un grand nombre de matériaux
  - manipulation difficile et entièrement manuelle

- temps d'extraction très long
- processus coûteux
- rendement faible

II. 2. 4. L'entraînement à la vapeur ou l'hydrodistillation

L'entraînement à la vapeur consiste, comme son nom l'indique, à distiller un composé par entraînement à la vapeur d'eau (fig. II. 4). C'est une méthode très utilisée pour l'extraction des huiles essentielles (Sallé, 1991).

Les matières à extraire sont placées dans une chaudière avec de l'eau. Après chauffage la vapeur d'eau produite chargée en molécules organiques est condensée puis récupérée, décantée et séparée de l'eau.

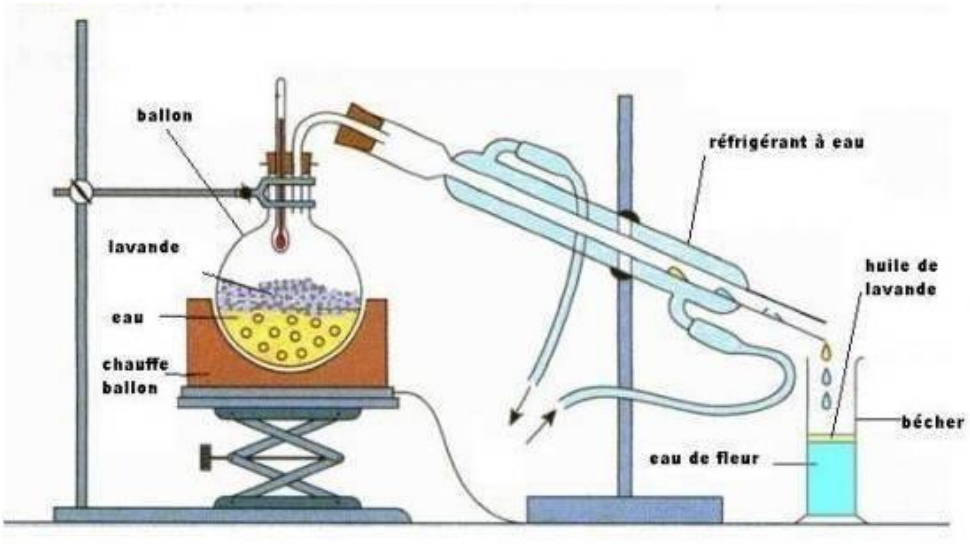


Fig. II. 4. Extraction par Hydrositillation ou entrainement à la vapeur

- **Les avantages**
  - Durée courte
  - Matériel de base suffisant
  - Coût faible
- **Les inconvénients**
  - Dilemme qualité/ quantité (plus la durée d'extraction est longue plus la qualité olfactive est moindre)

II. 2. 5. L'extraction par supercritiques

L'originalité de cette technique d'extraction réside dans le type de solvant employé, le supercritique. Au – delà du point critique (P= 73,8 bars et T= 31.1°C), le possède des propriétés intermédiaires entre celles des liquides et des gaz ce qui lui confère un bon pouvoir d'extraction, qui plus est, facilement modulable en jouant sur les conditions de température et de pression (Pellerin, 1991).

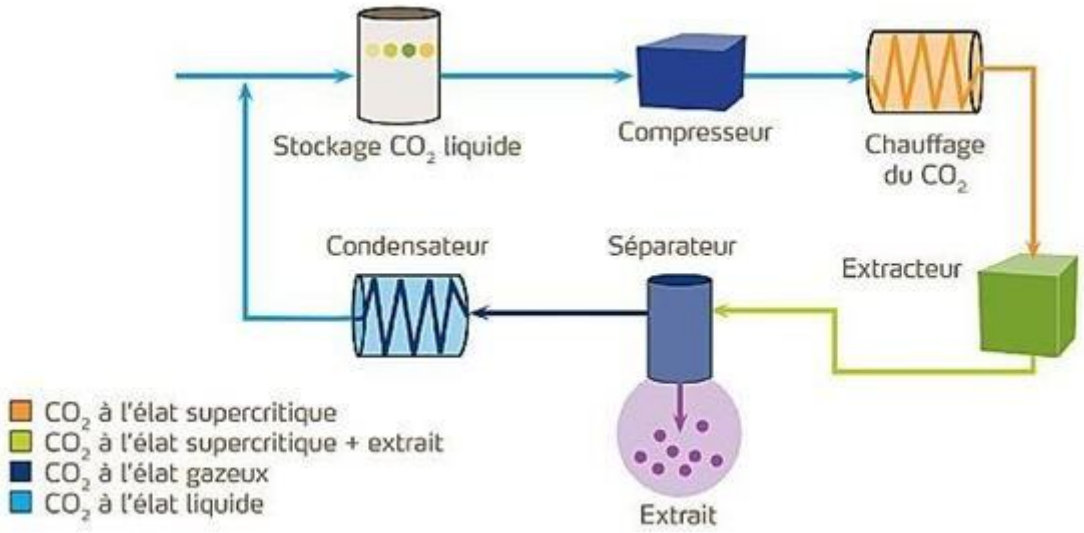


Fig. II. 5. Extraction par co_2 supercritique

- **Les avantages**
  - solvant (CO2) pas inflammable
  - odeur très proche de l'odeur naturelle
  - très moderne
  - Bonne rendement
- **Les inconvénients**
  - très coûteuse
  - nécessite une bonne maîtrise technique.
  - gourmande en énergie, ce qui gonfle
  - Encore plus les coûts de production.

II. 2. 6. Extraction par solvant organique

En terme général, un solvant est une substance qui sert à dissoudre une autre substance. Dans le contexte industriel, on se limite aux solvants organiques, c'est-à-dire ceux qui contiennent au moins un atome de carbone dans leurs structures moléculaires (Bégin et Gérin.2002).

D'après Cohr 1985, un solvant organique est un composé chimique ou mélange qui est liquide entre 0º et 250ºC approximativement, qui est volatil et relativement inerte chimiquement. Les solvants sont utilisés industriellement pour extraire, dissoudre ou suspendre des substances insolubles dans l'eau.

Les solvants organiques sont des solvants contenant du carbone. Ils sont classés en trois familles :

- Les solvants hydrocarbures (aliphatiques et aromatique) ;
- Les solvants oxygénés (les alcools, les cétones, Les acides, Les esters, Les éther..) ;
- Les solvants halogénés.

Le choix du solvant d'extraction obéit à trois critères (maxicours : https://www.maxicours.com/se/cours/principe-de-l-extraction-par-un-solvant/):

- L'état physique du solvant ; liquide à température et pression de l'extraction ;
- Le non miscibilité du solvant avec l'eau ;
- La solubilité de l'espèce à extraire : l'espèce extraite doit être plus soluble dans le solvant que dans l'eau.

L'extraction par solvant organique se fait d'après plusieurs types :

II. 2. 6. 1. Extraction directe

L'espèce chimique est extraite d'un produit naturel par macération puis filtration.

II. 2. 6. 2. Extraction liquide-liquide

L'extraction liquide-liquide est une opération qui permet la séparation d'un ou plusieurs constituants par l'utilisation de leur distribution inégale dans deux liquides pratiquement non-miscibles (https://www.emse.fr/~brodhag/TRAITEME/fich9_6.htm). Elle consiste à faire passer une substance d'un solvant dont elle est difficilement séparable à un autre dont elle sera isolable.

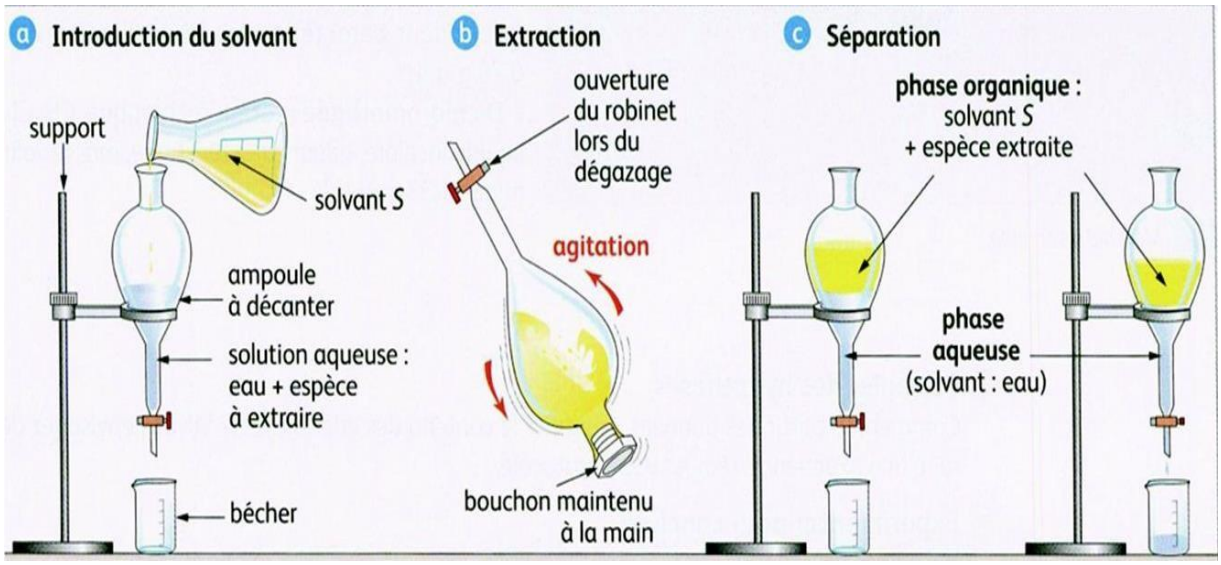


Fig. II. 6. Extraction liquide-liquide (http://4pharma.blogspot.com/2017/08/lextraction-liquide-liquide.html).

II. 2. 6. 3. Extraction solide-liquide : est une opération unitaire ayant pour but d'extraire, de prélever ou de dissoudre, à l'aide d'un liquide, une ou plusieurs espèces chimiques contenues dans un solide (Leybros et Frémeaux ,1990). D'une autre manière, elle est une opération physique de transfert ou d'échange de matière entre la phase solide, contenant le composé à extraire et la phase d'extraction ou la phase liquide (Herzi, 2013). Lors du contact entre le solvant d'extraction et le solide, le composé à extraire est solubilisé et se déplace vers la phase d'extraction.

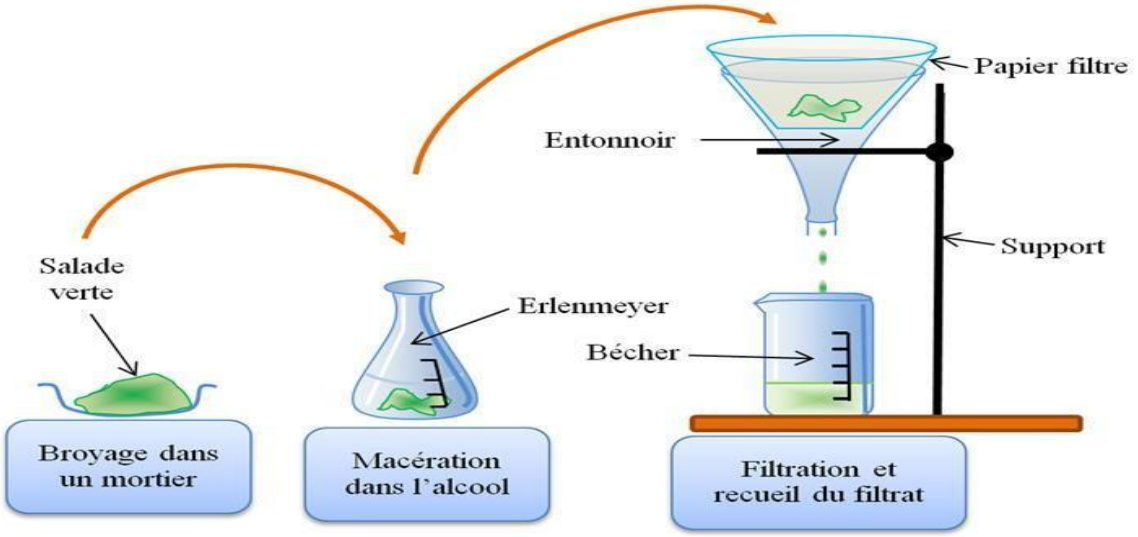


Fig. II. 7. Extraction solide-liquide

II. 3. Utilisation des extraits végétaux

Les extraits végétaux sont connus et utilisés dès l'antiquité dans plusieurs domaines tels que : la parfumerie, le cosmétique, la pharmacie, l'industrie … etc.

II. 3. 1. Dans le domaine agroalimentaire

Assaisonnement, des boissons, des colorants et des composés aromatiques, les épices et les herbes aromatiques utilisés dans l'alimentation sont pour une bonne part responsable des plaisirs de la table (Delaveau, 1987)

II. 3. 2. Dans l'agriculture

En plus des services que rendent ces extraits à l'homme, certaines plantes se sont montrées actives contre les insectes ravageurs, et de ce fait auraient aussi un intérêt dans le domaine de la protection des végétaux.

II. 3. 3. En cosmétique

Les extraits trouvent plusieurs secteurs d'application en cosmétique pour des produits de beauté, des parfums, des articles de toilette et des produits d'hygiène (Porter, 2001).

II. 3. 4. En produits ménagers

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

II. 3. 5. dans le domaine médical

Selon (Bruneton, 1993), les extraits végétaux se caractérisent par des propriétés antiseptiques voir antimicrobiennes et antivirales et des propriétés équilibrantes sur les différentes fonctions de l'organisme.

Ils sont, également, utilisés dans la médecine esthétique aussi pour améliorer l'apparence physique d'une personne ainsi qu'à maintenir une peau saine. Les extraits végétaux sont utilisés comme des agents antimicrobiens et antiseptiques. Parmi les produits cosmétiques qui peuvent être fabriqué à partir de ces extraits on trouve les baumes.

II. 3. 4. 1. Définition d'un baume

Un baume est une préparation pour usage externe, de consistance ferme à solide. Il est à base huileuse et souvent formulé sans eau. Les baumes contiennent une forte proportion de cires et d'huiles surgraissantes. La présence des cires, filmogènes, permet une protection efficace contre la déshydratation. C'est une galénique douce et agréable, qui se chauffe et dont la consistance devient plus molle à l'application (Margot, 2015).

II. 3. 4. 2. Formulation du baume : Il contient deux phases

a) **La phase lipophile :** également appelée phase grasse, phase huileuse ou phase organique, est généralement constituée d'un mélange d'ingrédients d'origines variées.

Elle peut être composée d'huiles, de graisses et/ou de cires qui, à température ambiante, se trouvent respectivement sous forme liquide, semi-solide et solide. Des substances synthétiques peuvent aussi être utilisées.

b) La phase Hydrophile : appelée également phase aqueuse, contient généralement de l'eau et des composés solubles en phase aqueuse appelés composés hydrosolubles.

a) Les additifs : D'après Rakotonandrasana (2019) on trouve :

- **Les colorants** qui sont des additifs purement esthétiques, ils n'ont aucune fonction essentielle sur le produit et son utilisation. Ils rendent le produit attirant en rehaussant sa couleur et préviennent sa décoloration. On trouve les colorants naturels, par exemple, la betterave, le poivron rouge, ß-carotène de la carotte ou le curcuma ; et les colorants synthétiques qui sont le rouge allura, le bleu brillant, la tartrazine et le jaune soleil
- **Les épaississants** qui donnent au baume sa consistance. La cire d'abeille sert de facteur de consistance des phases grasses. Auxquelles, elle apporte un caractère occlusif qui réduit la perte en eau de la peau.
- **Parfum ou arome** confère au baume sa personnalité. Le patient aime utiliser un produit à parfum ou arôme agréable.
- **Emollients** sont des substances qui détendent, relâchent, amollissent et adoucissent la peau. Ils aident à lubrifier la peau et de protéger la fonction barrière de la peau. par exemple le beurre de coco ou huile de tournesol…etc.
- **Hydratant** pour évite la déshydratation de la peau. Il augmente la teneur en eau de la peau et le maintien doux et lisse.
- **Antioxydants** qui peuvent réduire les dommages causés par les oxydants (dus à l'oxygène) ou provoqués par les radicaux libres, ralentir la progression de dégénération musculaire relative à l'âge.

a) Principes actifs ce sont des substances actives qui confèrent aux produits les propriétés de guérir ou de bien-être, souvent sont des extraits végétaux ou des huiles essentiels.

Chapitre III : L'activité antibactérienne

III. 1. Le pouvoir antimicrobien des plantes médicinales

Les recherches actuelles sur les molécules antimicrobiennes d'origine naturelle se concentrent principalement sur les plantes, car ils peuvent être achetés plus facilement et seront sélectionnés sur la base de leur utilisation en médecine traditionnelle.

Il est connu que le traitement des infections bactériennes se base principalement sur l'usage des antibiotiques. Mais, la consommation à grande échelle de ces « médicaments » a entrainé la sélection de souches multi résistantes d'où l'importance d'orienter les recherches vers de nouveaux substituts, surtout les végétaux qui ont toujours constitué une source d'inspiration dans les recherches médicales (Riachi, 2014).

Beaucoup de groupes de recherches ont étudié l'activité antimicrobienne des extraits de plantes médicinales telles que *Pistacia lentiscus* (Benhammou et Atik Bekkara, 2007), *Thymus vulgaris*, *Zingiber officinale* (Kaabour, 2009), ils ont trouvé que ces extraits sont actifs non seulement contre les bactéries mais aussi contre les champignons, les levures et les virus.

D'autres groupes de chercheurs ont franchi une étape plus loin, ils ont isolé et identifié les métabolites responsables de l'activité antimicrobienne des extraits de plantes, cette étape constitue une plateforme pour plusieurs implications incluant l'industrie pharmaceutique, la médecine alternative, et la thérapie naturelle (Boudjouref.2011).

III. 2. Méthodes de détermination de l'activité antimicrobienne

III. 2. 1. Antibiogramme

L'antibiogramme standard est un test *in vitro* de sensibilité d'un germe à un ou plusieurs antibiotiques ou biomolécules. Il doit obligatoirement être effectué sur une culture pure et identifiée. Cela permet d'ajuster la densité de l'inoculum, de choisir judicieusement les antibiotiques à tester, et de pratiquer une lecture interprétative.

Deux méthodes différentes ont été utilisées pour déterminer l'activité antimicrobienne *in vitro*. La réalisation et l'interprétation de ces derniers sont codifiées par les communautés scientifiques : le Comité des Antibiotiques de la Société Française de Microbiologie (CASFM), le Comité Européen des Tests de Susceptibilité aux Antimicrobiens (EUCAST) pour la partie européenne et le Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) aux Etats-Unis. D'où (Monier, 2017) les a résumés en :

III. 2. 1. 1. Antibiogramme par dilution

La technique de référence, dite de micro dilution, consiste à ensemencer un inoculum bactérien standardisé au contact de concentrations croissantes d'antibiotiques ou de la molécule à tester. L'inoculum est distribué dans une série de cupules contenant l'antibiotique

ou une biomolécule à tester. Après une incubation de 18h à 37°C, la valeur de la CMI est indiquée par la cupule contenant la plus faible concentration de molécule active (antibiotique ou autre) où aucune croissance n'est visible. Cette technique est précise mais longue à réaliser, et comporte de nombreux risques d'erreurs. Selon le même principe, il existe une méthode en milieu liquide dite de macro dilution, où les cupules sont remplacées par des tubes (Monier, 2017).

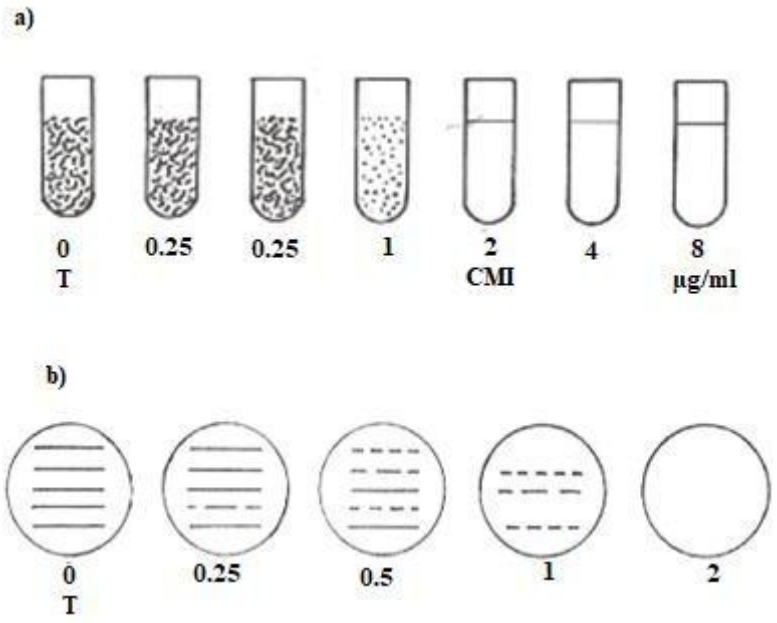


Fig. III. 1. Méthode de dilution en milieu (a) liquide (b) solide (Duval et Soussy, 1980)

III. 2. 1. 2. Antibiogramme par diffusion sur milieu solide

Dite la méthode des disques, consiste à placer des disques imprégnés d'antibiotiques ou de la molécule à tester sur une gélose où une suspension bactérienne a été préalablement déposée. Dès l'application des disques, les molécules diffusent de manière uniforme si bien que leurs concentrations sont inversement proportionnelles à la distance du disque. Après 18-24 h d'incubation, les diamètres d'inhibition autour des disques imprégnés de solution sont mesurés et comparés aux abaques fournis par les sociétés savantes. Ces zones d'inhibition circulaires correspondent à l'absence de croissance bactérienne visible (fig. III. 2. Plus la zone d'inhibition est grande, plus grande est la sensibilité de la souche bactérienne testée vis-à-vis de la molécule étudiée. Ces zones peuvent être mesurées manuellement ou à l'aide d'automates munis de caméra (Monier, 2017).

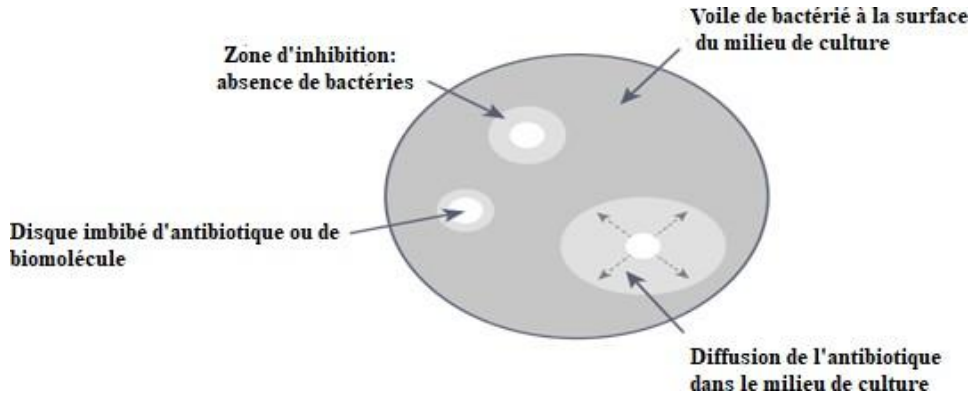


Fig. III. 2. Antibiogramme par diffusion sur milieu solide

III. 3. Généralité sur les bactéries

D'après Nauciel et Vildé (2005), les bactéries sont des micro-organismes unicellulaires classés parmi les procaryotes, car ils ne possèdent pas de membrane nucléaire. Ce caractère les distingue des autres organismes unicellulaires classés parmi les eucaryotes (champignons, algues, protozoaires). On distingue aussi les bactéries proprement dites (*Bacteria*) des bactéries primitives (*Archaea*). Presque toutes les bactéries en pathologie appartiennent aux (*Bacteria*). Les bactéries ont, généralement, un diamètre inférieur à 1 µm. On peut les voir au microscope optique, à l'état frais ou après coloration. Leur forme peut être sphérique (cocci), en bâtonnet (bacilles), incurvée (vibrions) ou spiralée (spirochètes) (fig. III. 3). Les détails de leur structure ne sont visibles qu'en microscopie électronique.

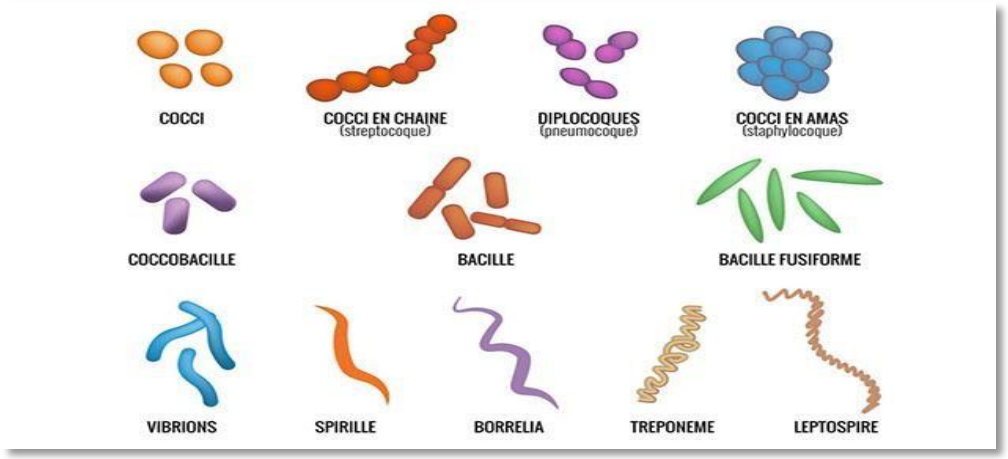


Fig. III. 3. Morphologie microscopique des bactéries (GPBP., 2017).

Les bactéries peuvent être classées et identifiées en fonction des plusieurs paramètres tels que : la morphologie microscopique/macroscopique, résultat de la coloration de Gram,

température de croissance, besoins respiratoire, mobilité, la présence de spores et les besoins nutritionnels (GPBP.2017).

III. 3. 1. Les différents types de bactéries

III. 3. 1. 1. Les bactéries à Gram positif

- ***Staphylococcus aureus***

Ce sont des cocci à Gram positif appartenant à la famille des *Micrococcaceae*. Ils ont une organisation groupée en amas ayant une forme de grappe de raisin (fig. III. 4). Ils sont immobiles non sporulés, catalase positive. Très résistants dans le milieu extérieur. Parmi les 27 espèces du genre *Staphylococcus* les plus pathogènes et les plus fréquents en communautaire et hospitalier (nosocomial) sont *S. aureus*, *S.epidemidis* et *S. saprophyticus*, car ils sont ubiquitaire et virulents. Les staphylocoques sont aérobies ou anaérobies facultatives (Benzeggouta, 2005).

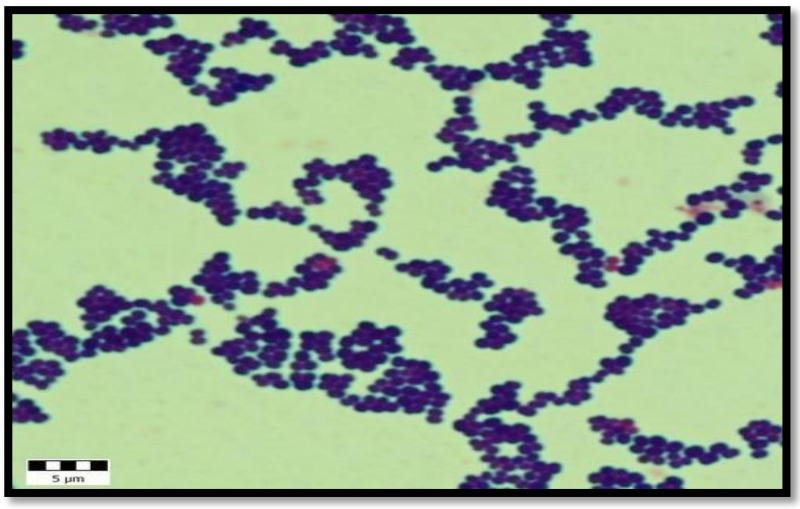


Fig. III. 4. Observation microscopique de *Staphylococcus aureus* (https://www.microbiologyinpictures.com/)

- ***Enterococcus spp***

Les entérocoques sont des cocci à Gram positifs, anaérobies facultatifs, catalase négative, se présentant sous forme de paires ou de courtes chainettes (Versalovic et al,. 2011) (fig. III. 5). Qui habite le tube digestif des humains et d'autres mammifères. Elle cause des infections mortelles chez l'homme, particulièrement dans les environnements hospitaliers. Elle possède un haut niveau de résistance naturelle aux antibiotiques.

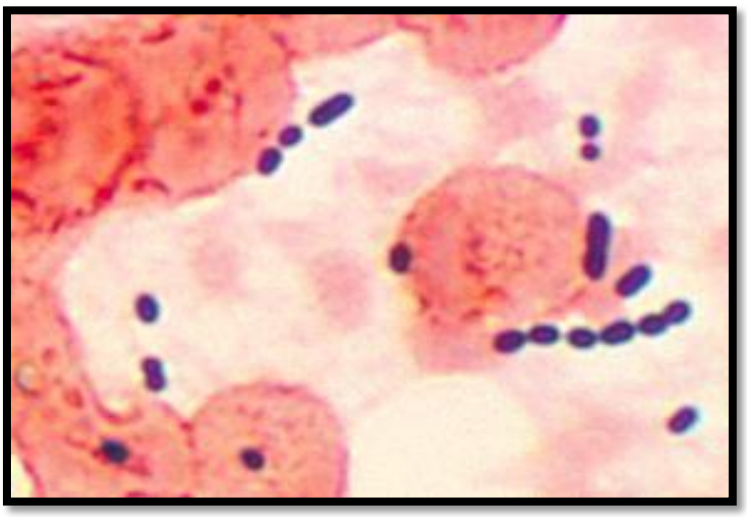


Fig. III. 5. Observation microscopique d'*Enterococcus*

(https://fr.wikipedia.org/wiki/Ent%C3%A9rocoque)

III. 3. 1. 2. Les bactéries à Gram négatif

- ***Escherichia coli***

Escherichia coli, également appelée colibacille, est une bactérie intestinale (Gram négatif), des mammifères, très commune chez l'être humain. En effet, elle compose environ 80% de notre flore intestinale aérobie (fig. III. 6). Cependant, certaines souches d'*E. Coli* peuvent être pathogènes en entraînant des gastro-entérites, infections urinaires, méningites. Elles sont anaérobies facultatives, bâtonnets, mobiles par cils périt riches (Leclerc, 1995).

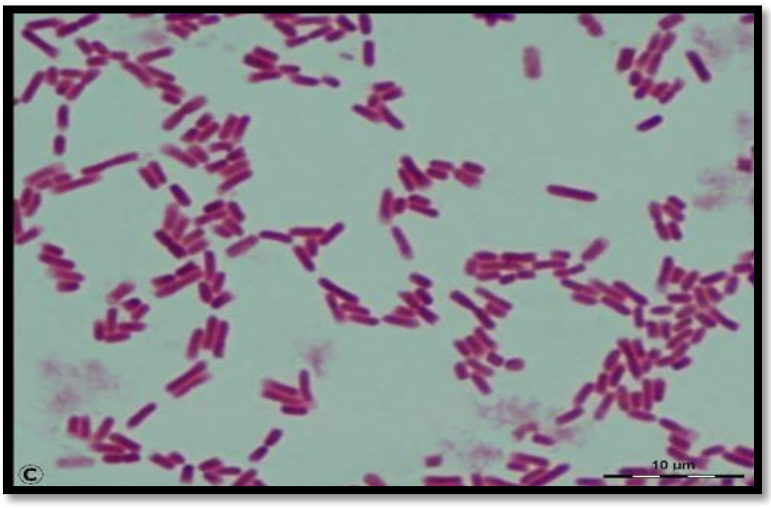


Fig. III. 6. Observation microscopique d'*Escherichia coli*

(https://www.microbiologyinpictures.com/)

- ***Pseudomonas aeruginosa***

La *Pseudomonas aeruginosa* est une bactérie Gram-négative du genre *Pseudomonas* (fig. III. 7). Se présentant de manière isolée ou groupée par deux ou en courtes chaînes, très mobiles grâce à un flagelle polaire. C'est un germe ubiquitaire, vivant dans les sols et en milieu humide, fréquent en milieu hospitalier, entraînant l'apparition de véritables souches d'hôpital.

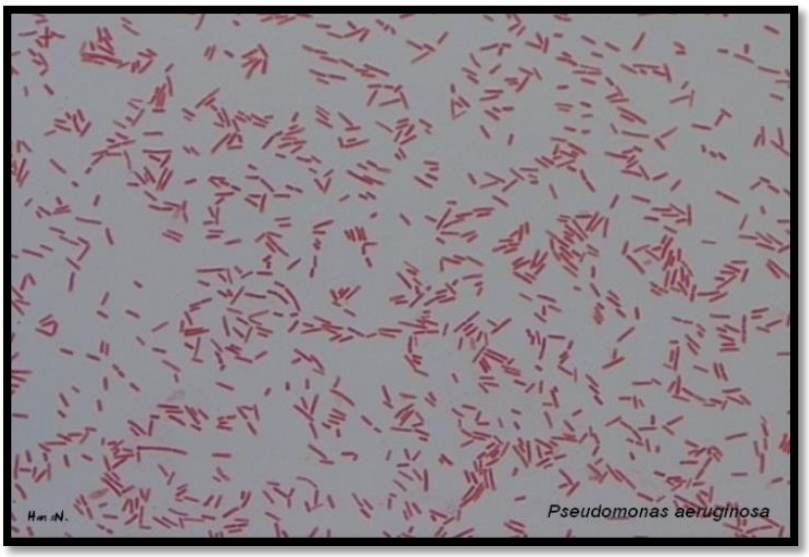


Fig. III. 7. Observation microscopique de *Pseudomonas aeruginosa* *(https://www.microbiologyinpictures.com/)*

- ***Proteus* spp.**

Proteus est une Bacilles à Gram négatif; très polymorphe appartenant de la famille des *Enterobacteriaceae* (fig. III. 8). Dans les cultures jeunes, s'existant des formes longues et filamenteuses ces formes longues peuvent disparaitre pour donner des petits bacilles droits de 0,3 à 3 µm (Guessoum et Yakhlef, 2017). C'est un germe commensale de tube digestif et très répandue dans la nature : les eaux de surface; eaux usées; sols; les légumes. Ce sont des germes saprophytes qui vivent sur la peau et les muqueuses. Ils sont souvent en cause dans des infections urinaires.



Fig. III. 8. Observation microscopique de *Proteus* spp (fouad kamel.2015)

III. 4. Généralités sur les champignons

Les champignons représentent l'un des plus importants groupes d'organismes sur terre et jouent un rôle clé dans un grand nombre d'écosystèmes. Ce sont des organismes eucaryotes à mode de reproduction sexuée ou asexuée. Les spores produites peuvent avoir un rôle dans la dispersion des champignons, mais peuvent également jouer un rôle dans la survie de l'organisme lorsque les conditions environnementales deviennent défavorables. Leur mode de nutrition se fait par absorption en libérant dans un premier temps des enzymes hydrolytiques dans le milieu extérieur. Ces organismes sont dépourvus de chlorophylle et sont tous hétérotrophes. Les classifications les plus récentes font apparaître les champignons dans le règne unique des eucaryotes et plus précisément dans le groupe des Opisthokonta et ils sont d'abord basés sur un mode de reproduction sexuée ou phase téléomorphe (Agronomieinfo : https://agronomie.info/fr/generalites-sur-les-champignons/).

- ***Candida albicans***

Candida albicans est une espèce de levure la plus importante et la plus connue du genre *Candida* (fig. III. 9). Elle provoque des infections fongiques au niveau des muqueuses digestives et gynécologiques. Les candidoses sont une cause importante de mortalité chez les patients immunodéprimés. *C. albicans* est un champignon microscopique vivant à l'état naturel dans les muqueuses de l'être humain. On le retrouve chez 80% de la population, et il n'entraine aucune maladie ou symptôme en particulier. Dans certains cas il peut devenir pathogène (technoscience-net :https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Candida-albicans.html).

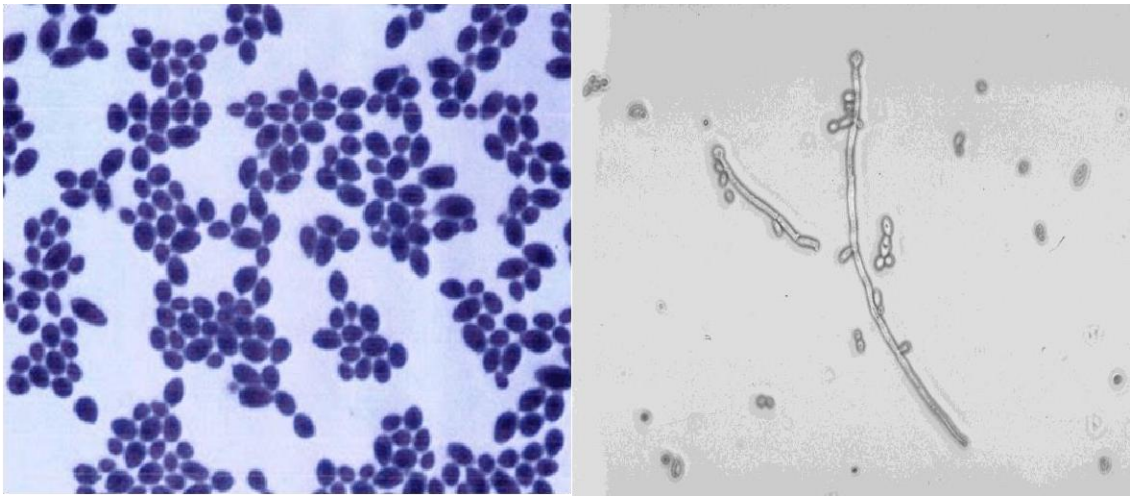


Fig. III. 9. Observation microscopique et pseudohyphes de *Candida albicans*

(http://www.medical-labs.net/candida-albicans-koh-preparation-2505/)

Chapitre IV :
Matériels et Méthodes

La partie expérimentale a été réalisée au laboratoire de la faculté des sciences, Université Dr Yahia Farés. La détermination de l'activité antimicrobien a été réalisé au niveau du laboratoire de microbiologie «EPSP de Médéa».

IV. 1. Matériel

IV. 1. Matériel de laboratoire et produits chimiques

Le matériel utilisé pour réaliser cette étude est présenté dans le tableau 1.

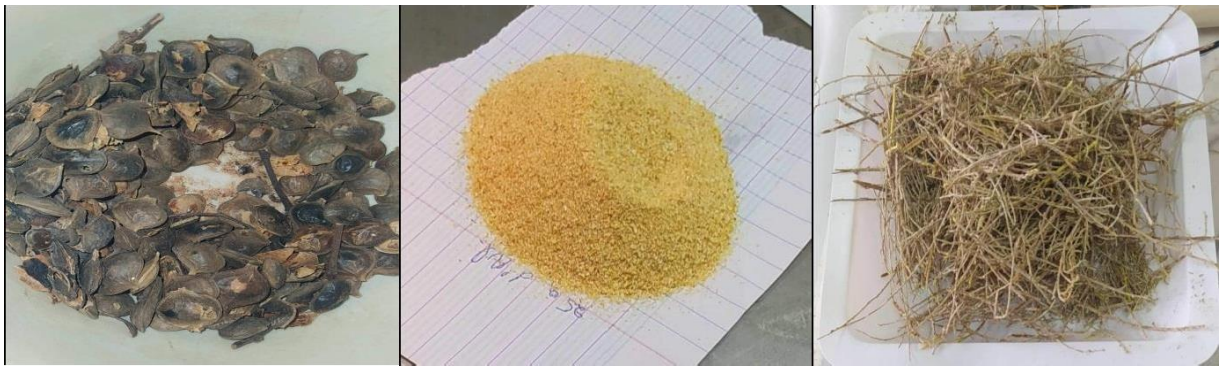
Tableau IV. 1. Matériel et produits utilisés

Appareillage et Verreries	Réactifs	Milieux de culture
- La verrerie Cristallisoir, Béchers, verre de montre, Flacons, burette graduées, Erlenmeyer, entonnoir, Les tubes à essai, **- Appareillage** Balance analytique, Bain marie, Plaque chauffante, Thermomètre, pH mètre, Réfractomètre, Densitomètre, Etuve, Rota évaporateur. **- Autres consommables** Papier filtre, Boites de pétri, Disques stériles, Pipettes pasteur, Ecouvillon, Pince, Bec benzène.	- Ethanol - Propylène glycol - Glycérol.	-Muller-Hinton. - Sabouraud.

IV. 1. 2. Matériel végétal

Les plantes qui ont fait l'objet de notre étude sont l'Armoise (*Artemisia herba alba),* l'ail et L'*Acacia senegal*. Elles ont été choisies sur la base de leurs utilisations en médecine traditionnelle. Elles ont été obtenues de l'épicier.

Ce sont les parties ariennes (tige et feuillies) qui ont fait l'objet de notre étude pour l'*Artemisia herba alba*, les gousses pour l'*Acacia senegal* et la poudre de l'ail (photo IV. 1).



(1) **(2)** **(3)**

Photo IV. 1. Les plantes utilisées dans cette étude (1) Gousse de l'*Acacia senegal* (2) Poudre de l'ail (3) l'armoise blanche : *Artemisia herba alba*

IV. 1. 3. Les souches bactériennes utilisées

L'activité antimicrobienne de nos extraits est évaluée sur cinq souches bactériennes et une souche fongique (tableau IV. 2), provenant du laboratoire de microbiologie «EPSP de Médéa». Ces dernières sont des souches sauvages (isolées des patients),

Tableau IV. 2. Les souches microbiennes utilisées

Gram positif	Gram négatif	Champignon
- *Enterococcus spp* - *Staphyloccocus Aureus*	- *Escherichia coli* - *Proteus spp* - *Pseudomonas aeruginosa*	- *Candida albicans*

IV. 2. Méthodes

IV. 2. 1. Extraction solide liquide par un solvant

L'extraction solide- liquide par un solvant est une opération qui consiste à laisser macérer la matière végétale (broyat) d'*Acacia senegal*, l'ail et *Artemisia herba alba*, étudiées dans notre travail, dans le solvant pour extraire les principes actifs. Différents solvants ont été utilisés à savoir : l'eau distillée, le glycérol, l'éthanol et le propylène glycol. Les conditions d'extraction sont présentées dans le tableau IV. 2.

Tableau IV. 2. Conditions de préparation des extraits végétaux d'*Acacia senegal,* l'ail et *Artemisia herba alba*

Solvant	La matière végétale (g)	Volume du solvant	Température	Temps
eau distillé	25	250ml	Laissez macérer à température ambiante	24h
Glycérol/eau distillée	25	105 ml/280ml	Etape 1 : Chauffez à 80 °C	1h
			Etape 2 : Laisser macérer à température ambiante et à l'obscurité	15 jours
Ethanol/eau distillée	25	75ml/25ml	Etape 1 : Mettez dans un bain marie bouillant	30mn
			Etape 2 : Laisser macérer à température ambiante et à l'obscurité	15 jours
Propylène glycol/eau distillée	25	12.5g/112.5ml	Laisser macérer à température ambiante et à l'obscurité	6h

A la fin de chaque opération, une filtration au papier wathman a été réalisée à fin de récupérer l'extrait.

IV. 2. 2. Caractérisation des extraits végétaux bruts

IV. 2. 2. 1. Caractérisation organoleptique

Il s'agit de l'analyse sensorielle des caractéristiques des extraits obtenus. Elle consiste en l'observation des extraits bruts puis apprécier la couleur et l'odeur.

IV. 2. 2. 2. Analyses physicochimiques

a) Détermination de la densité

Le principe de fonctionnement est basé sur la mesure directe de la densité à l'aide d'un densitomètre avec présentation numérique des résultats en unités Mc Farland (photo IV. 2).



Photo IV. 2. DEN-1 Mc Farland densitomètre

b) Détermination de l'indice de réfraction

La mesure a été effectuée directement à l'aide d'un réfractomètre de type 2waj abbe banche. Après avoir ajusté la ligne horizontale, le résultat apparaît immédiatement (photo IV. 3).

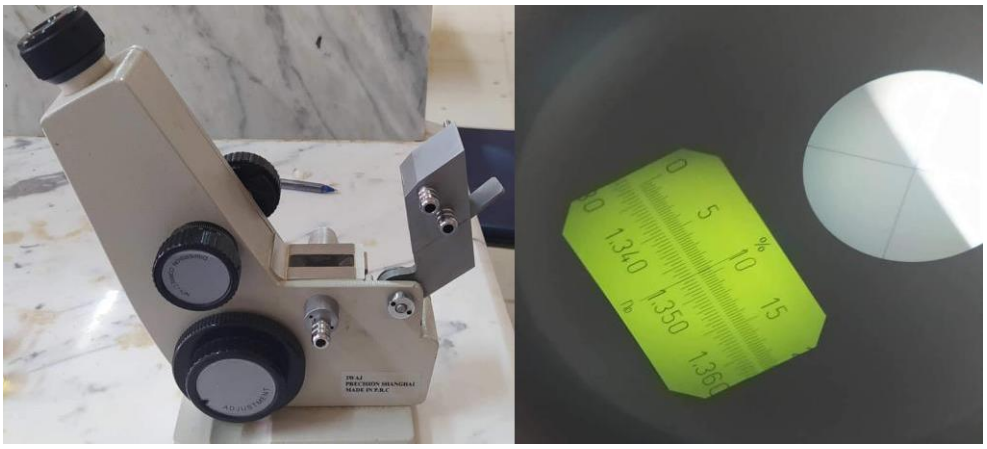


Photo IV. 3. Réfractomètre et la lecture de l'indice de réfraction

Les réfractomètres Abbe sont utilisés pour mesurer les liquides. La lumière d'une source de rayonnement est réfléchie par un miroir et frappe un double prisme.

L'indice de réfraction est une grandeur caractérisant une interaction entre lumière et matière, et quelques paramètres peuvent faire varier de dernier d'un milieu : la longueur d'onde, la température, la pression ou encore la concentration d'une solution.

c) Détermination du rendement d'extraction

Le rendement est déterminé à l'aide de rota-évaporateur (photo IV. 4). Cet appareil permet d'éliminer rapidement un solvant volatil par évaporation. Le principe est basé sur l'abaissement du point d'ébullition avec la pression.



Photo IV. 4. Rota-évaporateur

Le poids de l'extrait sec est déterminé par la différence entre le poids du ballon plein (après évaporation) et le poids du ballon vide (avant évaporation). Il est calculé selon la formule suivante :

$$RHE = M'/M \times 100$$

RHE : Rendement en %.
M': Masse de l'extrait obtenue en gramme.
M : Masse de la matière végétal.

d) Détermination du pH

Le pH c'est l'abréviation du potentiel d'hydrogène qui mesure l'activité chimique des ions hydrogènes (H^+) en solution. Plus couramment, le pH mesure l'acidité ou l'alcalinité d'une solution.

- Elle est acide si son pH est <à 7
- Neutre s'il est égal à 7,

- Basique s'il est >à 7

La mesure de pH à température ambiante a été réalisé par le trempage directe de la sonde du un pH mètre (photo IV. 5) dans l'extrait à caractériser.



Photo IV. 5. pH- mètre

IV. 2. 2. 3. Évaluation l'activité antimicrobienne

a) Préparation d'inoculum

- A partir d'une culture jeune (de 24h), prélever à l'aide d'une pipette pasteur quelques colonies bactériennes bien isolées ;
- Transvaser le contenu dans un tube contenant 10 ml d'eau physiologique stérile ;
- Incuber par la suite les tubes à essai à 37°C pendant 15minnutes.

b) Préparation des disques

- Préparer les disques de papier filtre de 9 mm de diamètre (Whatman N°1) ;
- Stériliser les disques à l'autoclave, à 120°C pendant 20 minutes.

c) Test d'activité antimicrobienne

- Couler dans les boites de pétri une quantité de Muller Hinton/ Sabouraud (selon les souches étudiées) équivalente à 18 ml;
- Laisser les boites entre ouvertes devant la flamme jusqu'à complète solidification ;
- Plonger un écouvillon stérile dans la suspension bactérienne et éliminer l'excès de liquide en essorant l'écouvillon contre la paroi de tube à essai ;
- Ensemencer par écouvillonnage sur la totalité de la surface gélosée, sèche, de haut en bas, en stries serrées. Sans oublier de faire pivoter l'écouvillon sur lui-même et de passer l'écouvillon sur la périphérie de la gélose (pourtour de la gélose) ;
- L'opération a été répétée encore deux fois, en tournant la boîte de 60° à chaque fois (trois directions) ;

- Des disques de papier filtre, imprégnés des solutions à tester sont déposés à la surface des boites ensemencées.
- Laisser les boites pendant 20minutes à température ambiante pour permettre la diffusion de la solution testée dans la gélose ;
- Incuber à 37°C pendant 24h pour les bactéries et 25°C pendant 24h à 48h pour les champignons.

d) Lecture des résultats

- Mesurer, à l'aide d'une règle, le diamètre (en mm) de la zone d'inhibition autour des disques. Dont il est proportionnel à la sensibilité du germe par apport à la plante étudiée.

IV. 2. 3. Processus de formulation des baumes

La composition du baume préparé dans notre travail est présentée dans le tableau 3.

Tableau IV. 3. Les composants du baume

Constituants	Proportions (%)
➢ La phase huileuse :	
- Cire d'abeilles	10
- Huile d'olive	76
- Beurre de karité	2
- Alcool cétylique	2
➢ La phase aqueuse :	
- Extrait (*A. senegal*/Armoise)	4
- Eau distillé	6

IV. 2. 3. 1. Protocole de préparation du baume

Etape 1 : Stérilisation de matériel

Il est important de stériliser correctement le matériel, pour éviter toute éventuelle contamination. .

Etape 2 : Préparation des deux phases

Peser les ingrédients et préparer les deux phases dans deux béchers différents, en prenant soin de bien mélanger les ingrédients.

Etape 3 : Chauffage

- Faites chauffer les deux phases à 70-80°C au bain-marie. Les deux phases doivent être à la même température simultanément.

Etape 4 : Emulsifier

- Ajouter la phase aqueuse à la phase huileuse et procédez à l'émulsification en agitant énergiquement à l'aide d'un mélangeur électrique.
- Agiter bien, jusqu'à l'obtention d'une émulsion homogène et opaque.

IV. 2. 3. 2. Analyses physicochimique du baume préparé

Le produit formulé doit être compatible à la peau humaine d'où la nécessité de mesurer son pH et sa densité

a) Détermination de la densité (voir section IV. 2. 2. 2. a)

b) Détermination du pH

Il Permet de connaître l'acidité des produits cosmétiques en utilisant le pH-mètre. Celui-ci est un paramètre très important en cosmétique. Le pH de la peau a été défini en moyenne à 5,5. Un pH en-dessous ou au-dessus n'est donc pas très commode pour la peau.

Il est déterminé directement en plongeant la sonde du pH dans le baume préparé.

c) Analyse sensorielle

Est un ensemble de techniques permettant de mesurer les perceptions sensorielles provoquées par un produit grâce aux 5 sens humains : vue, ouïe, odorat, goût, touché.

d) Test de stabilité

Ce test a pour but d'évaluer le temps d'altération ou de dégradation des baumes. Ainsi que, chaque baume a été mis durant 4 semaines à température ambiante

e) Test d'efficacité et de tolérance

L'objectif principal de ces tests cliniques est de déterminer la performance et évaluer l'efficacité de produit. Des volontaires présentant différentes lésions cutanées (plaies, champignons) vont tester le baume préparé tous les jours en raison d'une application par jour.

Chapitre V :
Résultats et discussion

Notre travail consiste en l'extraction de biomolécules actives à partir de différentes plantes dotées, selon la bibliographie, d'activités biologiques différentes à savoir l'activité antimicrobienne. L'extrait le plus actif sera utilisé dans la formulation d'un baume thérapeutique.

V. 1. Caractérisation des extraits végétaux préparés

Les extraits végétaux ont été préparés en utilisant différents solvants à savoir : l'eau distillée, l'éthanol, glycérine et propylène glycol (PG).

V. 1. 1. Caractérisation organoleptique

Les caractéristiques organoleptiques des extraits végétaux sont présentées dans le tableau V. 1.

Tableau V. 1. Caractéristiques organoleptiques des extraits préparés

Les plantes	Les solvants	Le caractère organoleptique
L'armoise (verte)	Eau	Un liquide de couleur verte avec des reflets marron et odeur aromatique âcre, caractéristique de l'armoise
	Ethanol/eau	
	Glycérol/eau	
	Propylène glycol/eau	
L'ail (poudre jaune)	Eau	Un liquide de couleur jaune et odeur aromatique âcre piquante, caractéristique de l'espèce végétale
	Ethanol/eau	
	Glycérol/eau	
	Propylène glycol/eau	
L'*Acacia senegal* (gousse marron)	Eau	Un liquide de couleur marron et odeur aromatique âcre *sucré*, caractéristique de l'espèce végétale.
	Ethanol/eau	
	Glycérol/eau	
	Propylène glycol/eau	

On remarque que quel que soit le solvant l'aspect de l'extrait de change pas. Donc il dépend de la plante elle-même (photo IV. 1).

V. 1. 1. Indice de réfraction

Les résultats obtenus sont résumés dans la figure V. 1.

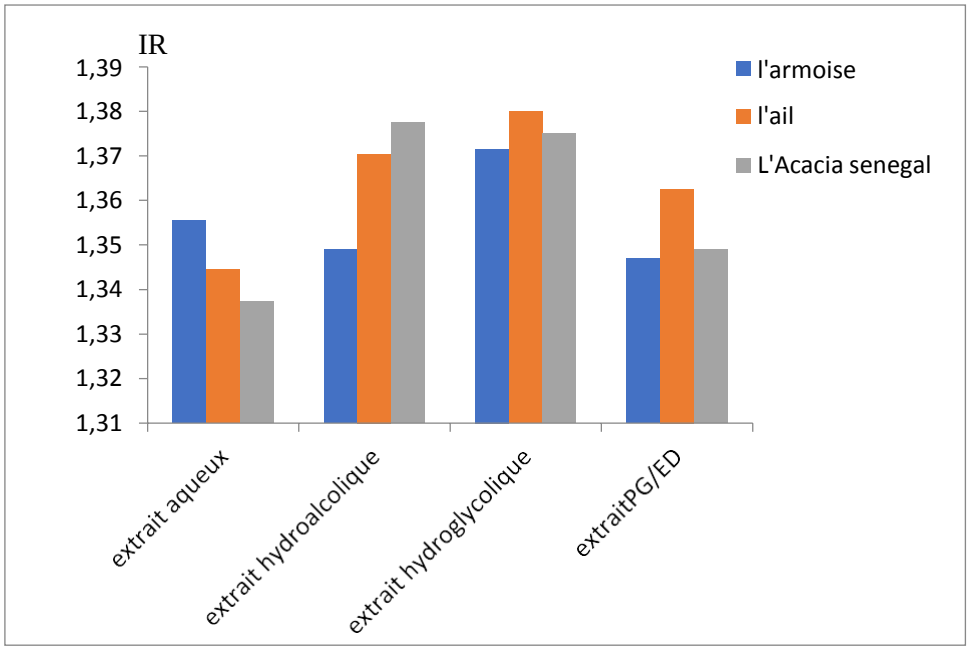


Fig. V. 1. Variation de l'indice de réfraction des différents extraits végétaux en fonction du solvant utilisé

La figure V. 1, montre que l'indice de réfraction varie en fonction de la plante et le solvant, utilisés. Dont on remarque que tous les extraits hydro-glycoliques ont un indice de réfraction supérieur aux extraits aqueux, dont le plus élevé est celui de l'ail qui est égal à 1.3800. Il est à noter que l'extrait hydro-alcoolique et l'extrait hydro-glycolique de l'*Acacia senegal* sont au même ordre de grandeur 1.3775 et 1.3750, respectivement. On remarque également que l'extrait hydro-alcoolique et l'extrait PG/eau de l'armoise ont des valeurs d'IR très proches 1.3490 et 1.3470, respectivement, et sont moins faibles par apport à l'IR de son extrait aqueux qui est égal à 1.3555.

De cette analyse on peut conclue que le glycérol et l'éthanol jouent un rôle synergique avec l'eau dans l'extraction solide- liquide pour l'ail et *Acacia senegal*. Par contre, ils présentent un effet négatif sur l'extraction à partir de l'armoise.

Les résultats montrent également que le propylène glycol a un effet négatif sur l'extraction de ces trois plantes.

Sachant que la détermination de l'IR présente un grand intérêt, puisqu'il dépend de la composition chimique des extraits. Il varie surtout avec la teneur en monoterpènes et en dérivés oxygénés où une forte teneur en ces composés donnera un indice plus au moins élevé (Baziz, 2013). Selon Nnanga et ses collaborateurs, le dosage chimique d'un extrait alcoolique

a montré la présence d'une forte concentration de tanins et une faible concentration des stéroïdes.

V. 1. 2. Densité

Les résultats de la mesure de la densité relative sont présentés dans la figure IV. 2.

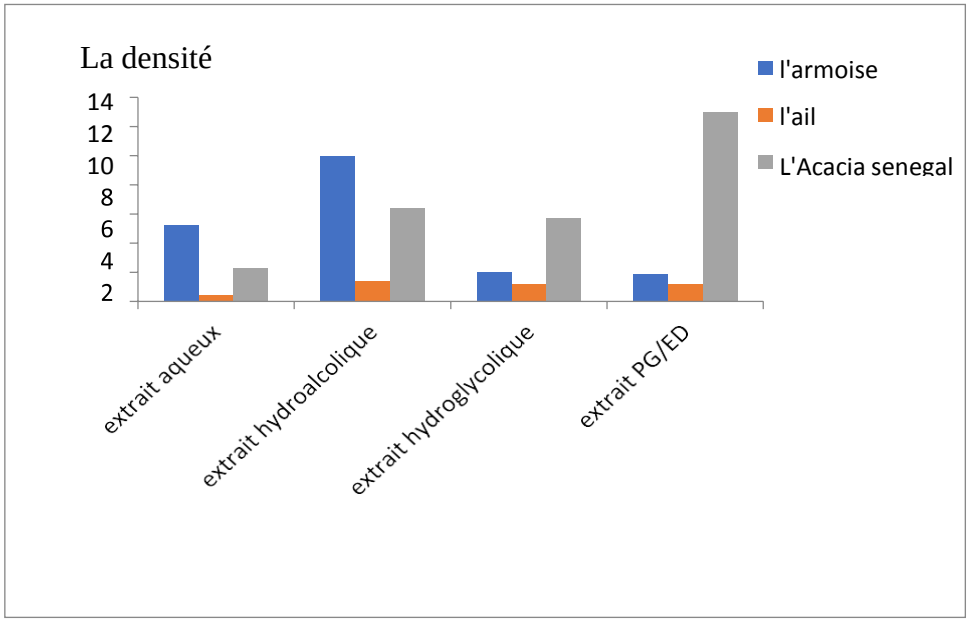


Fig. V. 2. Variation de la densité des différents extraits végétaux en fonction du solvant utilisé

La figure V. 2, montre que la densité des extraits végétaux à base des mélanges solvants/eau est nettement supérieure à celle des extraits végétaux aqueux. Ceci est dû à l'extraction des biomolécules solubles dans l'eau et le solvant. PG extrait de l'*Acacia senegal* le plus dense (13) parmi les extraits préparés, suivi par l'extrait hydroalcolique de l'armoise (10) et de l'*Acacia senegal* (6.4), comparant ainsi que l'extrait aqueux de l'armoise (5.2).

V. 1. 3. Rendement

Le rendement des extraits obtenu par macération à partir de l'armoise blanche, l'ail et l'*Acacia senegal* qui ont été exprimé en pourcentage.

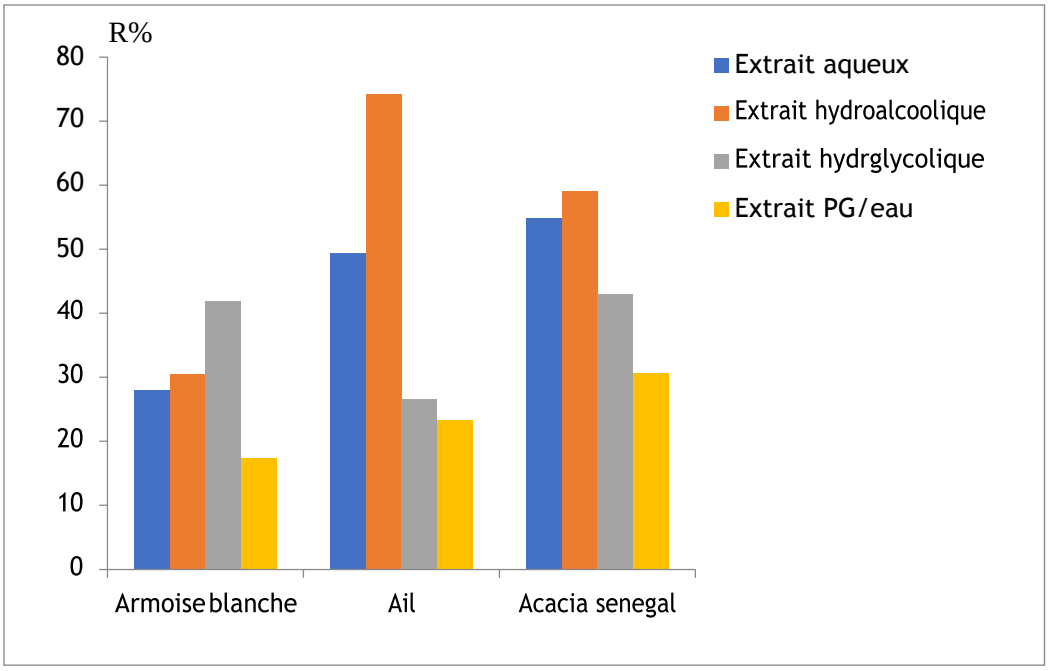


Fig. V. 3. Rendements de l'extraction en fonction de la plante et le solvant

La figure V. 3, montre que l'éthanol favorise l'extraction de l'ail et d'acacia dont les rendements d'extraction étaient de l'ordre de 78, et 59.1%, respectivement. Tandis que l'eau a un effet négatif sur l'extraction de l'*Acacia senegal* et un effet de même ordre de grandeur sur l'extraction de l'ail.

On remarque également que le glycérol permet une extraction de même ordre de grandeur de l'armoise et l'*Acacia senegal* à des rendements de 41.89% et 43.05%, respectivement.

Cette différence de rendement est peut être due à des facteurs tels que : la région, la période de récolte de la plante, la méthode de séchage, la durée et les conditions de conservation (Aissani, 2O15).

V. 1. 4. Détermination du pH des extraits obtenus

Les résultats de mesure du pH sont présentés dans la figure V. 4.

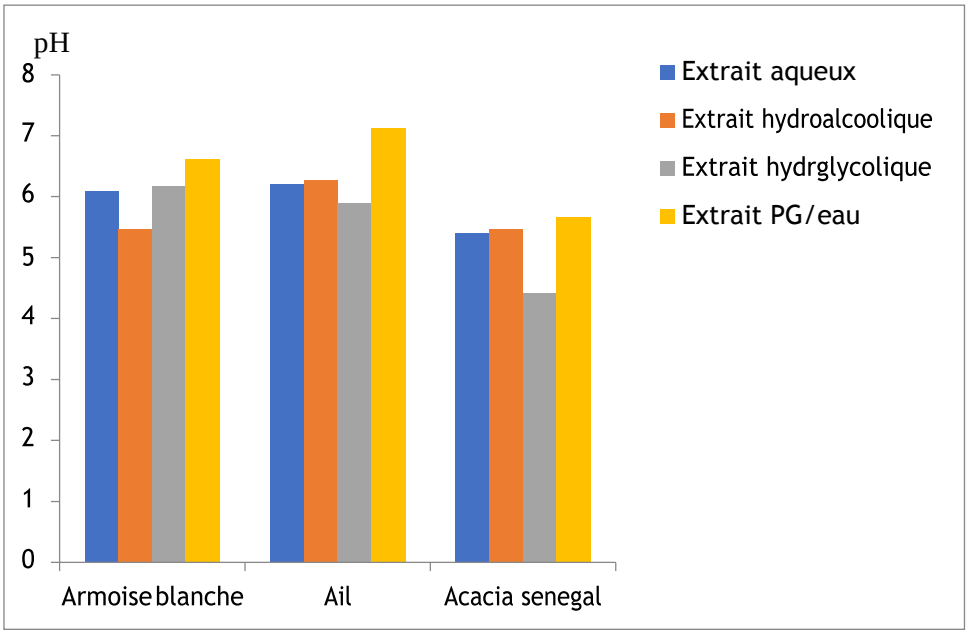


Fig. V. 4. pH des extraits préparés en fonction des solvants

La figure V. 4, montre que le pH des extraits préparés varie entre 5.5 et 7. Et sont tous au même ordre de grandeur sauf pour l'extrait PG/eau de l'ail qui a un pH neutre. Ces variations des valeurs de pH peuvent être expliquées par la nature des plantes utilisées, les conditions expérimentales des méthodes appliquées et aussi les solvants utilisés.

Le pH de l'armoise blanche dans les trois extraits (aqueux, hydro-glycolique et propylène glycol) est de 6 sauf que l'extrait hydro-alcoolique qui est de 5. Cela est peut être dû à l'abondance des dérivés des métabolites secondaires dans les parties ariennes des plantes. Les polyphénols sont des composés très instables (Muanda, 2010).

Selon nos résultats le pH des extraits de l'*Acacia senegal* sont acide environ 5.5, ceci est peut être dû à sa richesse en tanin (Sanon et al., 2008).

Le pH des extraits de l'ail varie de légèrement acide, 5.5, à neutre, 7. Selon la bibliographie, ceci est dû à la formation des composés volatiles, en particulier thiosulfates qui peuvent affecter le pH en conséquence de leur libération après la lésion des gousses (Boumaza et bilal, 2016). Un exemple représentatif de ces composés est allicine, qui est un composé très instable.

V. 1. 5. Evaluation de l'activité antimicrobienne

L'évaluation de cette activité a été réalisée par la méthode de diffusion en milieu solide, le pouvoir antimicrobien a été obtenu par la mesure des diamètres des zones d'inhibitions en millimètre pour les microorganismes étudiés. Les résultats obtenus sont présenté dans la figure V. 5.

La figure, montre que l'extrait aqueux de l'ail a une très importante activité anti-*candida* (25mm). Il a également un effet important sur *Proteus* (17mm) et *Staphylococcus* (15mm) et une faible activité contre *E. coli*. Cet effet a été également obtenu avec l'extrait hydro-alcoolique de l'ail. Ce dernier a montré une bonne activité contre *Pseudomonas* (14mm), et une faible activité contre *E. coli, Candida, Enterococcus* et *Staphylococcus* (11mm). L'extrait de l'ail par PG/eau, et malgré son faible rendement d'extraction, a montré une activité antimicrobienne contre *E. coli, Enterococcus* et *Pseudomonas* au même ordre de grandeur (12mm) et une bonne activité contre *Proteus* (14mm).

L'extrait aqueux de l'*Acacia senegal* a également donné une bonne activité contre *Staphylococcus* et *Candida* (12mm), avec une activité qui varie de 9.5- 11.5mm pour *E. coli, Enterococcus, Proteus* et *Pseudomonas*. Par contre son extrait alcoolique a montré une activité antimicrobienne similaire contre *E. coli, Pseudomonas* et *Staphylococcus* (10-11mm). De même, l'extrait hydro-glycolique et l'extrait au propylène glycol présentait un effet antimicrobien similaire contre toutes les souches (9.5- 10mm) sauf *candida* pour les deux extraits et *Ecoli* pour l'extrait hydroalcoolique de l'armoise.

Pour *Acacia senegal*, l'extrait aqueux était actif seulement contre *Pseudomonas* et *Staphylococcus* et Proteus (9.5- 12mm). Par contre son extrait hydro-alocoolique a un spectre plus large et importante activité contre *E. coli, Enterococcus, Staphylococcus, Proteus* et *Pseudomonas* (15mm) à un degré moindre *Candida* (10mm). L'extrait PG/eau n'était actif que sur *Proteus* (13mm) et *E. coli* (10mm).

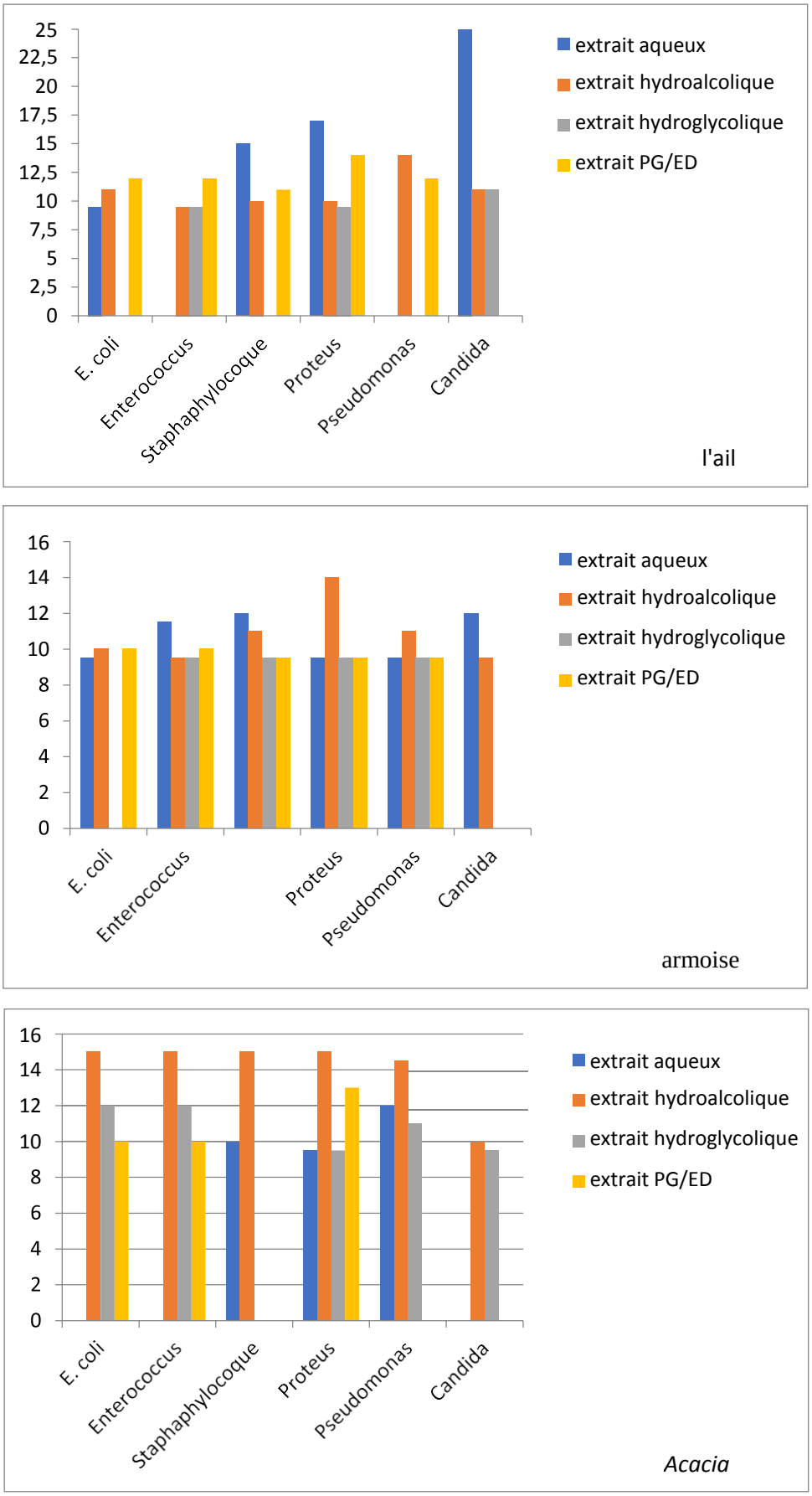


Fig. V. 5. L'activité antimicrobienne des extraits végétaux préparés

La figure V. 5, montre également que l'extrait hydro-glycolique qui a donné un important rendement d'extraction (fig. V. 3) ne présentait aucun effet antimicrobien contre *staphylococcus.* et un bon effet similaire contre *E. coli, Enterococcus, Proteus* et *Pseudomonas* (9.5- 12mm).

L'estimation de l'activité antimicrobienne des extraits des plantes (naturels) est basée sur une échelle de mesure mise en place par Meena et Sethi, 1994 et Ela et al., 1996 (Cheikh Touhami, 2013). Ils sont classés le pouvoir antimicrobien, en fonction des diamètres des zones d'inhibition de la croissance microbienne, en 4 classes (Cheikh Touhami, 2013) :

1. Fortement inhibitrice lorsque le diamètre de la zone d'inhibition est supérieur à 28 mm;
2. modérément inhibitrice lorsque le diamètre de la zone d'inhibition varie entre 16 mm et 28 mm;
3. Légèrement inhibitrice lorsque le diamètre de la zone d'inhibition varie entre 10 mm et 16 mm;
4. Non inhibitrice lorsque le diamètre de la zone d'inhibition est inférieur à 10 mm.

Dans le cas de notre étude on a suivi la même échelle puisqu'il s'agit de substance naturelle issue de l'activité d'un microorganisme.

Le tableau V. 2, résume le type d'effet d'inhibition obtenu avec les différentes molécules testées.

Tableau V. 2. Les différents effets inhibiteurs des molécules étudiées

Plantes	Les solvants	*E. coli*	*Enterococcus*	*Staphylococcus*	*Proteus*	*Pseudomonas*	*Candida*
L'ail	E. aqueux	N. I	N. I	L. I	M. I	N. I	M. I
	E. hydro-alcoolique	N. I	N. I	N. I	N. I	L. I	L. I
	E. hydro- glycolique	N. I	N. I	N. I	N. I	N. I	L. I
	PG/eau	L. I	L. I	L. I	L. I	L. I	N. I
L'armoise	E. aqueux	N. I	L. I	L. I	N. I	N. I	L. I
	E. hydro-alcoolique	N. I	N. I	L. I	N. I	L. I	N. I
	E. hydro- glycolique	N. I	N. I	N. I	N. I	N. I	N. I
	PG/eau	N. I	N. I	N. I	N. I	N. I	N. I
L'*A.Senegal*	E. aqueux	N. I	N. I	N. I	N. I	L. I	N. I
	E. hydro-alcoolique	L. I	L. I	L. I	L. I	L. I	N. I
	E. hydro- glycolique	L. I	L. I	N. I	N. I	L. I	N. I
	PG/eau	N. I	N. I	N. I	L. I	N. I	N. I

N. I : Non Inhibiteur, L. I : légèrement Inhibiteur, M. I : Modérément Inhibiteur.

Le tableau V. 2, montre que l'extrait aqueux de l'ail est modérément inhibiteur de *Proteus* et *Candida*. Alors que ses extraits éthanolique et glycolique sont légèrement inhibiteur de *candida* ; seul l'extrait glycolique qui une légère activité inhibitrice contre *Pseudomonas*. Par contre, l'extrait PG a un effet légèrement inhibiteur contre toutes les souches sauf *Candida*.

Le tableau montre également, que l'extrait aqueux de l'armoise a un effet légèrement inhibiteur contre *Enterococcus, Staphylococcus* et *Candida*. De même, son extrait hydro-alcoolique a le même effet sur *Staphylococcus* et *Pseudomonas*.

Les résultats obtenus avec *Acacia senegal*, montre que son extrait aqueux a un léger effet inhibiteur sur *Pseudomonas* seulement. Tandis que son extrait hydro-alcoolique est légèrement inhibiteur de toutes les souches sauf *Candida*. De même que son extrait glycolique est légèrement inhibiteur de *E. coli*, *Enterococcus* et *Pseudomonas* et son extrait PG n'est actif que sur *Proteus* par un effet légèrement inhibiteur.

Le résultat obtenu en utilisant l'ail *(Allium sativum)*, est majoritairement dues à la présence de l'allicine, le composé soufré responsable de l'odeur caractéristique de l'ail. L'allicine (thiosulfinate de diallyle) est produite suite au bris mécanique des cellules d'ail qui permet le contact entre l'alliine, un acide aminé non-protéique présent en grande quantité dans le cytoplasme et l'alliinase, une enzyme stockée dans les vacuoles qui occupe environ 10% du contenu total en protéine des gousses d'ail. Les disulfites de l'allicine réagissent très rapidement avec les groupements thiols libres sur les protéines. Beaucoup de réactions enzymatiques essentielles aux bactéries et aux champignons sont alors inhibées. Les enzymes potentiellement inhibés par l'allicine sont : succinate déshydrogénase, uréase, papaïne, xanthine oxidase, hexokinase, cholinestérase, glyoxylase, triose phosphate déshydrogénase, alcool déshydrogénase et cystéine protéase. Focke*et al*, 1990 (cité par Geneviève, 2007) ont aussi démontré l'inhibition spécifique de l'acétyl-CoA synthétase par une liaison non-covalente et réversible de l'allicine à cette enzyme. Chez les mammifères, c'est la présence de glutathion qui les protège contre les effets réactifs de l'allicine (Geneviève, 2007).

V. 2. Formulation d'un baume thérapeutique

Pour formuler le baume, on a choisi l'extrait de propylène glycol de l'*Acacia senegal* en plus de l'armoise blanche comme phase aqueuse. Les baumes obtenus sont présentés dans la photo V. 1.



Photo V. 1. Les **baumes d'*A. senegal* (à gauche) et d'armoise blanche (à droite) après 4 semaines de couverture**

V. 2. 1. Analyses physicochimique

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau V. 3.

Tableau V. 3. Analyse physicochimiques des baumes préparés

	Baume à l'extrait d'armoise blanche	Baume à l'extrait d'*A. senegal*
pH	5.83	5.5
La densité	14	15

La mesure de la densité a montré que les baumes préparés ont une densité égale à 14. De même, la mesure de pH a montrés que ces baumes ont des pH adéquats avec le pH de la peau qui est légèrement acide (5.5- 6).

V. 2. 2. Analyse sensorielle

Les paramètres suivants ont été déterminés et présentés dans le tableau V. 4.

Tableau V. 4. Caractérisation sensorielle des baumes préparés

	Couleur	Odeur	Texture	homogénéité	Pénétration
Baume à l'extrait *'Acacia senegal*	Marron miel	Odeur, oflactive caramélisée	Grasse Riche et consistante	Absence de séparation de phase lors de la fabrication ni après la couverture pendant 4 semaines	La pénétration cutanée des baumes est influencée par différente éléments : l'âge, le site d'application et l'état de la peau. On a appliqué les baumes sur deux types de peau : - Pour la peau sèche la pénétration était optimale et très filmogène. - Pour la peau graisse l'aspect était brillant et très huileux.
Baume à l'extrait de l'armoise blanche	Kaki	Huile d'olive avec légère brise de la plante			

V. 2. 3. Etude de la stabilité des baumes formulés

Ce test a pour but d'évaluer le temps d'altération ou de dégradation des baumes. Ainsi, un échantillon de chaque baume a été stocké à température ambiante. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau V. 5.

Tableau V. 5. Evolution des caractéristiques organoleptique des baumes

Lot	Durée	Aspect	Couleur	Odeur
Baume à l'extrait de l'armoise blanche	**1ère semaine**	Ferme	Kaki	huile d'olive
	2ème semaine **3ème semaine** **4ème semaine**	Identique à l'originale		
Baume à l'extrait de l'*A. senegal*	**1ère semaine**	**Ferme**	Marron miel	Caramel
	2ème semaine **3ème semaine** **4ème semaine**	Identique à l'originale		

L'exposition des baumes préparés, à température ambiante durant quatre semaines de suite n'a pas révélé une dégradation ou changement de la consistance des baumes ni apparition des moisissures.

V. 2. 4. Test d'efficacité et de tolérance

On voulait faire un test *in-vivo*, mais l'absence de volontaires nous poussé à le faire *in-vitro.* Le test d'efficacité a été réalisé *in vitro* sur la levure *Candida* spp obtenu du laboratoire de microbiologie «EPSP de Médéa».

L'étude de l'activité antimicrobienne du baume a été réalisée par la méthode de diffusion sur milieu solide, et après l'incubation de 6 jours. Le résultat est présenté dans la figure V. 6.



Photo V. 2. Effet antimicrobien des baumes sur *Candida* spp

De retour à l'activité antimicrobienne des extraits, on a trouvé que le test antifongique de l'extrait aqueux de l'armoise blanche a montré une activité par rapport à celui à base de propylène glycol de l'*Acacia senegal* qui n'a pas d'effet.

Conclusion générale

Conclusion générale :

L'objectif de notre travail est la préparation des extraits végétaux par plusieurs solvants, et l'étude de leurs effets antimicrobiens sur des souches pathogènes.

La caractérisation physicochimique de ces extraits a montré que :

- Chaque extrait a la couleur caractéristique de la plante à l'état sec ;
- Leurs densité et indice de réfraction sont nettement supérieurs à ceux de l'extrait aqueux de la même plante ;
- Le pH de ces extraits varie de 5.5- 6.5, tandis que l'extrait de propylène glycol de l'ail a un pH neutre ;
- Le glycérol et l'éthanol jouent un rôle synergique avec l'eau dans l'extraction liquide-solide pour l'ail et l'*Acacia senegal* et un effet négatif dans l'extraction à partir de l'armoise blanche ;
- Le propylène glycol présente un effet négatif dans l'extraction solide- liquide des trois plantes étudiées.
- Le rendement d'extraction hydro-alcoolique de l'ail est le plus élevé et est de l'ordre de 78%.

L'étude de l'activité antimicrobienne des différents extraits contre les souches pathogènes ont montré que :

- L'extrait aqueux de l'ail est modérément inhibiteur ($16<\phi<28$mm) de *Proteus* et *Candida*. Alors que ses extraits hydro- alcoolique et hydro- glycolique sont légèrement inhibiteur ($10<\phi<16$mm) de *candida* ; seul son extrait hydro- glycolique qui une légère activité inhibitrice contre *Pseudomonas*. Par contre, l'extrait PG a un effet légèrement inhibiteur contre toutes les souches sauf *Candida*.
- L'extrait aqueux de l'armoise a un effet légèrement inhibiteur contre *Enterobacter, Staphylococcus* et *Candida.* De même, son extrait hydro-alcoolique a le même effet sur *Staphylococcus* et *Pseudomonas*.
- L'extrait aqueux *d'Acacia senegal*, montre un léger effet inhibiteur sur *Pseudomonas* seulement. Tandis que son extrait hydro-alcoolique est légèrement inhibiteur de toutes les souches sauf *Candida.* De même que son extrait glycolique est légèrement inhibiteur de *E. coli, Enterobacter* et *Pseudomonas* et son extrait PG n'est actif que sur *Proteus* par un effet légèrement inhibiteur.

Les baumes préparés dans cette étude, à base d'extrait d'Acacia senegal et de l'armoise

blanche, ont un aspect homogène avec une couleur qui varie du kaki au marron miel selon la couleur des extraits utilisés comme phase aqueuse. Ils sont caractérisés par :

- Un pH légèrement acide (5.5- 5.83) adéquat avec le pH de la peau ;
- Une densité égale à 14.

L'étude de leurs stabilités a montré que les baumes sont stables : ne présentent ni altération, ni déphasage, ni développement de moisissures après un stockage de quatre semaines à température ambiante.

En perspective on propose de :

- Réaliser une caractérisation des extraits végétaux préparés ;
- Faire des tests cliniques des formules préparées ;
- Combiner plusieurs extraits et étudier leurs activités antimicrobiennes.

Références Bibliographiques :

-A-

Abou El-Hamd H. Mohamed1, Magdi. A. El-Sayed, Mohamed E. Hegazy, Soleiman E. Helaly, Abeer M. Esmail and Naglaa S. Mohamed .2010. Chemical Constituents and Biological Activities of Artemisia herba-alba.

Aissani F. (2015). Analyse sensorielle de la viande bovine additionnée aux huiles essentielles *Thymus ciliatus* (Zaitra) et *Ammoïdes verticillata* (Nunkha). Mémoire de Master. Technologie des industries agroalimentaires. Université ABOUBAKER BELKAID-Tlemcen. Algérie.

Akrout, A 2004. Essential oil study of some pastoral plants from Matmata (south Tunisia). Cah. Options Med, n° 62, 289-292.

Amarni, Abdelhamid et BEN AOUALI, Ameur 2017. Evaluation des propriétés des antioxydants chez deux plantes médicinales (Allium sativum et Artemisia herba.alba) et leur influence sur la pyrale des dattes (Ectomyelois ceratoniae Zeller., 1839). Université d'Eloued.Algérie.

Anna Herman-Antosiewicz et Shivendra V. Singh 2005. Checkpoint Kinase 1 Regulates Diallyl Trisulfide-induced Mitotic Arrest in Human Prostate Cancer Cells. Département de Pharmacologie et Université de Pittsburgh Cancer Institute, Université de Pittsburgh School of Medicine, Pittsburgh, Pennsylvania 15213.

Ayad, N. 2008. Etude éco-phytochimique et apport nutritionnel de l'armoise blanche (Artemisia herba-alba Asso) du sud Oranais, dans l'aliment du cheptel - Thèse de doctorat. Univ. Djillali Liabes. Sidi-Bel-Abbès. 98 P.

-B-

Bahorun, T., Grinier, B., Trotin, F., Brunet, G., Pin, T., Luncky, M., Vasseur, J., Cazin, M ., Cazin, C. and Pinkas, M. 1996. Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations. Arzneimittel-Forsching, 46(11): 1086-1089.

Belaiche, P.1979. Traité de phytothérapie et d'aromathérapie, tomme I, Ed. Maloine S.A, p.136

Bellakhdar J. 1997. La pharmacopée marocaine traditionnelle, Medecine arabe ancienne et savoirs populaires. Ibis Press, Paris: Editions le Fennec, Casablanca. 764.

Beloued, A.2005. Plantes médicinales d'Algérie. Office des publications Universitaire ,122p .

Benhammou Nabila et Atik Bekkara Fawzia.2007. Antioxidant and antimicrobial activities of the Pistacia lentiscus and Pistacia atlantica extracts. African Journal of Pharmacy and

Pharmacology Vol. 2(2). Page 022-028.

Benzeggouta Naïrouz. 2015. Evaluationdes Effets Biologiques des Extraits Aqueux de Plantes Médicinales Seules et Combinées.Mémoire de Doctorat en Sciences.Université Mentouri-Constantine.

Bégin D et Gérin M.2002. Les grandes familles de solvants organiques, utilisation et aspects phisico-chimiques.

Boudjouref Mourad (2011). Etude de l'activité antioxydant et antimicrobienne d'extraits d'Artemisia campestris L. Mémoire de magister. Biologie appliqué. Université Ferhat Abbes, Sétif.

BOUKHEZNA Zineb et GHERBI Nour elhouda.2018. Etude de l'influence des gommes végétaux de trois espèces (Acacia senegal L, prunus armeniaca L, Ferula assa-foetida) sur la pyrale de datte (Ectomyelois ceratoniae Zeller) chez lavariété Deglet Nour.Master Académique en Sciences Biologiques.Université El Oued.

Brada M..2008. Contribution à l'étude de l'extraction des huiles essentielles et des concrètes de deux espèces de menthe (Mentha pulegium et Mentha rotundifolia) étude cinétique et analytique. Thèse magister. Univ Blida. Dép, chimie industrielle, pp 26-29 .

Bruneton J.1993. Pharmacognosie phytochimie des plantes médicinales. Ed. Lavoisier, n ° 2, Paris, 464p.

Bussmann RW. 2006. Ethnobotany of the Samburu of Mt. Nyiru, South Turkana, Kenya. J Ethnobiol Ethnomedicine.

-C-

Colin Lucie.2016. L'ail et son intérêt en phytothérapie. Mémoire doctorat en pharmacie. Université de lorraine. Page 72

-D-

Delille L. 2007. Les plantes Médicinales d'Algérie, édition BERTI, 155-156 p

Dutertre J., 2011. Enquête prospective au sein de la population consultant dans les cabinets de médecine générale sur l'île de la Réunion : à propos des plantes médicinales, utilisation, effets, innocuité et lien avec le médecin généraliste. Thèse. Doc. Univ. Bordeaux 2 - Victor Segalen. U.F.R des sciences médicales.120p

-E-

Elgailani H et Christina Y.2014. Determination of Tannins of Three Common Acacia Species of Sudan.Department of Chemistry, Faculty of Science, University of Khartoum, P.O Box 321, 11115 Khartoum, Sudan

Elqaj M, Ahami A, Belghyti D.2007. La phytothérapie comme alternative à la résistance des

parasites intestinaux aux antiparasitaires, Journée scientifique" ressources naturelles et antibiotiques". Maroc

EL Rhaffari L.2008. Catalogue des plantes potentielles pour la conception de tisanes, l'organisation non gouvernementale italienne (MOVIMONDO), p 11.

-F-

Farnsworth Norman R, Akerele Olayiwola, Bingel Audrey S, Soejarto Djaja D, Guo Zhengang. 1985. Medicinal plants in therapy, Bulletin of the world health organization, 63

Feuerstein L., Muller D., Hobert K., Danin A., Segal R.1986. The constituents of essential oils from *Artemisia herba alba* population of Israel and Sinai. Phytochemistry. 25,2343-2347.

-G-

GHESQUIERE Céline.2016. Les bienfaits de l'ail dans les maladies cardiovasculaires. Thèse de doctorat en pharmacies. Universite de picardie jules verne.

Giffard Pierre-louis.1966. Les gommiers : acacia senegal wild. Acacia laeta R.Br. revue bois et forêts des tropiques. N 105.

Goetz P et Ghedira K.2012. Phytothérapie anti-infectieuse. Springer Science & Business Media. Page 212-213

GUESSOUM Rania et YAKHLEF Imen.2017.Isolement et étude de Klebsiella sp. Et Proteus sp, bactéries uréolytiques impliquées dans les infections urinaires. Mémoire de master. Université de Mentouri Constantine.

Guide pathogène des bactéries.2017. Société marocaine d'infectiologie pédiatrique et de vaccinologie. Page11

-H-

Heine B, Heine I, König C, et al. 1988. Plant concepts and plant use: A ethnobotanical survey of the semi-arid and arid lands of East Africa. Part IV : plants of the Borana (Ethiopia and Kenya). Saarbruken, Germany: Verlag Breitenbach publisher.

HERZI Nejia.2013. Extraction et purification de substances naturelles : comparaison de l'extraction au CO2-supercritique et des techniques conventionnelles. Thèse de doctorat, université de Toulouse.

Hilmi YAM, Abdalgadir H, Khalid A, et al. 2014. A study of antioxidant activity, enzymatic inhibition and in vitro toxicity of selected traditional sudanese plants with anti-diabetic potential. BMC Complement Altern Med.

Hussien M. Daffalla, Kauther Sir Elkhatim Ali, Huda Abdirizak Jama Hassan, Azza M. Elsheikh et Magdoleen G. Osman.2019. Antimicrobial Activities of in vitro and in vivo Extract Sources of Acacia senegal. enegal June. Asian Journal of Biological Sciences 12(3):610-615

-J-

Johns T, Mhoro E, Sanaya P, et al. 1991. Herbal remedies of the Batemi of Ngorongoro District, Tanzania: a quantitative appraisal. Econ Bot. 48: 90-95.

-K-

Kaabour Faiza. 2009. Activités antioxydantes et antibactériennes des extraits aqueux du thé, de l'origan et du gingembre – Etude in vitro –. Diplome Magistere en microbiologie. Universite Farhat Abbas –Setif

Khia, M. Ghanmi, B. Satrani, A. Aafi, M. Aberchane, B. Quaboul,A. Chaouch, N. Amusant & Z. Charrouf.2010. Effet de la provenance sur la qualité chimique et microbiologique des huiles essentielles de Rosmarinus officinalis L. du Maroc. Phytothérapie, n°8,295-301.

Kyung KH.2012.Antimicrobial properties of allium species. Curr Opin Biotechnol. 23(2):142 -7.

-L-

Leybros, J. et P. Frémeaux. 1990. Extraction solide-liquide aspects théoriques. » .Techniques de l'ingénieur, traité Génie des procédés J1 077 06.

-M-

MANSOUR Sadia. 2015. Evaluation de l'effet anti inflammatoire de trois plantes médicinales : *Artemisia absinthium* L , *Artemisia herba alba* Asso et *Hypericum scarboides* - Etude in vivo. THESE DOCTORAT.

Margot LEFRANCOIS.2015. Le developpement d'un produit dermocosmetique destine au jeune enfant : enjeux industriels et officinaux.diplome d'etat de docteur en pharmacie.universite de rouen

Mikaili Peyman, Surush Maadirad, Milad Moloudizargari, Shahin Aghajanshakeri et Shadi Sarahroodi.2013. Therapeutic Uses and Pharmacological Properties of Garlic, Shallot, and Their Biologically Active Compounds.16(10): 1031–1048.

Monier julien.2017. Evaluation du système Accelerate PhenoTM pour l'identification et l'antibiogramme rapides d'un panel de bacilles à Gram négatif directement à partir des flacons d'hémocultures.thèse de doctorat en pharmacie.Université Marseille.page 32.

Morel J-M. 2008. Traité pratique de phytothérapie: remèdes d'hier pour médecine de demain. Paris. Grancher

MUANDA nsemi.2010. Identification de polyphenols, evaluation de leur activite antioxydante et etude de leurs proprietes biologiques.de Docteur de l'Université Paul Verlaine-Metz

Mucciarelli M. et Maffei M. 2002. Artemisia: Introduction to the Genus Vol. 18 Ed Colin W.W. in Taylor & Francis. Ed. London and New York. pp: 10-16.

Musa MS, Abdelrasool FE, Elsheikh EA.2011. Ethnobotanical study of medicinal plants in the Blue Nile State, South-eastern Sudan. J Med Plants Res. 5: 4287-4297.

-P-

Pellerin, P. 1991. Supercritical fluid extraction of natural raw matériels for the flavour and perfume industry. Perfum. Flavor. 16,4, 37-39.

Pinto, J.T., Krasnikov, B.F., Cooper, A.J., 2006. Redox-sensitive proteins are potential targets of garlic-derived mercaptocysteine derivatives. The Journal of nutrition 136, 835S-841S.

Porter N 2001. Essential oils and their production. Crop & Food Research. Nº 39.

-R-

Riachi Foulla.2014. Evaluation chimique et activité antibactérienne de quelques plantes médicinales d'algérie. Mémoire Doctorat des sciences. Université de Constantine

-S-

Samrot AV, Sahiti K, Raji P, et al. 2016. TLC bio-autography guided identification of antioxidant and antibacterial activity of *Acacia senegal* Der Pharm Lett.

Samrot AV, Sahiti K, Raji P, et al. 2016. TLC bio-autography guided identification of antioxidant and antibacterial activity of *Acacia senegal* Der Pharm Lett.

Sanusi B M, Auwalu G, Hanif M, Aliyu M, A. Olagunju, A.B. Muhammad.2013. Antimicrobial activity and phytochemical screening of aqueous and ethanol extracts of Momordica charantia L. Leaves. Journal of Medicinal Plant Research 7:579-586

Sanon, H. O. ; Kaboré-Zoungrana, C. ; Ledin, I., 2008. Nutritive value and voluntary feed intake by goats of three browse fodder species in the Sahelian zone of West Africa. Anim. Feed Sci. Technol., 144 (1): 97-110

Saleh N.A.M., El-Newumy S.I., Abdalla M.F., Abou-Zaid M.M., Dellamonica G. And Chopin J.1985. Flavonoid glycosides of Artemisia monosperma and A. herba alba. Phytochemistry 24 (I) : 201-203.

Saleh N.A.M., El-Negoumy S.I. and Abou-Zaid M.M.1987. Flavonoids of Artemisia judaica, A. monosperma and A. herba-alba. Phytochemestry 26 (11) : 3059-3064.

Samb N. 2010. *Influence d'Acacia senegal (L.) Willd sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols.* Dakar (SEN) : Biol. Végétale : Ecologie, Université Cheik Anta Diop.

Senninger F.2009. L'ail et ses bienfaits. Saint-Julien-en-Genevois; Genève-Bernex: Editions Jouvence; 94p.

-T-

Tabuti JR, Lye KA, Dhillion S. 2003. Traditional herbal drugs of Bulamogi, Uganda: plants, use and administration. J Ethnopharmacol. 88: 19-44.

Thoen D, Thiam A. 1990. Utilisations des plantes ligneuses et sub-ligneuses par les populations de la region Sahelienne du lac de Guiers (Senegal). Bull Med TradPharm. 4: 169-178

Tounsi Aissa.2020. Evaluation de l'activité antioxydante et de l'effet anticorrosif des extraits phénoliques de plantes locales (Plantago ciliata et Thymelia microphylla), Thèse de doctorat, L'UNIVERSITE KASDI MERBAH- OUARGLA. Page1

Tybirk knud.1989. Flowering, pollination and seed production of Acacia nilotica.

-U-

UNISCO.1960. Les Plantes médicinales des régions arides ».Recherche sur les zones arides .Paris, 22-23

Urso V, Signorini MA, Tonini M, 2016. Wild medicinal and food plants used by communities living in Mopane woodlands of southern Angola: Results of an ethnobotanical field investigation. J Ethnopharmacol. 177: 126-139.

-V-

Vacheron S.2010. La phyto-aromathérapie à l'officine, Paris

Valnet , J. 1983. Phytothérapie traitement des maladies par les plantes. Maloine S.A , 942p

Verbois Sylvie.2015. La phytothérapie. Page 19. Éditions Eyrolles. Paris.

-W-

WHO, World Health Organization, Geneva, (2002).

-Y-

Yashphe J, Segal R, Breuer A, Erdreich-Naftali G J Pharm Sci. 1979 Jul; 68(7):924-5.

-Z-

Zeghad N.2009. Etude du contenu polyphénolique de 2 plantes médicinales d'intérêt Économique Thymus vulgaris, Rosmarinus officinalis) et évaluation de leur activité antibactérienne. Thèse de magister. Université Mentouri Constantine.

Sites électroniques

Agronomie : https://agronomie.info/fr/artemisia-herba-alba/ [consulter le 25 mai 2021].

Agronomieinfo : https://agronomie.info/fr/generalites-sur-les-champignons/ [consulté le 28 juillet 2021]

Doctissimo 2014. Disponible sur :

https://www.doctissimo.fr/html/dossiers/phytotherapie/articles/16260-plante-medicinale.htm [consulter le 1 juin 2021]

Maxicours : https://www.maxicours.com/se/cours/principe-de-l-extraction-par-un-solvant/ [Consulté le 3 juillet 2021]

Consulté le 7 juillet 2021 : https://www.microbiologyinpictures.com/

Médical labs : http://www.medical-labs.net/candida-albicans-koh-preparation-2505/ [consulté le 8 juillet 2021]

Pharmacopée. MTC. Disponible sur : «https://sites.google.com/site/aasrmy/pharmacopee ». [Consulter le 3 mai 2021]

Technoscience-net : https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Candida-albicans.html [consulté le 28/7/2021]