

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE: Des sciences

DEPARTEMENT : De Chimie

N° :.....



DOMAINE : Science de la matière

FILIERE : CHIMIE

OPTION : Chimie Pharmaceutique

Mémoire présenté pour l'obtention  
Du diplôme de Master Académique

Par: BOURAS Souad

BRIKI Samira

ROUBACHE Imane

Intitulé

**Evaluation des effets biologique des plantes**

***Salvia officinalis et Linum usitatissimum***

**Soutenu devant le jury composé de:**

SEGHOUANI. H	Université	M'sila	Président
BENZEGGOUTA. N	Université	M'sila	Rapporteur
MERITATE. F	Université	M'sila	Examineur

**Année universitaire : 2018 /2019.**

## Remerciements

*Nos remerciements vont tout d'abord à ALLAH, le tout puissant, pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a donnée toutes ces longues années.*

*Meilleurs et sincères gratitudes sont adressées à l'encadrant de ce mémoire, Dr Benzeggouta N, pour l'orientation, la confiance, la patience, pour son écoute et sa disponibilité tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, le temps qu'elle a bien voulu nous consacrer et sans qui ce mémoire n'aurait jamais vu le jour. Ce fut un immense plaisir de travailler avec vous Docteur.*

*Nous tenons également à remercier les membres du jury Dr. SEGHOUANI.H et Dr.MERITATE.F pour votre lecture, votre présence aujourd'hui et les remarques qui viendront enrichir ce travail que nous avons le plaisir et l'honneur à partager et discuter avec vous.*

*Nous adressons nos sincères remerciements à l'ensemble du corps enseignant, depuis l'école primaire aux études supérieures pour toutes les connaissances qu'ils nous ont transmises.*

*Nous n'oublions pas nos parents pour leur contribution, leur soutien et leur patience.*

*Nos remerciements s'adressent aussi à tous nos amis, qui nous ont soutenus et aidés au cours de la réalisation de ce mémoire: ḳhadidja, Sarra et ḳhawther.*

*Enfin, Nous remercions tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.*

*Merci à tous et à toutes.*

## **Dédicace**

*Nous dédions ce travail*

*A nos parents, sources constantes d'encouragement,*

*De soutien, de confiance et d'affection.*

*A nos famille*

*A nos amies*

SAMIRA IMANE SOUAAD

---

## Sommaire

### *Chapitre I: généralité sur les plants*

I. Sauge ( <i>salvia officinalis L</i> ) .....	01
I.1.La famille des lamiacées.....	01
I.2.Généralités sur la sauge.....	01
I.3.Noms vernaculaires.....	02
I.4. Systématique .....	02
I.5.description botanique.....	02
I.6.répartition géographique .....	02
I.7.principaux constituants.....	04
I.8.propriétés thérapeutique.....	06
I.9.usage traditionnelle de la sauge .....	07
II. Lin ( <i>Linum usitatissimum</i> ).....	08
II.1.la famille des <i>linaceae</i> .....	08
II.2.Généralités sur le lin.....	08
II.3. Noms vernaculaires.....	09
II.4. description botanique.....	09
II.5. Systématique.....	11
II.6.composition chimique .....	11
II.7. propriétés thérapeutique.....	12
II.8.usage traditionnelle de lin.....	13
Références de chapitre I .....	14-16

---

## *Chapitre II: Activités biologiques*

I. Activité antioxydante.....	17
I.1. Définition .....	17
I.2. Le stress oxydatif .....	17
I.3. Définition et rôles d'un radical libre .....	17
I.4. Définition d'un antioxydant .....	18
I.4.1. Mécanisme d'action et d'antioxydants.....	18
I.4.2. Les principales sources d'antioxydants.....	18
I.4.3. Les différents métabolites secondaires .....	20
I.4.3.1. Les composés azotés .....	20
I.4.3.2. Les terpénoïdes .....	21
I.4.3.3. Les composés phénoliques .....	22
A. Les flavonoïdes.....	23
A.1. Quelques exemples des flavonoïdes.....	24
A.2. Intérêts thérapeutiques des flavonoïdes.....	25
B. Les acides phénoliques .....	25
B.1. Définition .....	25
B.2. Classification des acides phénolique.....	26
C. Les coumarines.....	26
C.1. Classification des Coumarine .....	27
C.2. Propriétés pharmacologiques des coumarines.....	28
D. Tanins.....	28
D.1. Classification des tanins.....	28
D.2. Propriétés pharmacologiques tanins .....	28
E. Les anthocyanes.....	29
II. Activité antimicrobienne.....	29
II.1. Définition des bactéries.....	29
II.2. Culture des bactéries.....	30
II.3. Description des bactéries.....	30
II.4. Bactérie a GRAM positif.....	32
II.5. Bactérie à GRAM négatif .....	32
Références de chapitre II .....	34-38

---

---

***Chapitre III: Matériels et méthodes***

III.1. Matériel végétale .....	39
III.2. Matériel et produits .....	39
III.2.1. Matériel.....	39
III.2.2. Produits .....	39
III.3. Procédé d'extraction .....	39
III.4. Screening Phytochimique.....	40
III.5. La Chromatographie sur couche mince (CCM) .....	41
III.5.1. Principe de la CCM .....	41
III.5.2. Mode opératoire .....	41
III.6. Dosage des acides organique .....	43
III.7. L'expérience de la corrosion.....	44
III.8. Activité antibactérienne .....	44
III.8.1. Souches bactériennes.....	44
III.8.2. Milieu de culture.....	45
III.8.3. Mode opératoire.....	45
Résultats et Discussion.....	47-57
Références de chapitre III.....	58
<b>Conclusion .....</b>	

## *Liste des Figures*

N°	Titre	Page
<b>Figure .I.1</b>	<i>salviaofficinalis</i>	<b>01</b>
<b>Figure .I.2</b>	les feuilles d'une salvia	<b>02</b>
<b>Figure .I.3</b>	l'aspect de la plante <i>Salvia officinalis</i> .	<b>03</b>
<b>Figure .I.4</b>	les feuilles <i>Salvia officinalis</i> .	<b>03</b>
<b>Figure .I.5</b>	les fleurs <i>Salvia officinalis</i> .	<b>03</b>
<b>Figure .I.6</b>	les graines <i>Salvia officinalis</i> .	<b>03</b>
<b>Figure .I.7</b>	fleure de linum usitatissimum.	<b>08</b>
<b>Figure .I.8</b>	graines et fleures de lin.	<b>08</b>
<b>Figure .I.9</b>	Diversité génétique chez le lin cultivé, <i>Linum usitatissimum</i> . (a) La couleur des fleurs varie du blanc aux nuances de rose ou de bleu. (b) À maturité, certaines accessions ont des capsules (ou capsules) complètement fermées, tandis que d'autres sont légèrement ou complètement déhiscentes. (c) La couleur de l'enveloppe de la graine de lin peut varier du jaune vif à olive en passant par le brun foncé et peut même inclure des panachées.	<b>10</b>
<b>Figure .I.10</b>	les graines de lin.	<b>11</b>
<b>Figure .II.1</b>	Unité isoprène.	<b>12</b>
<b>Figure .II.2</b>	classification des polyphénols.	<b>23</b>
<b>Figure .II.3</b>	structure de base des flavonoïdes	<b>24</b>
<b>Figure .II.4</b>	Flavonones.	<b>24</b>
<b>Figure .II.5</b>	Flavonols.	<b>24</b>
<b>Figure. II.6</b>	Flavonones	<b>24</b>
<b>Figure.II.7</b>	Structure de base des acides hydroxybenzoïques.	<b>26</b>
<b>Figure. II.8</b>	Structure de base des acides hydroxycinnamiques.	<b>26</b>
<b>Figure. II.9</b>	La structure chimique de squelette de base des anthocyanes.	<b>29</b>
<b>Figure. II.10</b>	l'espèce de genre E. coli.	<b>31</b>
<b>Figure.II.11</b>	l'espèce de genre staphylocoque.	<b>31</b>

<b>Figure. II.12</b>	composition de la paroi de la bactérie à GRAM positif.	<b>32</b>
<b>Figure.II.13</b>	composition de la paroi de la bactérie à GRAM négatif.	<b>33</b>
<b>Figure.III.1</b>	les graines de lin.	<b>39</b>
<b>Figure.III.2</b>	les feuilles de sauge.	<b>39</b>
<b>Figure. III.3</b>	la décoction pour le lin.	<b>40</b>
<b>Figure. III.4</b>	la décoction pour la sauge.	<b>40</b>
<b>Figure. III.5</b>	Migration des molécules.	<b>43</b>
<b>Figure. III.6</b>	Montage de dosage des acides organiques.	<b>43</b>
<b>Figure. III.7</b>	L'espèce bactérienne E. coli.	<b>44</b>
<b>Figure. III.8</b>	L'espècebactérienne staphylocoque.	<b>44</b>
<b>Figure. III.9</b>	Milieu de cultureMueller Hinton.	<b>45</b>
<b>Figure. III.10</b>	Boites de pétrie contenantla gélose et les extraits (sauge/lin).	<b>46</b>
<b>Figure.III.11</b>	Les plaques CCM après révélation .	<b>50</b>
<b>Figure.III.12</b>	Les clous dans l'extrait de sauge /HCl.	<b>53</b>
<b>Figure.III.13</b>	Les clous dans l'extrait de lin /HCl.	<b>53</b>
<b>Figure.III.14</b>	Les clous après une semaine dans les extraits..	<b>54</b>
<b>Figure.III.15</b>	Les clous dans HCl.	<b>54</b>
<b>Figure III.16</b>	Spectres de décoction de lin superposés.	<b>57</b>
<b>Figure III.17</b>	Spectres de décoction de sauge superposés.	<b>57</b>

## Liste des Tableaux

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau.I.1.</b>	Composition d'huile essentielle de <i>Salvia officinalis L.</i>	<b>4</b>
<b>Tableau. I.2</b>	Composition chimique (%) des grains de lin.	<b>11</b>
<b>Tableau. I.3</b>	Composition en acides gras de l'huile de lin .	<b>12</b>
<b>Tableau. III.1</b>	Les systèmes utilisés pour les deux extraits.	<b>42</b>
<b>Tableau. III.2</b>	les tests de la corrosion pour les deux extraits .	<b>44</b>
<b>Tableau. III.3</b>	Les résultats de screening phytochimique.	<b>48-49</b>
<b>Tableau. III.4</b>	Résultat des tests CCM.	<b>51-52</b>
<b>Tableau. III.5</b>	Le temps est celui du changement de couleur des clous.	<b>53</b>
<b>Tableau. III.6</b>	résultat de l'activité antibactérienne.	<b>54-56</b>

## Liste des abréviations

**AGE** : Acide gras essentiels

**C** : Concentration

**°C** : Degré Celsius

**CCM** : La Chromatographie sur couche mince

**Cm** : Centimètre

**CPG** : Chromatographie en phase gazeuse

**E. coli** : Escherichia coli

**ERO** : Espèces réactives de l'oxygène

**Fe<sup>3+</sup>** : ion ferrique

**FeCl** : Chlorure fer

**g** : gramme

**mm** : millimètre

**min** : Minute

**ml** : millilitre

**N** : Normalité

**Na Cl** : Chlorure de sodium

**S** : Seconde

**SOD** : Superoxyde dismutase

**SM** : La spectrométrie de masse

**UV** : Ultra-violette

**µm** : micromètre

**%** : Pourcentage

## *Introduction générale*

La plante est un organisme vivant qui existe depuis l'antiquité. Elle constitue un maillon très important et fondamental dans le cycle biologique de vie des autres organismes vivants tel que les animaux aussi bien les êtres humains [1]. Qui ont utilisés les vertus des plantes dans leur alimentation, en cosmétique et aussi dans la médecine dite traditionnelle.

Selon l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé), la médecine traditionnelle est « la somme totale des connaissances, compétences et pratiques qui reposent, rationnellement ou non, sur les théories, croyances et expériences propres à une culture et qui sont utilisées pour maintenir les êtres humains en santé ainsi que pour prévenir, diagnostiquer, traiter et guérir des maladies physiques et mentales. Dans certains pays, les appellations médecine parallèle/alternative/douce sont synonymes de médecine traditionnelle » [2].

En Afrique par exemple, plus de 80% de la population à recours à la médecine traditionnelle et aux plantes médicinales pour les soins de santé primaire. Le manque de médicaments essentiels, l'insuffisance des soins de santé, le coût élevé des médicaments et les habitudes socioculturelles des populations expliquent le recours aux pratiques traditionnelles à base de plantes médicinales. L'art de guérir par les plantes est connu et pratiqué en Afrique depuis bien longtemps, car il exploite des savoirs transmis oralement de génération en génération à certaines catégories d'individus initiés que sont les tradipraticiens de santé et les herboristes. Les plantes médicinales et les connaissances relatives aux plantes médicinales et aux médecines traditionnelles sont un patrimoine important du continent Africain [3].

Les plantes médicinales ont une grande importance pour la santé des individus et des communautés. La valeur médicinale de ces plantes se trouve dans certaines substances chimiques. Les plus importants de ces constituants bioactifs des plantes sont les alcaloïdes, les tanins, les flavonoïdes et les composés phénoliques [3].

Dans le cadre de la revalorisation des informations traditionnelles, nous allons étudier certains effets biologiques et la composition chimique de deux plantes médicinales utilisées depuis longtemps pour leurs multiples propriétés : la sauge (*Salvia officinalis*) et le lin (*Linum usitatissimum*). En Algérie, ces plantes étaient employées en cosmétique contre la chute des cheveux et leur vieillissement, et pour allonger les cheveux et les rendre plus lisses.

- Le premier chapitre: est une synthèse bibliographique sur les plantes étudiées
- Le deuxième chapitre: c'est une revue de l'activité antioxydante et antibactérienne.
- La partie expérimentale présente les méthodes utilisées et les résultats obtenus, du screening phytochimique, de l'activité anticorrosive et antibactérienne.
- Et enfin une Conclusion

## Références

- 1.** Madi Aicha. (2010): Caractérisation et comparaison du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales (Thym et Sauge) et la mise en évidence de leurs activités biologiques, Mémoire de Magister, Université Mentouri Constantine.
- 2.** Dutertre Julie & Marie-Josephe. (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, Université Bordeaux 2 - Victor Segalen U.F.R Des Sciences Medicales, p85.
- 3.** Sanogo Rokia. (2006): Le rôle des plantes médicinales en médecine traditionnelle ,10ème Ecole d'été De L'IEPF et Du Sifee.

### I. Sauge (*Salvia officinalis* L.)

#### I.1. La famille des *Lamiacées*

La région méditerranéenne d'une manière générale et l'Algérie en particulier, avec son climat doux et ensoleillé est particulièrement favorable à la culture des plantes aromatiques et médicinales. La production des huiles essentielles à partir de ces plantes pourrait constituer à ce titre une source économique importante pour notre pays. Cette étude porte sur la famille des Lamiacées. La famille des Lamiacée est l'une des plus répandues dans le règne végétal [1]

Cette famille comprend près de 6700 espèces regroupées dans environ 250 genres [2], plus au mois cosmopolites, mais particulièrement répandues depuis le bassin méditerranéen +jusqu' en Asie centrale [3].

#### I.2. Généralités sur la sauge

La *Salvia officinalis* L. est un arbuste rond vivace de la famille des *Labiatae* / *Lamiaceae* [4]. En latin « salvar », signifie sauver ou éviter et « officinalis » signifie médicinale [5]. La *Salvia* est le genre le plus important de cette famille et comprend près de 900 espèces. Les plantes de ce genre poussent dans le monde entier et l'espèce de *S. officinalis* est originaire des régions du Moyen-Orient et de la Méditerranée. Aujourd'hui, il a été naturalisé dans le monde entier, en particulier en Europe et en Amérique du Nord. Cette plante a été largement utilisée dans la préparation de nombreux aliments. Dans la médecine traditionnelle d'Asie et d'Amérique latine, il a été utilisé pour le traitement de divers types de troubles, notamment convulsions, ulcères, goutte, rhumatisme, inflammation, vertiges, tremblements, diarrhée et hyperglycémie. Dans la médecine traditionnelle Européenne, *S. officinalis* a été utilisé pour traiter la dyspepsie légère (comme les brûlures d'estomac et les ballonnements), la transpiration excessive et les troubles cognitifs liés à l'âge et inflammations de la gorge et de la peau [4].



**Figure I.1:** *salvia officinalis*

### I.3. Noms vernaculaires

Anglais : Sage, Great sage [6]

Allemand : Salbie [6]

Arabe : Souak en nebi (سواك نبي) [5]

Berbère : Tazourt [5]

### I.4. Systématique [7]

<b>Règne</b>	<i>Plantae</i>
<b>Sous-règne</b>	<i>Tracheobionta</i>
<b>Division</b>	<i>Magnoliophyta</i>
<b>Classe</b>	<i>Magnoliopsida</i>
<b>Ordre</b>	<i>Lamiales</i>
<b>Famille</b>	<i>Lamiaceae</i>
<b>Genre</b>	<i>Salvia</i>
<b>Espèce</b>	<i>Salvia officinalis</i> L



**Figure I.2:** les feuilles d'une salvia

### I.5. Description botanique

Plantes à tige presque ligneuse, au moins à la base, formant des touffes larges, dépassant rarement 35 à 40 centimètres de hauteur ; feuilles d'un vert blanchâtres, ovales, dentées, très finement réticulées, rugueuses, les inférieures rétrécies en pétiole, les caulinaires étroites acuminées ; fleurs en grappes terminales, réunies par glomérules de trois ou quatre, ordinairement lilas bleuâtre, quelquefois blanches ou roses. Graine presque sphérique, d'un brun noir. Un gramme en contient environ 250, et le litre pèse 550 grammes. La durée germinative est de trois années [6].

### I.6. Répartition géographique

Cette plante vivace est originaire des régions méditerranéennes orientales. Elle préfère les terrains chauds et calcaires. Elle croit de manière spontanée et en culture de long de tout le bassin méditerranéen, depuis l'Espagne jusque à la Turquie, et dans le nord de l'Afrique. Espèce Euro-méditerranéenne, assez commune en Algérie (cultivée) [8].



**Figure I.3 :** L'aspect de la plante *Salvia officinalis*



**Figure I.4 :** Les feuilles *Salvia officinalis*













**Figure I.5 :** Les fleurs *Salvia officinalis*



**Figure I.6 :** Les graines *Salvia officinalis*

### I.7. Principaux constituants

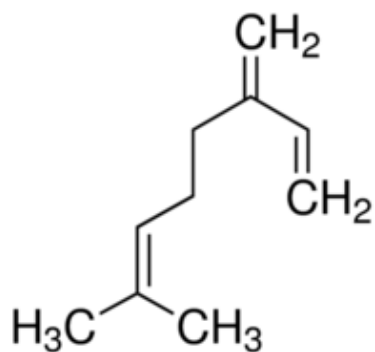
-  Flavonoïdes dont flavones dérivés du lutéolole, apigénol
-  Triterpènes dérivés de l'ursane et de l'oléanane et ditèrenes
-  Huile essentielle composée de thuyone, salvone,  $\alpha$  et  $\beta$ -pinène, bornéol et cinéol
-  Tanin, Résine
-  Asparagine et choline
-  saponosides, substances à activité oestrogéniques [9].
-  Gommages, Mucilage
-  Acide phosphorique, oxalique, malique.
-  Nitrates
-  Pentosane [10].

La composition chimique de l'huile essentielle de la sauge a été déterminée par la méthode chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG / SM), cette composition est représentée dans le **tableau I.1**.

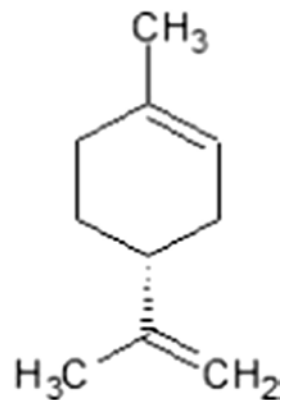
**Tableau I.1** : Composition d'huile essentielle de *Salvia officinalis* [11].

<b>*hydrocarbures terpéniques</b>		<b>Cétones</b>	
Myrcène	0,3 à 3%	Camphre	4,1 à 27,5%
Limonène	trace à 7,6%	$\alpha$ -thujone	1,5 à 44,2%
Humulène	trace à 18,9%	$\beta$ -thujone	1 à 36,7%
$\alpha$ -pinène	1,7 à 13,1%	<b>Ester</b>	
$\beta$ -pinène	0,5 à 17,9%	Acétate de bornyl	0,1 à 3,5%
Camphène	1,1 à 10,3%	<b>Alcools</b>	
$\beta$ -caryophyllène	trace à 9,4%	Linalol	trace à 1,8%
p-cymène	trace à 1,1%	Bornéol	0,7 à 6,2%
		Viridiflorol	0 à 9,9%
		<b>Autres</b>	
		1,8- cinéole	0,7 à 20,8%

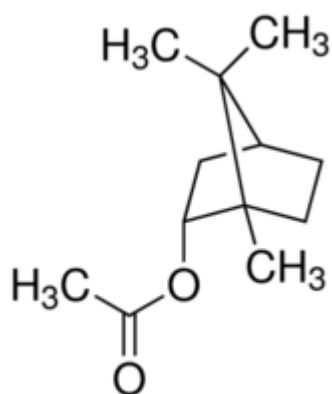
- Quelques constituants de la sauge



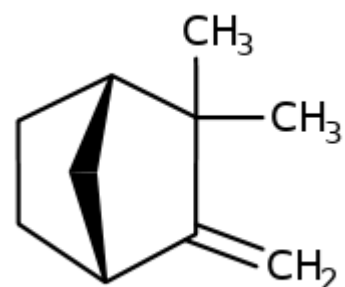
Myrcène



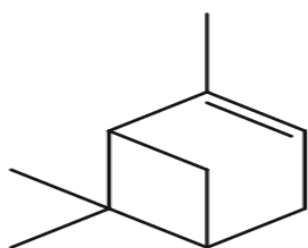
Limonène



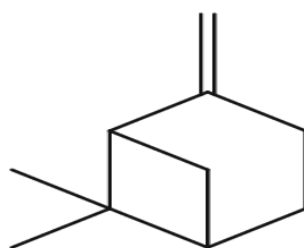
Acetate de bornyl



Camphène



α-pinene



β-pinene

### I.8. Propriétés thérapeutiques

La sauge « réunit à un haut degré, écrit cazin, les propriétés de la famille à laquelle elle appartient » [10].

- **Activité antioxydante:** Les preuves provenant de plusieurs études suggèrent que *S. officinalis* possède de puissantes activités antioxydantes. Les constituants antioxydants les plus efficaces de *S. officinalis* sont le carnosol, acide rosmarinique et acide carnosique, suivis de l'acide caféique, du rosmanol, du rosmadial, de la genkwanine et de la cirsimaritrine. Outre l'acide rosmarinique, d'autres flavonoïdes de *S. officinalis* en particulier la quercétine et la rutine ont de fortes activités antioxydantes.
  
- **Propriétés anti-inflammatoires et antinociceptives:** la recherche de nouveaux agents anti-inflammatoires et anti-nociceptifs avec des actions non désirées reste un sujet moins attrayant. Des études pharmacologiques ont montré que *S. officinalis* avait des effets anti-inflammatoires et antinociceptifs. Parmi les différents extraits de *S. officinalis*, le chloroforme montre de plus une action anti-inflammatoire, alors que l'extrait méthanolique et l'huile essentielle démontrent une action faible. Les flavonoïdes et les terpènes sont les composés qui contribuent le plus probablement aux actions anti-inflammatoires et antinociceptives de la plante.
  
- **Effets anticancéreux et antimutagènes:** L'activité antitumorale potentielle de *S. officinalis* a été étudiée sur plusieurs lignées de cellules cancéreuses et sur des modèles animaux de cancer. Les terpènes et les terpénoïdes isolés de *S. officinalis*, il a été démontré que le caryophyllène et l' $\alpha$ -humulène inhibent la croissance des cellules tumorales. Parmi les flavonoïdes de *S. officinalis*, l'acide rosmarinique a été largement étudié pour ses effets anticancéreux. Il inhibe la croissance des différents humains cellules cancéreuses,
  
- **Effets cognitifs et améliorant la mémoire:** De plus en plus de preuves suggèrent que *S. officinalis* a des effets cognitifs et améliorant la mémoire. Des études chez l'animal ont montré que l'extrait éthanoïque de *S. officinalis* augmente la rétention de mémoire des apprentissages dévotement passif chez le rat. L'extrait hydroalcoolique de *S. officinalis* et son principal acide rosmarinique flavonoïde

améliorent la cognition chez le rat en bonne santé et préviennent les déficits d'apprentissage et de mémoire induits par le diabète. De plus, l'extrait hydroalcoolique de *S. officinalis* atténue les troubles de la mémoire induits par la morphine.

- **Effets métaboliques:** Des études expérimentales et cliniques ont confirmé les effets bénéfiques de certaines plantes médicinales sur le métabolisme corporel, en particulier l'état glycémique. Des études pharmacologiques récentes ont montré que différents extraits de parties aériennes de *S. officinalis* sont capables de diminuer la glycémie dans des conditions normales et pour le diabète (anti diabétique) [12].

### I.9. Usages traditionnelle de la sauge

Les espèces *Salvia* ont un grand intérêt en cosmétologie, dont les extraits de *S. officinalis* et *S. lavandula efolia* sont largement introduits dans les produits de beauté et les parfums. La sauge et peut être utilisée comme compresse ou infusion ou même dans les préparations des masques de visage et leurs crèmes sont souvent appliquées sur des blessures superficielles près de bouches [13], elle présente en outre après application prolongées des propriétés cicatrisantes [9].

Aussi utilise pour les personnes stressées et déprimées, et conseillée pour les étudiants en période d'examen [14]. La sauge utilisée en gargarisme est un remède efficace contre les maux de gorge [24], contre les inflammations de la bouche, les abcès, et aussi pour le nettoyage et la cicatrisation des plaies [14].

Cette herbe aromatique est employée dans la cuisine, pour son goût puissant, légèrement amer et comphré [15].

### II. Lin (*Linum usitatissimum*)

#### II.1. La famille des *linaceae*

La famille des *Linaceae*, dans laquelle on peut citer le lin cultivé (genre *Linum*), est constituée de plantes dicotylédones, elle comprend une petite centaine d'espèces réparties en 8 à 15 genres. Ce sont des plantes herbacées, des arbustes et parfois des arbres. C'est une famille cosmopolite des zones froides à tropicales [16].

#### II.2. Généralités sur le lin

Le grain de Lin, également connue sous le nom de Lin en Amérique du Nord, est l'une des plus anciennes cultures de plein champ, initialement cultivée pour sa fibre, mais cultivée depuis deux siècles pour son huile. Il s'agit d'une annuelle de printemps adaptée à un large éventail de conditions pédologiques et climatiques dans les zones tempérées chaudes de l'hémisphère nord.



**Figure I.7 :** fleur de *linum usitatissimum*      **figure I.8 :** graines et fleurs de lin

En Amérique du Nord, les graines de lin sont principalement utilisées pour produire de l'huile industrielle et des tourteaux pour animaux [17]. Dans le domaine de la fonctionnalité graine de lin est en train de devenir l'un des principales sources de composés phytochimique. Ces composés phytochimique (acides phénoliques, acides cinnamique, flavonoïdes et lignines) sont des antioxydants et affectent la cellule croissance et viabilité [18].

#### II.3. Noms vernaculaires

Nom anglais: Lin ou flax ou linseed

Nom latin : *Linum usitatissimum* L.

Nom arabe : Zerriat al kettane (زريرة الكتان) [16].

### II.4. Description botanique

Le genre *Linum* de la famille des *Linaceae* comprend environ 230 espèces, pouvant être divisées en six sections basées sur des caractères morphologiques: *linum*, *Dasylinum*, *linastrum*, *Cathartolinum*, *Syllinum* et *Cliococca*. Parmi les espèces de *Linum*, le lin (*L. usitatissimum*, " le plus utile " en latin) est le plus commun, cultivé à la fois pour ses fibres et ses graines [17].

Le lin est une plante annuelle cultivée partout en Europe et généralement connue de tout le monde. Elle présente une tige haute de 50 centimètres à un mètre, droite, grêle, peu rameuse ; des feuilles nombreuses, sessiles, lancéolées, entières, d'un vert glauque avec trois nervures longitudinales ; des fleurs, longuement pédicellées, d'un bleu pâle et disposées en corymbe ; des graines petites, brunes, luisantes, oblongues et aplaties sur les deux faces.

Ces graines ont un épisperme contenant du mucilage et un embryon contenant de l'huile siccative, sans compter l'amidon et d'autres matières moins importantes qui entrent dans leur composition [19].



**Figure I.9 :** Diversité génétique chez le lin cultivé, *Linum usitatissimum*.

(a) La couleur des fleurs varie du blanc aux nuances de rose ou de bleu.

(b) À maturité, certaines accessions ont des capsules (ou capsules) complètement fermées, tandis que d'autres sont légèrement ou complètement déhiscentes.

(c) La couleur de l'enveloppe de la graine de lin peut varier du jaune vif à olive en passant par le brun foncé et peut même inclure des panachées [17].

### II.5. Systématique [20]

<b>Règne</b>	<b>Plantae</b>
<b>Sous règne</b>	Tracheobionta
<b>Division</b>	Magnoliophyta
<b>Classe</b>	Magnoliopsida
<b>Sous-classe</b>	Asteridae
<b>Ordre</b>	Linales
<b>Famille</b>	<i>Linaceae</i>
<b>Genre</b>	<i>Linum</i>
<b>Espèce</b>	<i>Linum usitatissimum</i> L.



Figure I.10 : les graines de lin

### II.6. Composition chimique


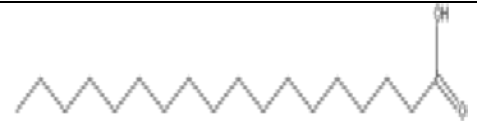
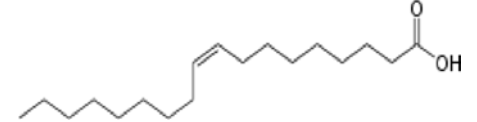

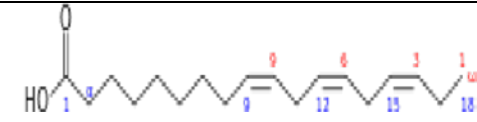
La composition du lin varie selon la variété et les facteurs environnementaux [21]. La graine de lin est riche en mucilage, huile, protéine. Elle ne contient pas d'amidon [9]. Les cendres de la graine de lin sont composées de Potasse, Soude, Chaux, Magnésie, Oxyde de fer, Acide phosphorique, Acide sulfurique, Chlore et Silice [22], carbonate de calcium, aluminium[10].

Tableau I.2: Composition chimique (%) des grains de lin [23]

<b>Humidité</b>	<b>Protéine</b>	<b>Lipide</b>	<b>Cendre</b>	<b>Fibre</b>
<b>4-8</b>	20-25	30-40	3-4	20-25

L'huile de lin est composée de 70% d'acides gras polyinsaturés, de 20% d'acides gras mono insaturés et seulement 10% d'acides gras saturés (tableau I.3). Elle est également connue comme étant la source la plus riche en oméga-3 : l'acide alphalinolénique (ALA), qui comprend 52% des acides gras totaux.

Tableau I.3: Composition en acides gras de l'huile de lin [21].

Nom de l'acide gras	Nomenclature Et Biochimique	Formule semi-développée	Répartition (%)	% insaturés et saturés
Acide palmitique	C16 :0		4-6	5-15% d'acides gras saturés
Acide stéarique	C18 :0		2-6	
Acide oléique	C18 :1 ω9		10-22	75-95% D'acide gras insaturés
Acide linoléique	C18 :2 ω6		12-18	
Acide linoléique α	C18 :3 ω3		50-62	

## II.7. Propriétés thérapeutique

On emploie soit les grains soit l'huile. Les grains grâce au mucilage qu'elles contiennent, mais aussi à leurs autres éléments constitutifs, sont émoullientes et adoucissantes, diurétiques et apéritives. Leur infusion agit efficacement dans toute l'inflammation des muqueuses et dans presque toutes les maladies inflammatoires, et tout spécialement celles des voies urinaires [10]. Des études in vivo montrent que les huiles de *Linum usitatissimum* (graines) possèdent une activité antimicrobienne contre cinq souches de bactéries, dont *staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* et *Escherichia coli* et était efficace dans le traitement de la mammite bovine [17].

Des études récentes indiquent que les huiles oméga-3 ont une action anticancéreuse Elles protègent en outre le cœur et régularisent les battements cardiaques. Un cataplasme de graines concassées ou de fanne de lin l'appliqué sur les furoncles et les anthrax calme les ulcérations et draine le pus [24].

L'huile de graine de lin a un grand potentiel contre les cancers colorectaux [25]. Sont largement utilisées en médecine en tant qu'agent enveloppant et cicatrisant dans le traitement des maladies gastro-intestinales [26].

### II.8. Usages traditionnel de lin

L'huile de lin contient une forte proportion d'acide gras essentiels (AGE) non saturés, mais ne prête pas de façon idéale à la fabrication des produits cosmétique, car sa teneur en vitamine E étant faible les AGE ne jouent pas pleinement leur rôle et n'exercent ainsi aucune action bienfaisante sur l'épiderme (elle est de plus siccative) [9].

Une recette portugaise recommande d'associer l'huile de lin au vin rouge comme remède pour soigner les blessures. L'huile et la fibre de lin ont servi à d'innombrables usages industriels et médicaux comme la fabrication de peintures, de papier, de cordes, de harnais de parachutes, de moquette et de bandages [24].

Dans le temps, les femmes bouillaient les graines de lin dans l'eau et utilisaient le lin sous forme de gel pour adoucir leurs cheveux [27].

L'huile de lin convient aussi pour le visage, le corps (massages et soins corporels). En usage externe l'huile obtenue à partir des graines est reconnue pour ses propriétés adoucissantes et émollientes. Elle protège la peau irritée [27].

## Chapitre I

---

### Références

1. Naghibi, F., Mosaddegh, M., Mohammadi, M.S., Ghorbani, A. (2005). Labiatae Family in folk Medicine in Iran from Ethnobotany to Pharmacology. Iranian journal of pharmaceutical research. Vol. 2; pp 63-79.
2. Miller R.E, McConville M.J, Woodrow I.E. (2006) -Cyanogenic glycosides from the rare Australian endemic rainforest tree *Clerodendrum grayi* (Lamiaceae)-Phytochemistry, Vol. 67; pp 43-51.
3. Judd, WS, Campbell, C., Kellogg, EA, Steven, PF. (2002). Botanique systématique une perspective phylogénétique. De Boeck Université. P: 84.88.467.
4. Ahmad Ghorbani, Mahdi Esmaeilzadeh. (2017). Pharmacological Properties of *Salvia officinalis* and its components. Journal of Traditional and Complementary Medicine, page 433-440).
5. DJELILI Farida, (2007). Etude de pouvoir de précipitation de la protéine BSA des extraits polyphénoliques des plantes médicinales de la région de Beni-Djellil (wilaya de BEJAIA). Mémoire de Magister, Université Abderahmane Mira de Bejaia.
6. VILMORIN-ANDRIEUX et C<sup>ie</sup>, (1883). Les plantes potagères description et culture des principaux légumes des climats tempérés. Deuxième Edition (p. 546).
7. Rahmani, I; Rekhis, N, (2018). Etude de l'activité antimittotique de l'extrait des feuilles de la sauge (*salvia officinalis* L.) sur le méristème radicaire de l'oignon (*Allium cepa* L.) Mémoire de Master en Biologie, Université Mohamed Boudiaf-M'sila.
8. Khirddine, H. (2013). comprimés de poudre de dattes comme support universel des Principes actifs de quelques plantes médicinales d'Algérie. P: 11-13. These de Magister. université M'hamed Bougara, Boumerdes.
9. Introduction à la dermatopharmacie et à la cosmétologie 3<sup>ème</sup> édition (2011), Marie-Claude Martini. Université Claude-Bernard Lyon 1.
10. Paul Fournier (1999). LE LIVRE DES PLANTES MEDICINALES ET VENENEUSES DE FRANCE. .
11. Wolter skluwer, (2007). botanique pharmacognosie phytothérapie.1,rus Eugène et Armand Peugeot.92500 Rueil-Malmaison Cedex.
12. Chimie alimentaire (November, 2001). Volume 75, Numéro 2. Activités antioxydantes des polyphénols de sauge (*salvia officinalis*). Page 197-202.

## *Chapitre I*

---

- 13.** Radulescu V., Silvia C., et Eliza O. (2004). Capillary gas chromatography-mass spectrometry of volatile and semi volatile compound of *Salvia officinalis*. *Journal of Chromatography A.*, 1027: 121-126.
- 14.** Djerroumi, A., et Nacef, M. (2004). 100 plantes médicinales d'Algérie. Ed Palais du livre. p. 135 -131.
- 15.** Duling E.N., Owen J.C., John B.G., Rosmary F.W., Kevin A.M., Yeap L.F., & Nigel B.P.(2007). Extraction of phenolic and essential oil from dried sage (*Salvia officinalis*) using ethanol- water mixture. *Food chemistry*. Vol. 101, app. 1417- 1424.
- 16.** El Abdali Younes, (2017).Caractérisation phytochimique et activité antioxydante et immunostimulante de *lavandula dentata* et *linum usitatissimum*. Mémoire de Master, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Ville de Fès au Maroc.
- 17.** PBE McVetty, OM Lukow, (2004). PRODUCTION ET CONSOMATION DE GRAINS | Oléagineux en Amérique du Nord. Dans *Encyclopédie de la science des grains*.
- 18.** Tawheed Amin<sup>1\*</sup> and Monika Thakur<sup>2</sup> (2014). A comparative study on proximate composition, Phytochemical Screening, Antioxidant and Antimicrobial Activities of *Linum usitatissimum* L. (flaxseeds). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, ISSN; 2319-7706, Volume 3, Number 4, pp. 465-481.
- 19.** Le D<sup>R</sup> M. camboulives (1880). *manuel pratique de therapeutique de matiere medicale de pharmacologie et de l'art de formuler*, paris librairie f. savy. 77, boulevard saint-germain.
- 20.** USDA (United States Department of Agriculture), Natural Resources Conservation Service. Classification for Kingdom Plantae Down to Species *linum usitatissimum* L.
- 21.** Daun J, Barthet V, Chornick T, Duguid S. (2003). Structure, composition and variety development of flaxseed. In: Thompson, L., Cunanne, S. edition. *Flaxseed in Human Nutrition*. Second Edition Champaign, Illinois, p1-40.
- 22.** *Traite complet des corps gras industriel* spar Theodore CHATEAU 1863.
- 23.** Coşkuner Y, Karababa E. (2007). Some physical properties of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.). *Journal of Food Engineering*, 78(3), 1067-1073.
- 24.** LAROUSSE ENCYCLOPEDIE DES PLANTES MEDICINALES Identification, Préparations, Soins.

## *Chapitre I*

---

- 25.** Bommareddy, A., Zhang, X., Schrader, D., Zeman, D., Matthees, D. P., Dwivedi, C. (2009). Effects of Dietary Flaxseed on Intestinal Tumorigenesis in ApcMin Mouse. *Nutrition and Cancer*, 61: 276–283.
- 26.** Ivanov, S., Rashevskaya, T., Makhonina, M. (2011). Flaxseed additive application in dairy products production. *Procedia Food Science*, 1: 275-280.
- 27.** Halligudi, N. (2012). Pharmacological properties of flax seed: Review *Hygeia: journal for drugs and medicines* vol 4 (2), 70-77.

*Chapitre II*  
*Activités biologiques*

### I. l'activité antioxydante

#### I.1. définition

L'activité antioxydante consiste en l'inhibition de réactions en chaîne de production de radicaux libres et limitant ainsi leur action. Ceci à travers le piégeage direct des espèces réactives de l'oxygène (ERO), La suppression de la formation des ERO par l'inhibition de quelques enzymes ou par chélation des ions métalliques, impliqués dans leur production. Cette propriété se retrouve souvent dans les familles polyphénoliques [1].

#### I.2. Le stress oxydatif

Le stress oxydatif est définie comme étant le déséquilibre entre la génération des espèces réactives de l'oxygène et la capacité du corps a neutralisé et réparer les dommages oxydatifs [2].

La plupart des maladies induites par le stress oxydant apparaissent avec l'âge, car le vieillissement diminue les défenses anti-oxydantes et augmente la production mitochondriale de radicaux. En faisant apparaître des molécules biologiques anormales et en sur-exprimant certains gènes, le stress oxydant sera la principale cause initiale de plusieurs maladies : cancer, cataracte, sclérose latérale amyotrophique, syndrome de détresse respiratoire aigu, œdème pulmonaire, vieillissement accéléré. Le stress oxydant est aussi un des facteurs potentialisant l'apparition de maladies plurifactorielles tel que le diabète, la maladie d'Alzheimer, les rhumatismes et les maladies cardiovasculaires [3].

#### I.3. Définition et rôles d'un radical libre

Les radicaux libres sont des atomes ou des molécules portant un électron non apparié. Cette propriété rend ces éléments très réactifs du fait de la tendance de cet électron à se ré-apparier, déstabilisant ainsi d'autres molécules. Les molécules ainsi transformées deviennent à leur tour d'autres radicaux libres et initient ainsi une réaction en chaîne [4].

Les radicaux libres générés de façon permanente par le métabolisme normal de l'oxygène, ne sont pas seulement des produits agressifs mais aussi des modulateurs de voies de transduction du signal et de l'expression de gènes qui participent à l'homéostasie vasculaire. Ils jouent le rôle de messenger pour la cellule, dans l'apoptose et dans la défense contre les infections [2].

### I.4. Définition d'un antioxydant

Un antioxydant est toute substance, présente à une concentration inférieure à celle du substrat oxydable, qui est capable de retarder ou de prévenir l'oxydation de ce substrat [5].

#### I.4.1. Mécanisme d'action et types d'antioxydants

Les mécanismes d'action des antioxydants sont divers, incluant le captage de l'oxygène singulier, la désactivation des radicaux par réaction d'addition covalente, la réduction de radicaux ou de peroxydes, la chélation des métaux de transition [4]. Il y a deux types d'antioxydants par rapport à leur mécanisme d'action :

##### ❁ Les antioxydants primaires ou piègeur des radicaux libres

Ce genre d'antioxydants peut inhiber la réaction d'initiation et la propagation de l'oxydation en participant au processus d'oxydation et en convertissant les radicaux libres vers leurs formes inactives. Les antioxydants primaires sont généralement des composés phénoliques (AH) capables de donner un atome d'hydrogène au radical libre et le convertir en un composé stable non radicalaire [6].

##### ❁ Les antioxydants secondaires ou préventifs

Ils englobent une large gamme de différentes substances chimiques qui inhibent l'oxydation des lipides par différents mécanismes et ne transfèrent pas le radical libre sous sa forme non-radicalaire. Avec quelques exceptions, les antioxydants secondaires sont généralement reliés à l'inhibition de facteurs initiant l'oxydation. Ce type d'antioxydants inclut des chélateurs de métaux pro -oxydatifs, des désactivateurs de l'oxygène singulet, des piègeurs de la molécule d'oxygène, inhibiteurs des enzymes pro-oxydative, enzymes antioxydantes et destructrices des hydroperoxydes [7].

#### I.4.2. Les principales sources d'antioxydants

##### ❁ Les antioxydants endogènes (enzymatiques)

###### Le superoxyde dismutase (SOD)

Le superoxyde dismutase est une enzyme qui élimine l'anion superoxyde par une réaction de dismutation, elle produit de l'oxygène et du peroxyde d'hydrogène [2].



### La catalase (CAT)

Les catalases sont localisées exclusivement à l'intérieur des peroxysomes, ce qui limite leur action par rapport à d'autres enzymes, cytoplasmiques par exemple [8] et elles transforment deux molécules de peroxyde d'hydrogène en eau et en oxygène qui sont des composés stables [2].



### La glutathion

Le glutathion est un agent antiradicalaire composé de 3 acides aminés : cystéine, acide glutamique et glycine. Il joue un rôle majeur dans la protection des lipides, des protéines et des acides nucléiques contre l'oxydation [9].

Le glutathion est largement présent sous forme réduite, réduit le peroxyde d'hydrogène en H<sub>2</sub>O grâce à la réaction catalysée par la glutathion peroxydase (GPx). Il peut aussi réduire les radicaux formés par l'oxydation des vitamines E et C [10].



### ❖ Les antioxydants exogènes (non enzymatiques)

Contrairement aux enzymes antioxydantes, la plupart de ces composants ne sont pas synthétisés par l'organisme et doivent être apportés par l'alimentation. Dans cette catégorie d'antioxydant nous retrouvons les oligoéléments, la glutathion réduite (GSH), les vitamines E et C et les polyphénols [11].

#### a) La vitamine C

L'acide ascorbique ou vitamine C est considéré comme le plus important antioxydant dans les fluides extracellulaires. Elle empêche l'oxydation des LDL produites par divers systèmes générateurs d'espèces réactives d'oxygène (ROS). Lors de son oxydation en acide déhydroascorbique, elle passe par une forme radicalaire intermédiaire (radical ascorbyl), qui joue un rôle essentiel dans la régénération de la vitamine E oxydée [12]

#### b) La vitamine E

La vitamine E ou  $\alpha$ -tocophérol, elle se fixe aux membranes et peut ainsi séquestrer les radicaux libres en empêchant la propagation des réactions de peroxydation lipidique [13].

Lors de l'initiation de la peroxydation lipidique, elle cède son hydrogène situé dans le noyau phénolique et constitue, par ce biais, le seul antioxydant liposoluble assurant cette protection [14].

### c) Les antioxydants synthétiques :

Dans l'industrie alimentaire, les antioxydants synthétiques, tel que le butylhydroxyanisole (BHA), butylhydroxytoluène (BHT) gallate propylée (PG) et le tétrabutylhydroquinone (TBHQ), sont largement utilisés parce qu'ils sont efficaces et moins chers que les antioxydants naturels. Cependant, leur sécurité est très discutée car ils génèrent un besoin de recherche comme matière de substitution des sources naturelles comme antioxydants de la nourriture [15].

### d) Antioxydants d'origine végétale

Il ya plusieurs métabolites secondaires comme les caroténoïdes et les polyphénols qui sont généralement de bons capteurs de radicaux hydroxyles  $\text{OH}^\bullet$  et peroxydes  $\text{ROO}^\bullet$ . Ils sont donc susceptibles d'inhiber les chaînes de peroxydation lipidique, mais d'une manière moins efficace que celle de l' $\alpha$ -tocophérol [2].

## I.4.3. Les différents métabolites secondaires

Les plantes possèdent des métabolites dits « secondaires » par opposition aux métabolites primaires qui sont des protéines, des glucides et des lipides. Les métabolites secondaires sont classés en plusieurs grands groupes : parmi ceux-ci, les composés phénoliques, les terpènes et stéroïdes et les composés azotés dont les alcaloïdes. Chacune de ces classes renferme une très grande diversité de composés qui possèdent une très large gamme d'activité biologique [16].

Les composés de métabolisme secondaire ne sont pas produits directement lors de la photosynthèse mais résultant de réactions chimiques ultérieures. On les appelle donc des métabolites secondaires. Ces composés ne se trouvent pas dans toutes les plantes [16].

Différentes classes des métabolites secondaires :

Les métabolites secondaires comportant trois types de composés :

Les composés azotés, les terpénoïdes et les composés phénoliques.

### I.4.3.1. Les composés azotés

#### Les alcaloïdes

Ce sont des substances d'origine biologique et le plus souvent végétale (il n'en n'existe que des rares représentants dans le règne animal), éventuellement reproductibles par synthèse

azotées, de réactions alcalines plus ou moins prononcées et douées à faible dose de propriétés pharmacodynamiques marquées. Leurs noms se terminent toujours par « ine ». Les alcaloïdes renferment toujours du carbone, de l'hydrogène et de l'azote, et le plus souvent, en plus, de l'oxygène (exceptionnellement quelques alcaloïdes contiennent du soufre).

### + Propriétés pharmacologiques des alcaloïdes

Leurs propriétés sont généralement variées et dépendent de leurs composantes chimiques par exemple :

- ✓ Action sur le système nerveux central comme anti-dépresseur
- ✓ Action sur système nerveux autonome
- ✓ Action sur les vaisseaux « hypertenseur »
- ✓ Action sur la circulation sanguine et améliore la circulation cérébrale
- ✓ Antipaludique
- ✓ Action anti tumorale
- ✓ Action antibiotique, antiparasitaire, anthelminthique à des doses variées [16].

### I.4.3.2. Les terpénoïdes

#### + Définition

Les terpènes sont des hydrocarbures naturels, de structure soit cyclique soit à chaîne ouverte. Leur formule brute est  $(C_5H_x)_n$  dont le  $x$  est variable en fonction du degré d'insaturation de la molécule et  $n$  peut prendre des valeurs de 1 à 8 sauf dans les polyterpènes qui peut atteindre plus de 100 (le caoutchouc). La molécule de base est l'isoprène de formule  $C_5H_8$ . Le terme terpénoïde désigne un ensemble de substances présentant le squelette des terpènes avec une ou plusieurs fonctions chimiques (alcool, aldéhyde, cétone, acide, lactone, etc.) [16].

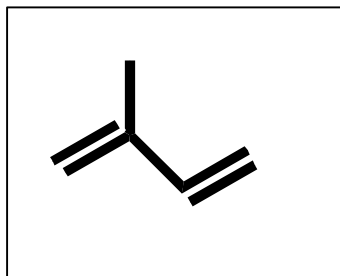


Figure II.1: Unité isoprène

### ✚ Propriétés pharmacologiques des terpénoïdes

De nombreux terpenoïdes ont la particularité de dégager de fortes odeurs, le menthol et le limonène permettent la fabrication des huiles essentielles, Ils sont utilisés comme antiseptiques et pour traiter les maladies de respiration.

Les Sesquiterpènes [ $C_{15}H_{24}$ ] possédant beaucoup d'activités biologiques comme l'activité antimicrobienne, antitumorale, anti leucémique et ils peuvent être responsable de la l'allergie Les Diterpènes [ $C_{20}H_{32}$ ] sont des Antispasmodiques et antioxiolytiques [16].

### I.4.3.3. Les composés phénoliques

Les composés phénoliques sont des substances chimiques formées de fonction phénolique (la présence d'un ou de plusieurs cycles benzéniques portant une ou plusieurs fonctions hydroxyles) ou des métabolites secondaires, qui ont été identifiés dans les tissus végétaux et qui sont extrêmement nombreuses. Ils sont présents dans les racines, tiges, fleurs, et les feuilles.

Les principaux composés phénoliques ne sont pas présents à l'état libre mais sous forme d'ester ou plus généralement sous forme d'hétérosides [17]. Cependant, il convient d'ajouter certains polymères comme les lignines ou les tanins, qui sont des produits naturels importants.

La structure des composés phénoliques naturels varie depuis les molécules simples (acides phénoliques simples) jusqu'aux molécules les plus hautement polymérisées (tanins condensés), il y'a environ 8000 structures phénoliques identifiées [18].

### ✚ Classification des polyphénols

Une classification de ces substances a été proposée par **Harborne** en **1980**. On peut distinguer les différentes classes des polyphénols en se basant d'une part, sur le nombre d'atomes constitutifs et d'autre part, sur la structure de squelette de base. Deux principales classes sont largement répandues :

- Les acides phénoliques (acides hydroxybenzoïques, acides hydroxycinnamiques)
- Les flavonoïdes.
- Les tanins et lignines
- Plus rares, les coumarines, les stilbènes [19].

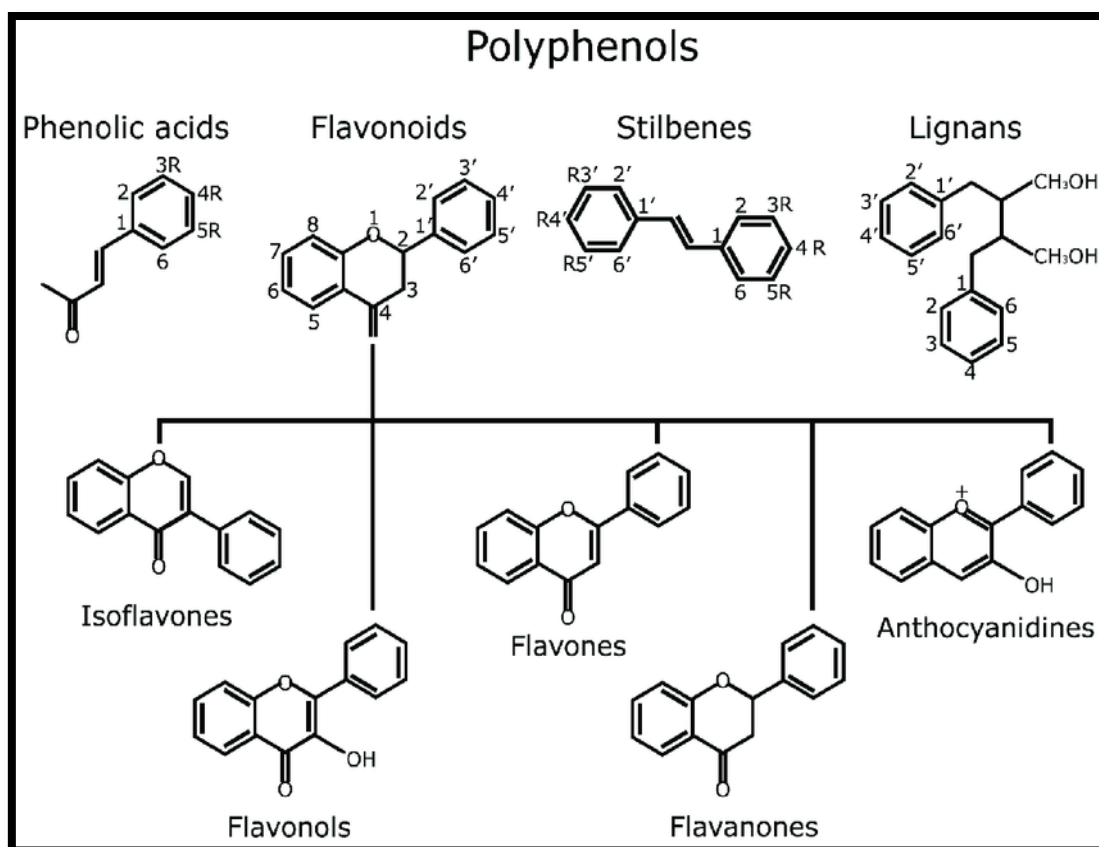


Figure II.2 : classification des polyphénols [20].

### ✚ Effets biologiques des polyphénols

Les polyphénols sont associés à de nombreux processus physiologiques interviennent dans la qualité alimentaire, impliqués lorsque la plante est soumise à des blessures mécaniques. La capacité d'une espèce végétale à résister à l'attaque des insectes et des micro-organismes est souvent corrélée avec la teneur en composés phénoliques [16].

Ces composés montrent des activités anti-carcinogènes, anti-inflammatoires, antiathérogènes, anti-thrombotiques, analgésiques, antibactériennes, antivirales, anticancéreuse [21], anti-allergènes, vasodilatatrices [22] et antioxydantes [23].

**A. Les flavonoïdes:** Ce sont des pigments permettant la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles. Quand ils ne sont pas directement visibles, ils contribuent à la coloration par leur rôle de co-pigments. Ce sont des polyphénols ayant une structure de base en C6-C3-C6, constituée de deux noyaux aromatiques, reliés par un hétérocycle oxygéné.

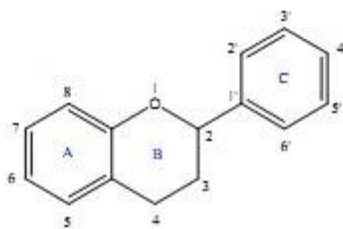


Figure II.3 : structure de base des flavonoïdes

On les classe en fonction du degré d'oxydation du noyau pyranique central. On les distingue aussi par le nombre et la position des groupements hydroxyles, par l'existence ou non de substituants sur la génine [24]. Tous les flavonoïdes ont une origine biosynthétique commune et de ce fait possèdent le même élément structural de base. Ils peuvent être regroupés en différentes classes selon le degré d'oxydation du noyau pyranique central [25].

### A.1. Quelques exemples des flavonoïdes

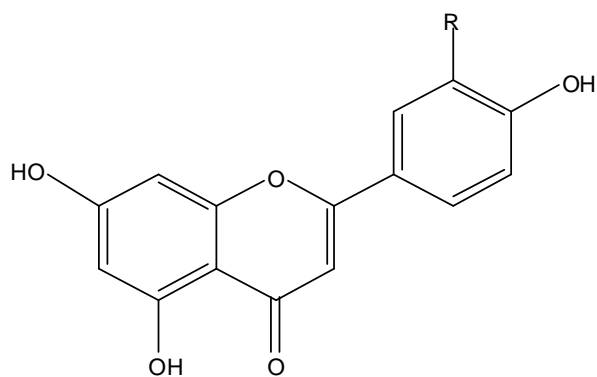


Figure II.4 : Flavonones

R=H, apigénol

R=OH, lutéolol

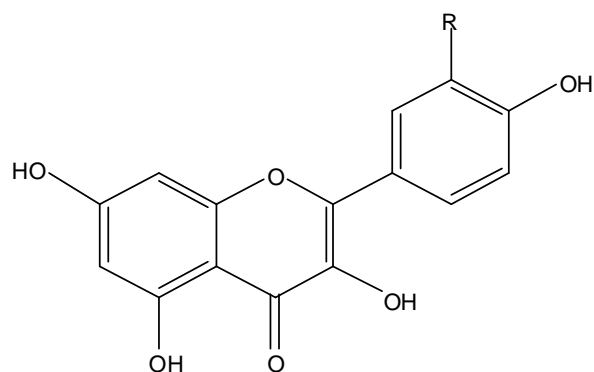


Figure II.5 : Flavonols

R= H, kaempférol

R= OH, quercétol

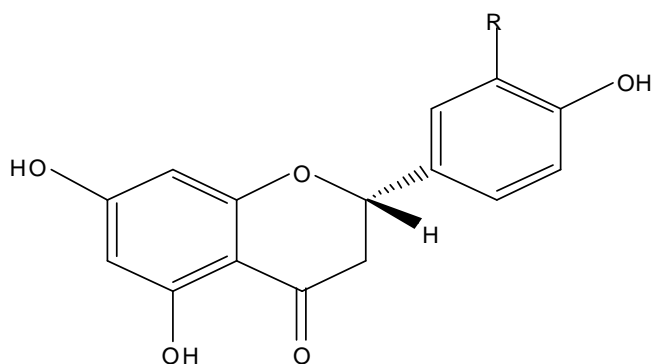


Figure II.6 : Flavanones

R=H, naringétol

R=OH, ériodictyol

### A.2. Intérêts thérapeutiques des flavonoïdes

Les flavonoïdes ont été décrits comme agent de promotion de la santé avec des effets biologiques in vitro et éprouvés, telle que :

#### ➤ **Activité antioxydant**

Les flavonoïdes ont la capacité de piéger les radicaux libres, générées par notre organisme en réponse aux agressions de notre environnement et qui favorisent le vieillissement cellulaire [26]. Parmi ces flavonoïdes : la rutine.

#### ➤ **Activité anti-inflammatoire**

Les flavonoïdes sont des agents protecteurs contre les inflammations chroniques, la Production excessive d'activateur de tissu en particulier les prostaglandines. Les flavonoïdes inhiber les enzymes clé implique dans biosynthèse de ces activateurs tissulaires [26]. Parmi ces flavonoïdes nous citons la lutéoline.

#### ➤ **Activité anticancéreux**

Ils excitent des agents anticancéreux dans les flavonoïdes qui sont capable d'inhiber la prolifération des cellules tumorales et participe activement à inhiber la carcinogénèse dans la phase initiales [26]. Parmi ces flavonoïdes : la quercitrine.

#### ➤ **Activité cardiovasculaire**

Les flavonoïdes ont des effets bénéfiques sur les paramètres associés à l'athérosclérose, y compris l'oxydation des lipoprotéines, l'agrégation des plaquettes du sang, et la réactivité vasculaire, les flavonoïdes jouer un rôle clé dans la réduction du risque de développer des maladies cardiovasculaires. Parmi ces flavonoïdes nous citons les flavonones.

En plus des activités biologiques décrites, les flavonoïdes présenter d'autres avantages pour la santé, pour les flavonoïdes d'instance ont antiallergique, anticoagulant, antiplaquettaire, activité antimicrobienne, activité antidiabétique [26].

## B. Les acides phénoliques

### B.1. Définition

Le terme acide- phynol peut s'appliquer à tous les composés organiques possédant au moins une fonction carboxylique et hydroxyl phénolique [17]. La pratique courante en phytochimie consiste à réserver ce terme aux dérivés de l'acide benzoïque et de l'acide

cinnamique. Les acides hydroxy benzoïques et hydroxycinnamiques existent rarement sous formes libres, mais sont généralement trouvés sous formes conjuguées d'esters et de glycosides [27].

Les acides phénoliques participent directement aux réactions de stress environnementaux, comme les attaques par les ravageurs et contribuent au processus de guérison de la plante par la lignification des tissus endommagés [28].

### B.2. Classification des acides phénolique

#### ✚ Les acides hydroxybenzoïques

La concentration de l'acide hydroxy -benzoïque est généralement très faible chez les végétaux comestibles. Ces dérivés sont assez rares dans l'alimentation humaine par contre ceux d'acides hydroxy-cinnamiques tels que les acides p-coumariques, férulique et sinnapique sont très présents [29].

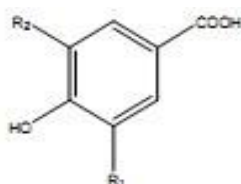


Figure II.7 : Structure de base des acides hydroxybenzoïques

#### ✚ Les acides hydroxycinnamiques

Les acides hydroxycinnamiques représentent une classe très importante dont la structure de base (C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>) dérive de celle de l'acide cinnamique. Le degré d'hydroxylation du cycle benzénique et son éventuelle modification par des réactions secondaires (par méthylation chez les acides féruliques ou sinapique) sont un des éléments important de la réactivité chimique de ces molécules [29].

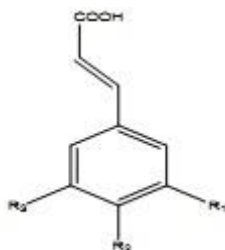


Figure II.8 : Structure de base des acides hydroxycinnamiques

### C. Les coumarines

Les coumarines ont un squelette en C6-C3, mais ils possèdent un atome d'oxygène hétérocycle dans le cadre de l'unité C3 [30]. Elles sont issues du métabolisme de la phénylalanine via un acide cinnamique, l'acide Pcoumarique.

Les coumarines sont cytotoxiques, antivirales, immunostimulantes, tranquillisantes, vasodilatatrices, anticoagulantes (au niveau du coeur), hypotensives ; elles sont également bénéfiques en cas d'affections cutanées.

Les coumarines libres sont solubles dans les alcools et les solvants organiques tels que l'éther ou les solvants chlorés dans lesquels ils sont extractibles. Les formes hétérosidiques sont plus ou moins solubles dans l'eau. Elles ont un spectre UV caractéristique, fortement influencé par la nature et la position des substituants. En lumière ultra-violette, les CCM présentent des tâches dont la coloration varie du bleu au pourpre en passant par le jaune. L'odeur de foin fraîchement coupé de la coumarine est très utilisée en parfumerie et dans les produits cosmétiques [31].

#### C.1. Classification des Coumarine

##### ✚ Coumarines simples :

- ✓ Coumarine
- ✓ Ombelliferone

##### ✚ Coumarines prenylées :

- ✓ Rutaculine
- ✓ Osthol

##### ✚ Furanocoumarines :

###### ❖ Furanocoumarines lineaires :

- ✓ Bergaptene
- ✓ Imperatorine

###### ❖ Furanocoumarines angulaires :

- ✓ Angelicine
- ✓ Pimpinéline

### ✚Pyranocoumarines :

- ❖ La visnadine

### ✚Les coumarines peuvent également exister à l'état dimérique ou trimérique

- ❖ Dicoumarines(coumarines dimérique) :

- ✓ Dicoumarol.

- ❖ Tricoumarines

- ✓ Triumbellatine [32].

## C.2. Propriétés pharmacologiques des coumarines

- ✚ Les coumarines se révèlent être des composés immunostimulantes provoquent l'augmentation des lymphocytes T dans la circulation sanguine [33].
- ✚ l'activité antibactérienne : les coumarines sont efficaces contre les bactéries à Gram positif [34].
- ✚ En 1957, O'Neal et son équipe ont montré l'efficacité des coumarines pour bloquer le cancer induit chimiquement par les radiations ultraviolettes. Ces molécules sont capables de prévenir la peroxydation des lipides membranaires et de capter les radicaux hydroxyles, superoxyde et peroxydes [35].

## D. Tanins

Le terme tanin dérive de la capacité de tannage de la peau animale en la transformant en cuir par le dit composé [36]. Ils sont d'origine végétale et non azotée qu'on trouve dans de nombreux végétaux tels que les écorces d'arbres, les fruits (raisin, datte, café, cacao...) et les feuilles de thé. Se sont des composés polyphénoliques [30], solubles dans l'eau, de poids moléculaire compris entre 500 et 3000 Dalton [37],

### D.1. Classification des tanins

Sur la base de leur caractéristique structurale, il est possible de diviser les tanins en 2 groupes, les tanins **hydrolysables** et les tanins **condensés** :

### **Tannins hydrolysables**

Sont des esters de sucre ou de polyols cycliques avec des acides phénoliques comme l'acide gallique et ses dérivés, en particulier l'acide éllagique ; la polymérisation étant généralement réalisée par l'intermédiaire de liaisons entre les molécules d'acides phénoliques [38].

### **Tannins condensés**

Ce sont des composés phénoliques hétérogènes. Ils se trouvent sous forme d'oligomères ou polymères de flavanes, flavan-3-ols, 5 desoxy-3-flavonols et flavan-3,4-diols [39].

## **D.2. Propriétés pharmacologiques tanins**

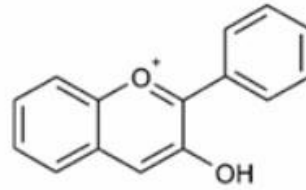
Les décoctions et les autres préparations à base de drogues riches en tannins sont employées le plus souvent extérieurement contre les inflammations de la cavité buccale, les catarrhes, la bronchite, les hémorragies locales, sur les brûlures et les engelures, les plaies, les inflammations dermiques, les hémorroïdes et la transpiration excessive [40].

En usage interne, elles sont utiles en cas de catarrhe intestinal, de diarrhée, d'affections de la vésicule, ainsi que comme l'antidote (contrepoison) lors d'empoisonnement par les alcaloïdes végétaux [41].

## **E. Les anthocyanes**

Les anthocyanes (du grec anthos, fleur et Kuanos, bleu violet) terme général qui regroupe les anthocyanidols et leurs dérivés glycosylés. Ces molécules faisant partie de la famille des flavonoïdes et capables d'absorber la lumière visible, ce sont des pigments qui colorent les plantes en bleu, rouge, mauve, rose ou orange. Leur présence dans les plantes est donc détectable à l'œil nu. A l'origine de la couleur des fleurs, des fruits et des baies rouges ou bleues, elles sont généralement localisées dans les vacuoles des cellules épidermiques, qui sont de véritables poches remplies d'eau.

On trouve également les anthocyanes dans les racines, tiges, feuilles et graines. En automne, les couleurs caractéristiques des feuilles des arbres sont dues aux anthocyanes et aux carotènes qui ne sont plus masqués par la chlorophylle [42].



**Figure II.9 :** La structure chimique de squelette de base des anthocyanes [43].

## II. Activité antimicrobienne

Dès la naissance, l'homme se trouve en contact avec des micro-organismes qui vont progressivement coloniser son revêtement cutané et muqueux pour résister à ces microorganismes de nombreux moyens sont mis en jeu. On peut schématiquement en distinguer 3 groupes : les barrières anatomiques, les mécanismes de résistance naturelle (ou innés) et l'immunité acquise [4]. On peut utiliser aussi des antibiotiques ou des plantes médicinales et leurs extraits.

### II.1. Définition des bactéries

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), elles sont divisées en bactéries proprement dites (Bactéria) et bactéries primitives (Archaea). Toutes les bactéries rencontrées en pathologie appartiennent à la bactérie. Les bactéries ont généralement un diamètre inférieur à 1µm. 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), Les détails de leur structure ne sont visibles qu'en microscopie électronique [4].

### II.2. Culture des bactéries

On utilise habituellement pour cultiver les bactéries des milieux complexes à base d'extraits ou d'hydrolysats enzymatiques de viandes, Ces milieux peuvent être liquides (Bouillons) ou solides, La solidification des milieux est obtenue par l'addition de l'agar, un extrait qui a la propriété de fondre à l'ébullition et se solidifier à des températures inférieures à 40°C. En milieu liquide, les bactéries se dispersent librement et leur multiplication se traduit par un trouble, le plus souvent homogène. Sur un milieu solide, lorsque la quantité de bactéries est faible, chaque bactérie va pouvoir se multiplier sur place jusqu'à former un amas

de bactéries visible a l'œil nu , que l'on appelle colonie ( si la densité bactérienne est trop élevée dans l'échantillon ensemencé, les colonies sont confluentes et forment une nappe) [4].

### II.3. Description des bactéries

#### ✿ *Escherichia coli*

*Escherichia coli* est un bacille a gram négatif, de forme non sporulée, de type anaérobie facultative, généralement mobile grâce aux flagelles, sa longueur varie de 2 a 6  $\mu\text{m}$ , alors que sa largeur est de 1,1 à 1,5 $\mu\text{m}$ . les bactéries appartenant à l'espèce *E. coli* constituent la majeure partie de la flore microbienne aérobie du tube digestif de l'homme et de nombreux animaux. Certaines souches sont virulentes, capables de déclencher spécifiquement chez l'homme ou chez certaines espèces animales des infections spontanées des voies digestives ou urinaires ou bien encore des méningites néo-natales *coli* est le germe responsable de 75 à 80 % des infections urinaires. D'autres souches appartiennent à la flore commensale peuvent être responsables d'infections opportunistes variées, surtout chez les sujets aux défenses immunitaires affaiblies [4].



**Figure II.10** : l'espèce de genre *E. coli*

#### ✿ Genre *Staphylocoques*

Les *staphylocoques* sont des bactéries sphériques, qui se divisent sur plusieurs plans pour former des amas réguliers ou irréguliers en grappe de raisin, d'où leur nom (en grec *staphylins*), ils sont immobiles et cultivent sur des milieux contenant 5% de Na Cl et pour certains jusqu'à 10 et même 15%. Ils sont aérobie ou anaérobies facultatifs.

Les *staphylocoques* sont des germes ubiquistes largement distribués dans l'environnement naturel de l'homme, mais ils le sont plus fréquemment et en plus forte densité sur les surfaces cutano-muqueuses des mammifères. Il existe une certaine relation entre les espèces de *staphylocoques* et l'hôte qui les héberge. *S. epidermidis* est l'espèce la plus fréquente et la plus

abondante sur les surfaces cutanées de l'homme. *S.aureus* est l'espèce prédominante chez l'homme et autres mammifères, la cavité nasale de l'homme est sa niche préférentielle [44].

Les *staphylocoques* ont un pouvoir pathogène opportuniste extrêmement large qui s'exerce avec une grande fréquence en milieu hospitalier.

L'espèce *S.aureus*, responsable d'infections pyogènes de la peau et des muqueuses (furoncle, impétigo, staphylococcie maligne de la face, staphylococcies bulleuses, etc.), mais aussi osseuses (ostéomyélite), digestives (entéocolites post-antibiotiques), septicémiques. *S.epidermidis* un agent de plus en plus fréquent d'infections nosocomiales [44].



**Figure II.11** : l'espèce de genre *staphylocoque*

### II.4. Bactérie a GRAM positif

Elles sont bien moins nombreuses que les bactéries à gram négatif et constituent également une catégorie morphologiquement, physiologiquement et écologiquement très variée, malgré son homogénéité reconnue sur le plan évolutif.

Les bactéries à GRAM positif se caractérisent aussi par la présence d'une paroi cellulaire entourant leur membrane cytoplasmique. Mais elle est de structure différente de celle des bactéries à GRAM négatif. En effet, elle se compose d'un seul élément, uniquement formé d'une épaisse couche de peptidoglycane et ne comporte pas la membrane externe typiquement présente chez les bactéries à GRAM négatif [45].

### La paroi des bactéries Gram positif

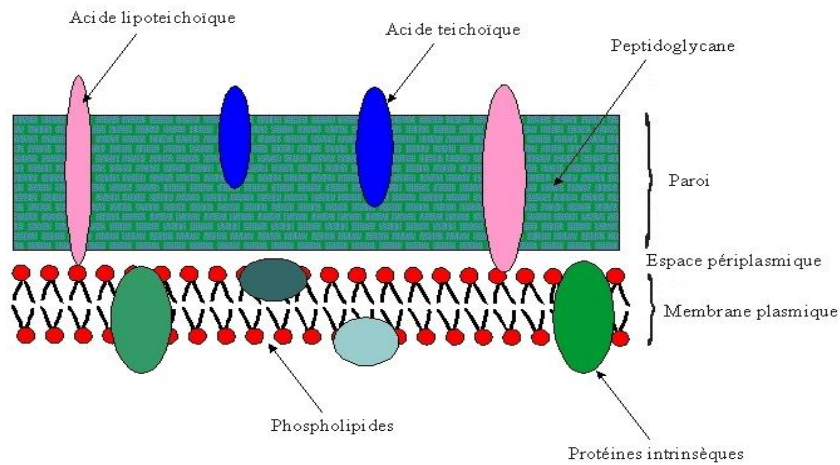


Figure II.12 : composition de la paroi de la bactérie à GRAM positif

### II.5. Bactérie à GRAM négatif

Plus des deux tiers des espèces bactériennes répertoriées dans la classification de BERGEY sont à GRAM négatif. C'est-à-dire qu'elles possèdent une paroi et cette paroi est spécifiquement formée de deux éléments : une membrane externe surmontant une couche de peptidoglycane qui est un composé exclusif des Eubactérie [45].

### La paroi des bactéries Gram négatif

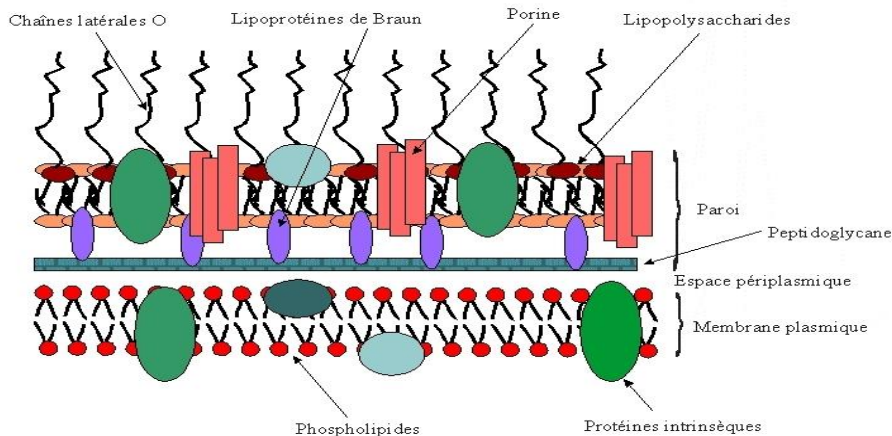


Figure II.13 : composition de la paroi de la bactérie à GRAM négatif

### Références

1. El Abdali Younes (2017), Caractérisation phytochimique et activité antioxydante et immunostimulante de *lavandula dentata* et *linum usitatissimum*, Mémoire de Master, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, ville de Fès au Maroc.
2. Fethoun M; Saheb R, (2015). Evaluation de l'activité antioxydant de différents extraits de *Foeniculum vulgare*. Mémoire de Master, Université A. MIRA – Béjaïa.
3. Favier A. (2003). Le stress oxydant. Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité chimique*. pp: 108-115.
4. Dahmani S; Dahmani F, (2018). Evaluation de l'activité biologique des différent extraits, et des huiles essentielles dela plante: *Salvia officinalis* L. Mémoire de Master, Université Mohamed boudiaf - M'sila.
5. Halliwell B, Gutteridge J.M.C. 1999. Free radicals in biology and medicine, Oxford, UK.
6. Huang D, Ou B, Prior R.L. 2005. The Chemistry behind Antioxidant Capacity Assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (6), 1841-1856.
7. Miller N.J, Sampson J, Candeias L.P, Bramley P.M, Rice-Evans C.A. 1996. Antioxidant activities of carotenes and xanthophylls. *FEBS letters*, 384(3), 240-242
8. Souchard, J.P., Arnal, J.F., Rochette, L. (2002). Les radicaux Libres et le Stress Oxydatif Radicalaire. Techniques permettant la mise en évidence d'un stress oxydatif en biologie, In. "Biologie et Pathologie du Cœur et des Vaisseaux" .Médecine- Science Flammarion. p. 245.
9. Delattre, J., Beaudoux, J.L., Bonnefont, D. (2005). Radicaux libres et stress oxydant. Aspects biologiques et pathologiques. p. 87-108.
10. Powers, SK., et Lennon, SL. (1999). Analysis of cellular responses to free radicals: focus on exercise and skeletal muscle. *Prod. Nutr. Soc.*, 58, 1025-1033.
11. Kanoun, K. (2011). Contribution à l'étude phytochimique et activité antioxydante des extraits de *Myrtus communis* L. (Rayhane) de la région de Tlemcen (Honaine). Mémoire de Magister en Biologie. Université aboubekr belkaid tlemcen. p. 30-48.
12. Mak, S., Egri, Z., Tanna, G., Colman, R., Newton, G.E. (2002). Vitamin C prevents hyperoxiamediated vasoconstriction and impairment of endothelium-dependant vasodilatation, *American Journal Physiol.*, 282: 414-421.

## Chapitre II

---

13. Evans, J.L., Goldfine, I.D., Maddux, B.A., Grodsky, G.M. (2002). Oxidative stress and stress- activated signaling pathways: a unifying hypothesis of type 2 diabetes, *Endocr. Rev.*, 23, 599-622.
14. Eiselt, J., Racek, J., Trefil, L., Opatrny, K.J. (2001). Effects of a vitamin E-modified dialysis membrane and vitamin C infusion on oxidative stress in hemodialysis patients, *Artf Organs*, 25, 06-430.
15. Lisu, W., Jui-Hung, Y., Hsiao-Ling, L., Ming-Jiuan, W. (2003). Antioxidant effect of methanol extracts from Lotus Plumage and Blossom (*Nelumbo nucifera* Gertn), *Journal of food and drug analysis*, 11, 60-66.
16. Benhamama, L; (2015). Contribution à l'étude phytochimique et évaluation de l'activité Antioxydante de la plante médicinale *Crataegus monogyna*. Mémoire de Master, Université des Frères Mentouri Constantine.
17. Bruneton J. (1999). Pharmacognosie, phytochimie des plantes médicinales. 3éme édition, Tec et Doc (ED) Paris, 658p.
18. Bonnier Gaston & Douin Robert. (1999). La grande flore en couleur de Gaston Bonnier – Belin, 1912–1935.
19. SFA. Société Française des Antioxydants. (2005). Conte rendu de la conférence polyphenols (23/24 NOV2005). Institut des corps gras. ITERG.
20. Bentham Books. (2015). Application of NMR Spectroscopy, volume 2 pages 3-92, Chapter 1- Application of NMR Spectroscopy in Plant Polyphenols Associated With Human Health.
21. Babar Ali M., Hahn E.J., Paek K.Y. (2007). Methyl Jasmonate and Salicylic Acid Induced Oxidative Stress and Accumulation of Phenolics in *Panax ginseng* Bioreactor Root Suspension Cultures. *Molecules*. 12: 607 -621.
22. Falleh H., Ksouri R., Chaieb K., Karray-Bouraoui N., Trabelsi N., Boulaaba M., Abdelly C. (2008). Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. *C. R. Biologies*. 331: 372 -379.
23. Gomez-Caravaca A.M., Gomez - Romero M., Arraez - Roman D., Segura - Carretero A., Fernandez- Gutierrez A. (2006). Advances in the analysis of phenolic compound in products derived from bees. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 41: 1220 -1234.
24. Bruneton J. (2009). Pharmacognosie: phytochimie, plantes médicinales. Tech. ET Doc (eds), Lavoisier, Paris: 273-277, 366-377, 502-506.
25. Bouakaz, I. (2006). Etude phytochimique de la plante *Genista Microcephala*, Mémoire de master, Batna.

## Chapitre II

---

26. Karabín M., Tereza Hudcová., Lukáš Jelínek., Pavel Dostálek. (2015). Biotransformations and biological activities of hop flavonoids. Department of Biotechnology, Faculty of Food and Biochemical Technology, University of Chemistry and Technology, Prague, Technická 5, 166 28 Prague 6, Czech Republic.
27. Hager T., Howard L. (2009). Berry fruit phytochemicals. Berry Fruit. CRC Press.
28. Manach C., Scalbert A., Morand C, Remesy C., Jimenez L(2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. American Journal of Clinical Nutrition. 79(5): 727 – 74
29. Macheix J.J., Fleriet. A et Christian A. (2006). Les composés phénoliques des végétaux: Un exemple de métabolites secondaire d'importance économique. PPTUR Lausanne
30. Vermerris, W; Nicholson R. (2006). Isolation and Identification of Phenolic Compounds, Phenolic Compound Biochemistry, Springere-Book 2006; 151-191.
31. M. M. R. Kansole, Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de quelques Lamiaceae du Burkinafaso: cas de *Leucas Martinicensis* (Jacquin) R. Brown, *HOSLUNDIA OPPOSITA* Vahl ET *ORTHOSIPHON PALLIDUS* Royle ex Benth. Diplôme d'Etudes Approfondies, Université d'Ouagadougou
32. Bouzid W. (2009). Etude de l'activité Biologique des extraits du fruit de *Crataegus monogyna* jacq. Mémoire de Magister. Université Elhadj Lakhder -Batna.
33. Stefanova T., Nikolova N., Michailova A., Mitov I., Iancovii., Zlabinger g.I., Neychev H. (2007). Enhanced resistance to *Salmonella entericsero* var typhimurium infection in mice after coumarin treatment. *Microbes and infection*. 9: 7-14.
34. Cottiglia F., Loy G., Garau D., Floris C., Casu M., Pompei R., Bonsignore L.(2001) Antimicrobial evaluation of coumarins and flavonoids from the stems of *Daphne. gnidium* L. *Phytomedicine*. 8: 302–305.
35. Anderson C.M., Hallberg A., Hogberg T. Advances in the developpement of pharmaceutical antioxidant drug. (1996). *Food Chemistry*. 28: 65-180.
36. Bravo, L. (1998). "Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance." *Nutrition Reviews* 56(11): 317-333.
37. Frutos P., hervas GF. Giraldez and Amotécon. (2004). Review tannins and ruminant nutrition *Spanish journal of agricultural research*. 2 (2): 191-202.
38. Cowan, M. M. (1999). "Plant products as antimicrobial agents." *Clinical Microbiology Reviews* 12(4): 564-582.
39. Montenegro de Matta SS, Delle Monache F, Ferrari F, Marini-Bettolo GB. (1976). Alkaloids and procyanidins of an *Uncaria* sp. from Peru. *Farmaco. Sci*, 31: 5227-35.

## *Chapitre II*

---

40. Alilou H. (2012). Etude phytochimique et antifongique de deux plantes du sud du maroc: *Asteriscus graveleolens* sub sp. *Odorus* (Schousb) Greutter et *Asteriscus imbricatus* (Cav.) DC. Thèse de doctorat. Université d'Agadir.
41. Saihi Y. (2006). Synthèse de réactivité d'allylétainpolaire. Mémoire de Magistère. Université de Batna.
42. Bessas, A; Benmoussa, L; Kerarma, M. (2007). Dosage biochimique des composés phénoliques dans les dattes et le miel récoltés dans le sud Algérien. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en biologie.
43. Havsteen BH. (2002). The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacol Therapeut*; 96:67–202.
44. Benzeggouta Naïrouz (2005), Etude de l'Activité Antibactérienne des Huiles Infusées de Quatre Plantes Médicinales Connues Comme Aliments, Thèse de Magister en Pharmacochimie, Université Mentouri de Constantine Institut de Chimie.
45. H. BOUSSEBOUA (2002), *Eléments de MICROBIOLOGIE GENERALE*, Editions de L'Université Mentouri, Constantine (ALGERIE).

# *Matériel et Méthodes*

## *Partie Expérimentale*

---

### **III.1. Matériel végétal**

Les plantes que nous avons utilisées lors de notre expérimentation sont : les graines de lin et les feuilles de sauge (commercialisées).



**Figure III.1:** Les graines de lin



**Figure III.2 :** Les feuilles de sauge

#### **III.2.1. Matériel**

Une plaque chauffante, une balance électronique, Béchers, Papier filtre, Entonnoir, Boite à pétri, Tubes à essais, Eprouvette, Burette, support, Erlenmeyer, Pipette pasteur, Spatule, Verre de montre.

#### **III.2.2. Produits**

Eau distillée, acétone ( $C_3H_6O$ ), méthanol ( $CH_3OH$ ), réactif de Dragendorff, chlorure ferrique ( $FeCl_3$ ), butanol ( $C_4H_{10}O$ ), hydroxyde de sodium ( $NaOH$ ), acide acétique ( $CH_3COOH$ ), acétate d'éthyle ( $C_4H_8O_2$ ), toluène ( $C_7H_8$ ), acide formique ( $CH_2O_2$ ), Permanganate de potassium ( $KMnO_4$ ), acide chlorhydrique ( $HCl$ ), KI, phénolphtaléine ( $C_{20}H_{14}O_4$ ).

### **III.3. Procédé d'extraction**

L'extraction a été effectuée par la méthode de décoction, qui est une méthode d'extraction des principes actifs et/ou des arômes d'une préparation généralement végétale par dissolution dans l'eau ensuite bouillir le mélange. Elle s'applique généralement aux parties les plus dures des plantes : racines, graines, écorce, bois [1].

**Préparation de l'extrait:** On prépare la décoction selon le dosage suivant : 5g de la plante séchée est mis dans 100 ml d'eau distillée pendant 20 min, ensuite on a filtré le mélange pour obtenir le filtrat.



Figure III.3 : La décoction de lin



Figure III.4 : La décoction de sauge

### III.4. Screening Phytochimique

Cette étude permet la détection des métabolites secondaires présents dans les plantes étudiées tel que les alcaloïdes, les polyphénols, les flavonoïdes, ainsi que les terpénoïdes [2].

**Caractérisation** : La présence de ces derniers est attestée soit par la formation d'un précipité, soit par le changement de couleur de la solution.

- a) **Les saponines** : introduire 3 ml de chaque extrait dans un tube à essai puis agiter verticalement pendant 30s et laisser reposer 15min, puis on mesure la hauteur de la mousse obtenue.
- b) **Les alcaloïdes** : mettre quelques gouttes du réactif de Dragendorff dans un tube à essai contenant l'extrait ; si la couleur change au marron foncé avec précipité c'est-à-dire existence des alcaloïdes.
- c) **Les tanins** : l'ajoute de quelques gouttes de  $\text{FeCl}_3$  à 3% à l'extrait permet de détecter la présence ou non de tanins. La couleur vire au noir en présence de tanins gallique et au brun verdâtre en présence de tanins catechique.
- d) **Les coumarines** : les tubes des extraits sont recouverts avec du papier imbibé de NaOH dilué et sont portés à ébullition. Toute fluorescence jaune témoigne de la présence de coumarines après examen sous UV.

## ***Partie Expérimentale***

---

- e) **Les acides organiques** : mettre quelques gouttes de phénolphtaléine dans un tube à essai contenant une quantité de l'extrait ; si la couleur ne change pas, l'extrait contient des acides organiques.
- f) **Amidon** : quelques gouttes de l'iode sont ajoutées à l'extrait contenu dans un tube à essai, et on observe le changement de la couleur vers le bleu, ce qui indique la présence d'amidon.
- g) **Anthocyane** : dans un tube à essai contenant de l'extrait, on ajoute quelque goutte de vinaigre (couleur rouge) ou de bicarbonate (couleur bleu-vert).
- h) **Flavonoïdes** : quelques gouttes d'HCl concentré en présence de trois ou quatre tournures de magnésium. Le changement de coloration est observé : virage au rouge (flavones), virage au rouge pourpre (flavonols), rouge violacée (flavanones et flavanols).
- i) **Les antioxydants** : Dans un tube à essai contenant le mélange eau, extrait et  $H_2SO_4$ , on ajoute quelques gouttes de  $KMnO_4$  dilué et agité délicatement. La disparition de la couleur indique la présence des antioxydants.

### **III.5. La Chromatographie sur couche mince (CCM)**

La chromatographie sur couche mince (CCM) est une méthode simple et rapide, utilisée pour la séparation, l'identification et éventuellement le dosage des constituants chimiques dans des mélanges complexes [3].

#### **III.5.1. Principe de la CCM**

Le principe repose sur les phénomènes d'adsorption, d'interactions, et de polarité. Un mélange de composés est placé sur un support solide (phase stationnaire) qui est plongé dans un solvant (phase mobile) qui, par capillarité, se déplace le long de la phase stationnaire. La phase mobile va entraîner les composés qui migreront à une hauteur variant en fonction de leur affinité pour la phase stationnaire et la phase mobile [4].

#### **III.5.2. Mode opératoire**

- \* **Préparation de la phase mobile** : La phase mobile est constituée par un mélange des solvants organiques. Pour cela, différents systèmes de solvants ont été essayés pour définir ceux qui donnent les meilleures séparations.
- \* **La phase stationnaire** : La chromatographie sur couches minces a été réalisée sur des plaques d'aluminium constituées de gel de silice.

## Partie Expérimentale

---

L'échantillon est déposé sur les plaques de gel de silice à l'aide d'une pipette de Pasteur; on laisse sécher puis de placer les plaques dans des cuves contenant l'un des systèmes des solvants suivants :

**Tableau III.1** : Les systèmes utilisés pour les deux extraits

Les systèmes	Volume (v/v/v)
Butanol : Acides acétique : Eau	(60 : 15 : 25)
Butanol : Acides Acétique : Eau	(40 : 10 : 10)
Acétate d'éthyle : Méthanol : Eau	(10 : 1 : 1)
Toluène : Acétone : Acide formique	(3 : 3 : 1)
Butanol: Acides Acétique : Eau	(60 : 15 : 35)
Butanol : Acides Acétique : Eau	(40 : 7 : 32)

- \* **Le dépôt** : le dépôt se fait avec des pipettes de pasteur en verre à usage unique d'une façon perpendiculaire et linéairement. Chaque phase doit être déposée en solution diluée dans le méthanol, on peut effectuer plusieurs dépôts successifs du même analyse en même endroit, cette pratique permet de concentrer l'analyse.
- \* **Développement des plaques** : chaque plaque est déposée en position verticale ou légèrement inclinée dans la cuve préalablement saturée par les vapeurs du système solvant approprié, l'échantillon à étudier sera plus ou moins entraîné par la progression par capillarité de la phase mobile vers le haut de la plaque.

## Partie Expérimentale

---

- \* **Révélation** : si les constituants sont colorés, ils seront directement visible sur la plaque, sinon la révélation peut se faire soit aux UV ou bien par des méthodes chimiques.

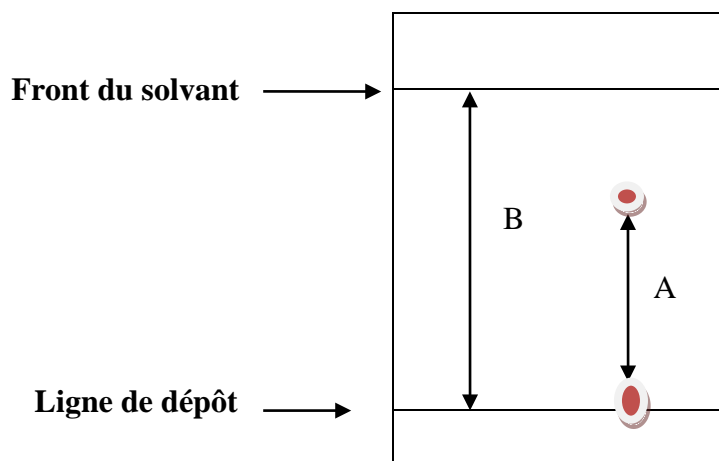


Figure III.5 : Migration des molécules

### III.6. Dosage des acides organique

On réalise un dosage acido-basique, 1ml de l'extrait avec 9ml d'eau distillée puis quelque goutte de phénolphtaléine dans un bécher, et dans la burette on met du NaOH (0.1N). La fin du dosage est connue après obtention de couleur rose pale.

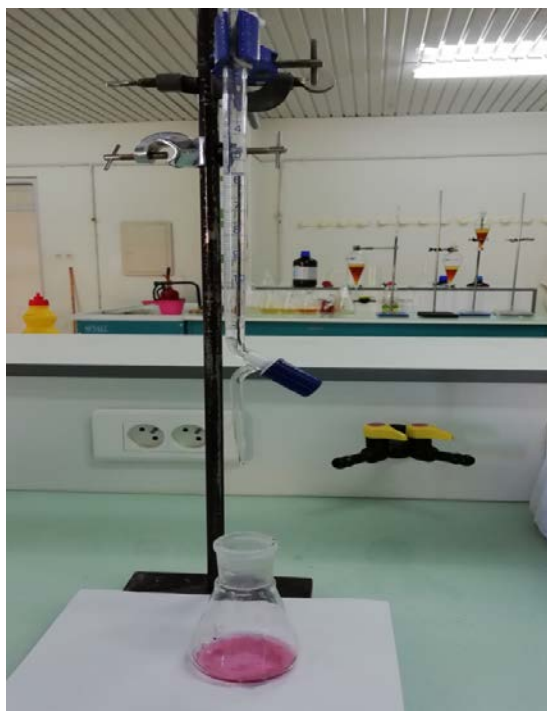


Figure III.6 : Montage de dosage des acides organiques

## Partie Expérimentale

### III.7. L'expérience de la corrosion

C'est l'action d'un oxydant (ici c'est l'HCl) sur un métal, et nous allons voir l'effet de nos extraits qui contiennent des molécules anti-oxydantes s'ils peuvent inhiber la corrosion (oxydation).



Tableau III.2 : Les tests de la corrosion pour les deux extraits

Tubes	1	2	3	4	5	6
<b>Le mélange :</b>	5ml de HCl	4 ml de HCl+1ml d'extrait	3ml de HCl+2ml d'extrait	2ml de HCl+ 3ml d'extrait	1ml de HCl+4ml d'extrait	5ml de l'extrait
<b>Extrait / HCl</b>						

### III.8. Activité antibactérienne

Ce test a été réalisé au niveau de l'institut Pasteur de M'sila, sur les deux extraits aqueux. L'activité antibactérienne des extraits a été déterminée par la méthode des dilutions.

#### III.8.1. Souches bactériennes

Le test de l'activité antibactérienne est effectué en utilisant deux bactéries de type Gram(-) pour l'Escherichia coli et Gram(+) pour staphylocoque



Figure III.7: L'espèce bactérienne E. coli



figure III.8: L'espèce bactérienne staphylocoque

## ***Partie Expérimentale***

---

### **III.8.2. Milieu de culture**

Le milieu de culture, destiné au développement bactérien, il est utilisé pour la réalisation des tests antibactériens, il s'agit de la gélose Mueller Hinton, leurs compositions en gramme par litre sont les suivantes :

- Hydrolysât acide de caséine.....17.5 g
- Infusion de viande ..... 2.0 g
- Amidon soluble.....1.5 g
- Agar bactériologique.....17.0 g

PH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C :  $7.3 \pm 0.2$  [5].



**Figure III.9 :** Milieu de culture Mueller Hinton

### **III.8.3. Mode opératoire :**

Cette technique consiste à réaliser des dilutions, décoctions et les incorporés dans le milieu gélose fondu, ensuiteensemencer les souches bactérienne à étudier après refroidissement du milieu de culture.

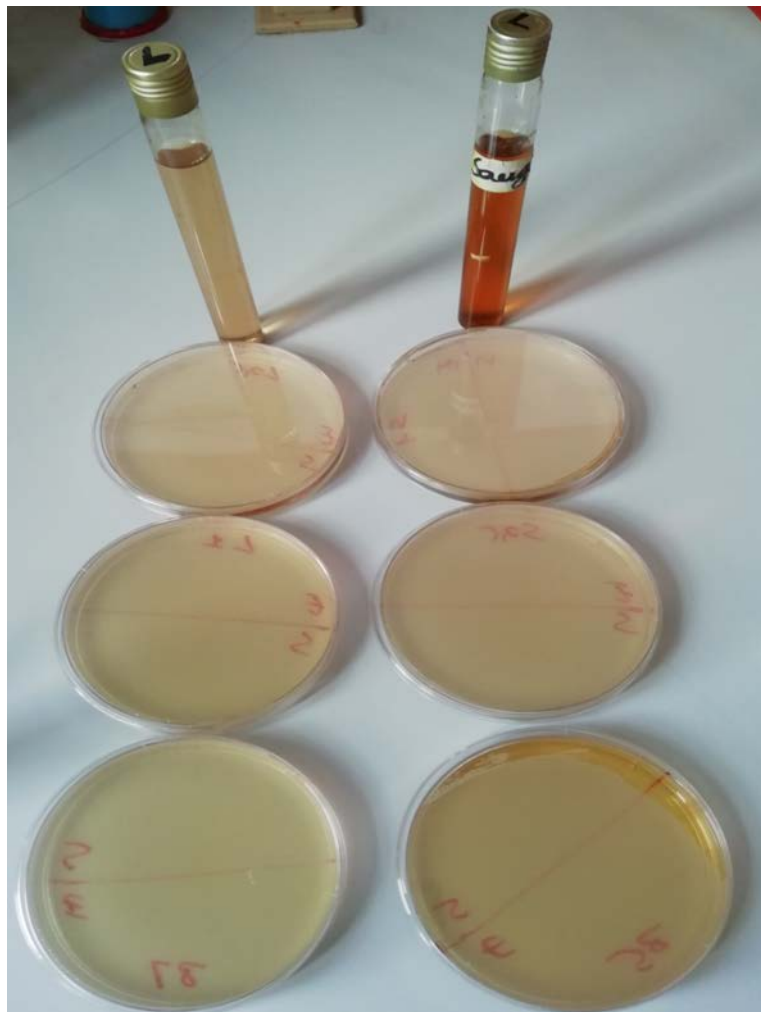
Ce test permet de connaître la plus faible concentration qui inhibe chaque bactérie testée.

- \* Mettre trois concentration différent (0.5ml, 1ml, 2ml) de chaque décoction ou ses dilutions dans une boite de pétrie en lui rajoutant 18ml du milieu de culture Muller-Hinton fondu.

## *Partie Expérimentale*

---

- \* Homogénéiser le mélange par mouvements rotatoires. Laisser prendre la gélose et si c'est possible la faire sécher plus longtemps pour éviter les gouttelettes d'eau qui se forment.
- \* Ensemencer les boîtes de pétri par un inoculum préparé à partir d'une culture bactérienne pure à l'aide d'une anse de platine par stries.
- \* Utiliser une boîte témoin ensemencée sans aucun extrait.
- \* Enfin, incuber à 37°C pendant 18 à 24 heures.











**Figure III.10 :** Boîtes de pétri contenant la gélose et les extraits (sauge/lin).

# Résultats et Discussion


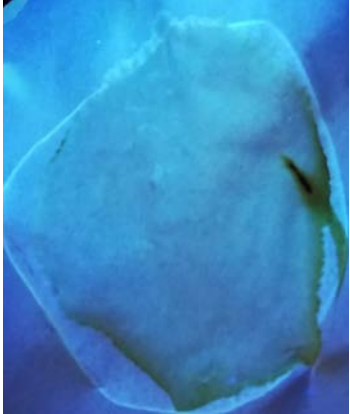
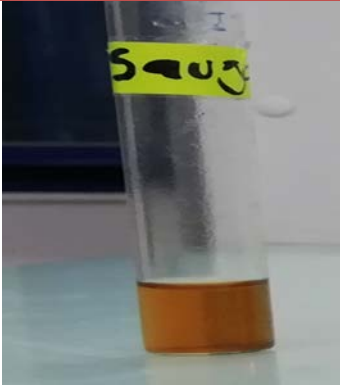

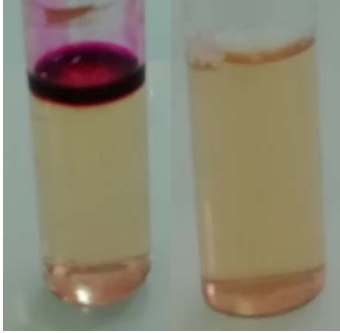



## Partie Expérimentale

### 1. Screening Phytochimique : Les résultats sont mentionnés dans le tableau ci-dessous :

Tableau III.3 : Résultat du screening phytochimique

Substances chimiques	Teste	Sauge	Lin
<b>Saponine</b>	<b>Agitation 15 s</b> <b>Repose 15 min</b>	 <b>(+ 11mm)</b>	 <b>(± 3mm)</b>
<b>Flavonoïdes</b>	<b>HCl- Mg</b>	 <b>(±)</b>	 <b>(-)</b>
<b>Anthocyanes</b>	<b>Vinaigre et CaCO<sub>3</sub></b>	 <b>(-)</b>	 <b>(-)</b>
<b>Tanins</b>	<b>FeCl<sub>3</sub></b>	 <b>(++)</b>	 <b>(-)</b>

## Partie Expérimentale

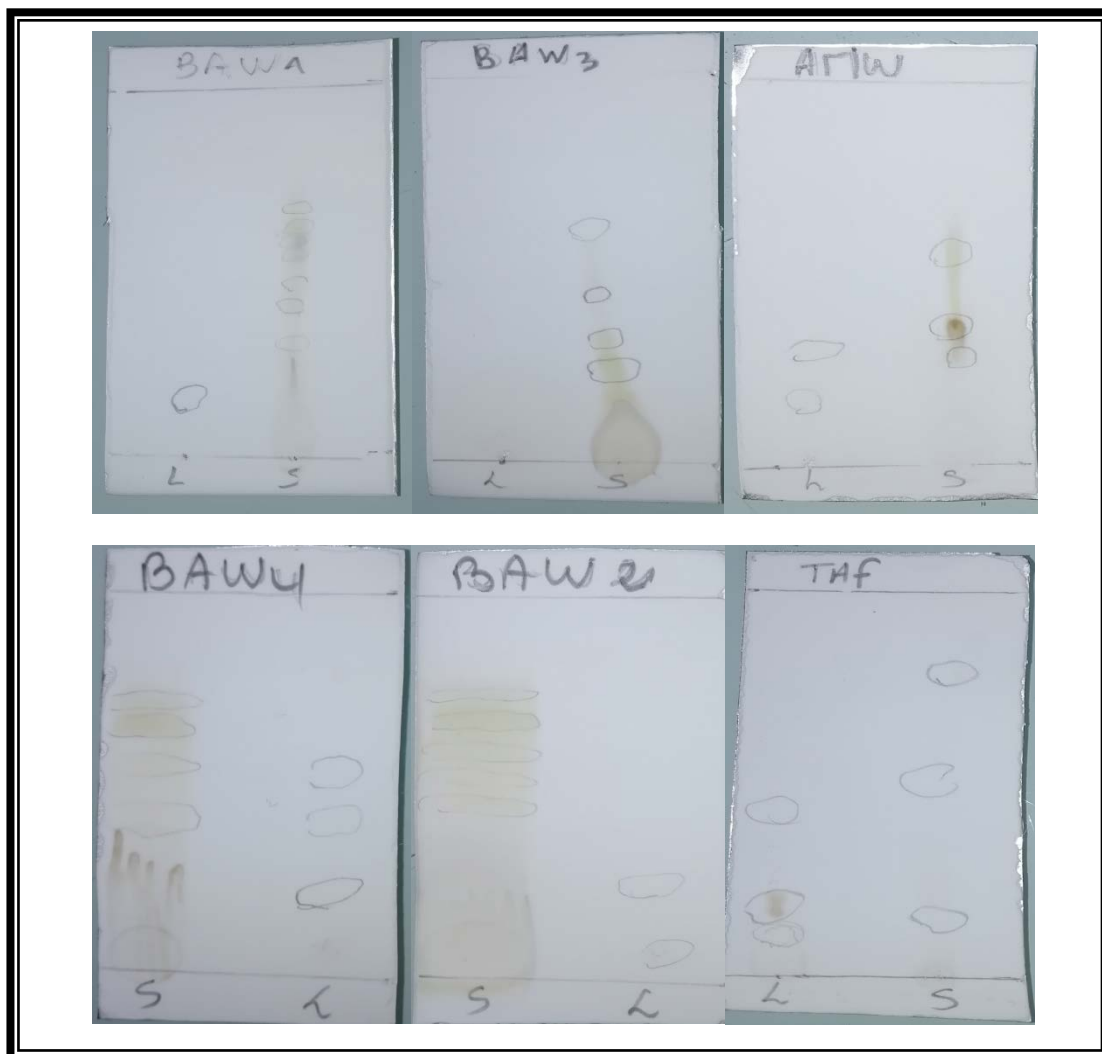
<b>Coumarines</b>	<b>NaOH sous UV</b>		
		(±)	(±)
<b>Alcaloïdes</b>	<b>Dragendorff</b>		
		(-)	(-)
<b>Les antioxydants</b>	<b>KMnO<sub>4</sub></b>		
		(+)	(+)
<b>Amidon</b>	<b>Iode</b>		
		(-)	(-)

## Partie Expérimentale

Le screening phytochimique des extraits des plantes étudiées a permis, qualitativement, la mise en évidence de plusieurs classes des métabolites secondaires présents dans les deux plantes obtenus par décoction. Mais l'extrait de sauge est plus riche que celui de lin.

### 2. La CCM

Le suivi des extraits par chromatographie sur couche mince (CCM) en utilisant différents systèmes a montré plusieurs tâches de nombres, de couleur et de distances de migration, différentes pour chaque extrait. Les systèmes utilisés dans notre expérience sont présentés dans le **tableau III.4**



**Figure III.11** : Les plaques CCM après révélation.

Après la révélation sous lampe UV, on observe la bonne séparation dans la plaque CCM du système (BAW<sub>4</sub>) pour sauge quatre spots de quatre R<sub>f</sub> différents. Pour le lin la bonne séparation dans les plaques CCM du même système (BAW<sub>4</sub>). Les résultats représentent dans le tableau suivant :

## Partie Expérimentale

Tableau III.4 : Résultat des tests CCM

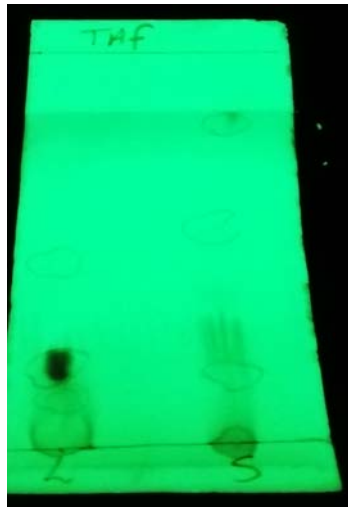
Systèmes	UV (254 nm)	UV (366 nm)
<b>Butanol ; Acide Acétique ; Eau (60 ; 15 ; 25)</b>		
<b>Butanol ; Acide Acétique ; Eau (60; 15 ; 35)</b>		
<b>Acétate d'éthyle ; Méthanol ; Eau (10 ; 1 ; 1)</b>		

## Partie Expérimentale

Toluène ; Acétone ;

acide formique

(3 ; 3 ; 1)

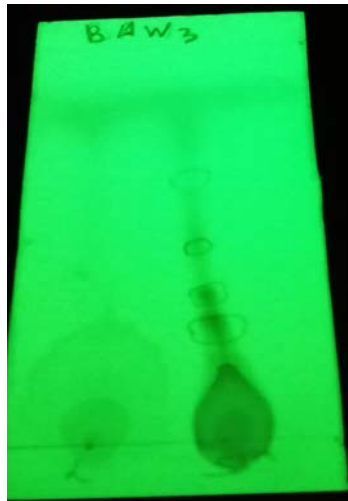


Butanol ; Acide

Acétique ;

Eau

(40 ; 10 ; 10)

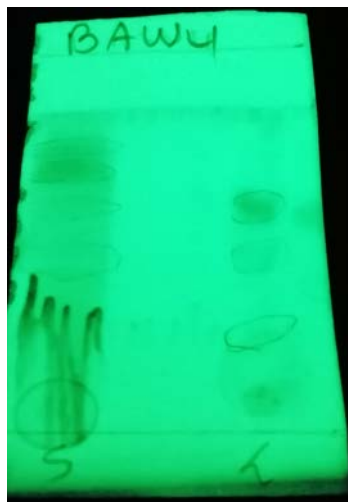


Butanol ; Acides

Acétique ;

Eau

(40 ; 7 ; 32)



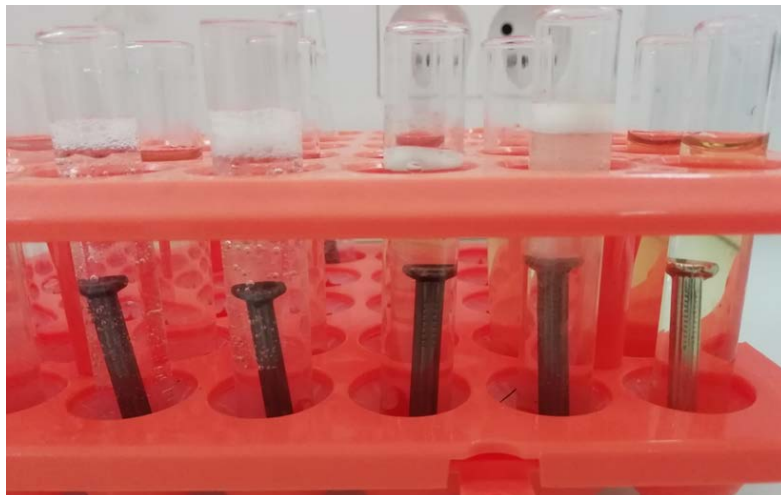
## Partie Expérimentale

### 3. L'expérience de la corrosion

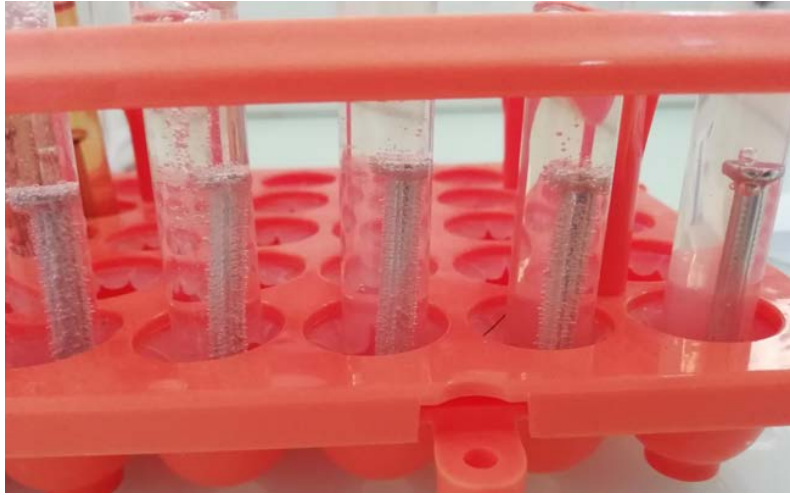
**Tableau III.5 :** Le temps est celui du changement de couleur des clous

	HCL 5ml	HCL +ext 4ml +1ml	HCL +ext 3ml +2ml	HCL+ ext 2ml +3ml	HCL+ext 1ml+4ml	Extraits pur
<b>Sauge</b>	1min 12s	1min 50s	3min 26s	4min 07s	8min 49s	14h 20min
<b>Lin</b>	1 min 12s	1min 27s	2min 49s	4min 47s	6min 35s	14h 44min

Les extraits n'ont pas un effet inhibiteur de la corrosion puisque après quelques minutes les clous sont devenus noirs, mais ils sont anticorrosifs et antioxydants surtout l'extrait de lin où le clou est resté en son état après une semaine **Figure III.14**.



**Figure III.12 :** Les clous dans l'extrait de sauge / HCl



**Figure III.13 :** Les clous dans l'extrait de lin / HCl



**Figure III.14 :** Les clous après une semaine dans les extraits



**Figure III.15 :** Clous dans HCl




### 4. Activité antibactérienne

Après incubation de 24h, on a récupérés les boites de pétries et on a remarques les résultats qui sont résumés dans ce tableau **Tableau III.6**.

Nous avons étudié l'activité antibactérienne d'extrait de sauge et de lin vis-à-vis de deux souches bactérienne E. coli et Staphylocoque, qui ont poussé sur les boites avec les concentrations utilisée, ce qui donne une CMI supérieure à 4mg/ml pour les deux plantes.

## Partie Expérimentale

Tableau III.6 : résultat de l'activité antibactérienne

Plantes Souches	Escherichia coli / staphylocoque
<p><i>Salvia officinalis</i> à <math>C_1 = 2</math></p>	
<p><i>Salvia officinalis</i> à <math>C_2 = 1</math></p>	
<p><i>Salvia officinalis</i> à <math>C_3 = 0.5</math></p>	

## Partie Expérimentale

*Linum  
usitatissimum*

à  $C_1 = 2$



*Linum  
usitatissimum*

à  $C_2 = 1$



*Linum  
Usitatissimum*

à  $C_3 = 0.5$



### 5. Suivi de la dégradation des extraits :

Cette expérience a été réalisée par spectrophotométrie UV-Vis, pour savoir s'il y a influence du temps de conservation sur la composition chimique des décoctions. Il s'est avéré d'après les courbes obtenues qu'il faut utiliser ces extraits fraîchement préparés, car ils se dégradent facilement. Cette dégradation est marquée par la non superposition totale des courbes.

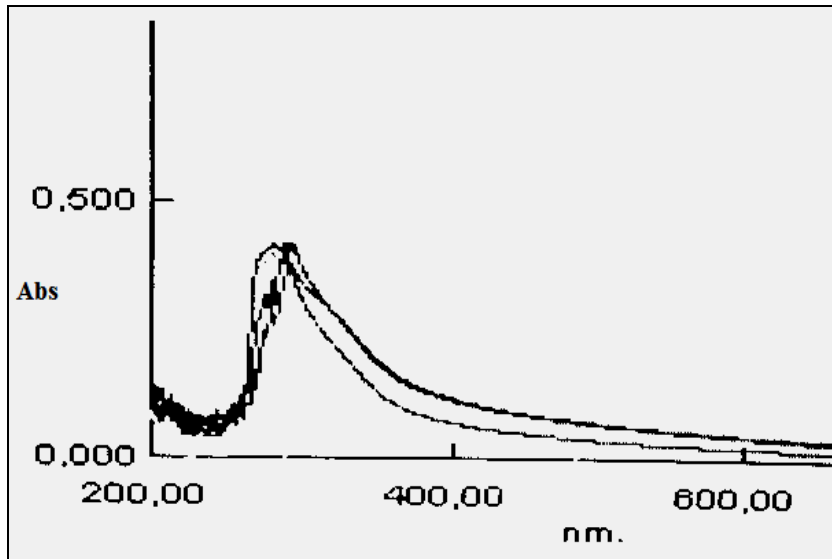


Figure III.16 : Spectres de décoction de lin superposés

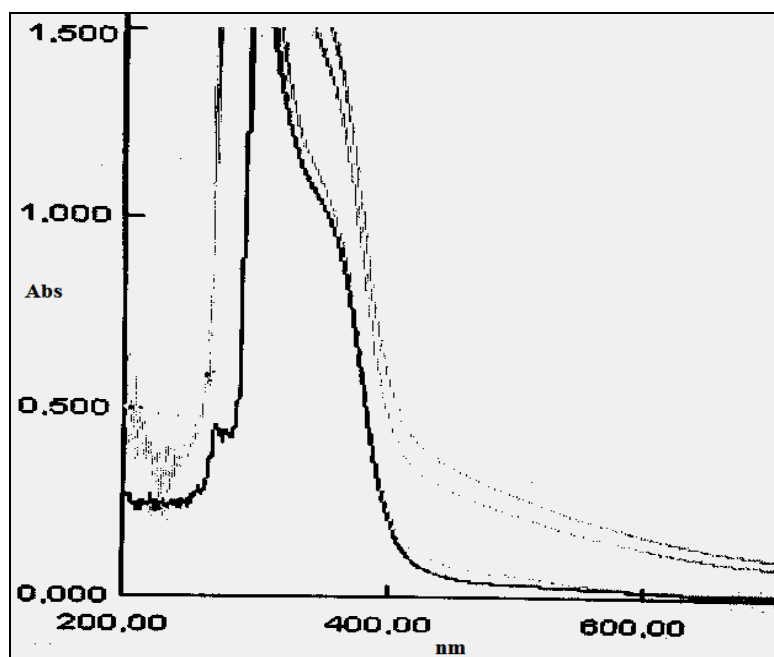


Figure III.17 : Spectres de décoction de sauge superposés

## Chapitre III

---

### Références

1. <https://educalingo.com/fr/dic-fr/decoction>
2. Bouaziz Mazeya, (2017). L'impacte de l'extraction sur la composition chimique et l'activité biologique d'une espèce algérienne. Mémoire de Master, Université Mohamed Boudiaf-M'sila.
3. Abed, A; Oius, I. (2015). Contribution à l'étude des flavonoïdes des céréales de la région de Constantine et évaluation de leurs activités biologiques. Mémoire de Master, Université des Frères Mentouri Constantine.
4. Amin, A. (2014). Evaluation biologique et phytochimique des substances naturelles d'*Hyptis atrorubens* poit. THESE DE DOCTORAT, Université LILE NORD DE FRANCE.
5. [https://www.humeau.com/media/blfa\\_files/TC\\_290-Mueller-Hinton-gelose\\_FR\\_030315\\_1.pdf](https://www.humeau.com/media/blfa_files/TC_290-Mueller-Hinton-gelose_FR_030315_1.pdf)

## Conclusion Générale

La valorisation des ressources de la médecine traditionnelle et des plantes locales est un sujet d'actualité, et qui est très important dans la découverte de nouvelles activités et molécules des plantes médicinales ou alimentaires.

Pour cela une étude a été réalisée sur deux plantes anciennement connues pour leurs vertus, *Salvia officinalis* et *Linum usitatissimum*. Les décoctions de ces plantes ont subi un screening phytochimique, chromatographique et une évaluation de l'effet antioxydant, anticorrosif et antibactérien, et les résultats obtenus sont intéressants.

Le l'étude phytochimique des décoctions des deux plantes a montré une variété de métabolites: des flavonoïdes, des tannins, des coumarines, des saponines, des molécules antioxydantes surtout pour l'extrait de la sauge.

La chromatographie sur couche mince a montré différentes taches surtout pour le système BAW4 pour les deux plantes et qui était le plus adapté pour séparer les constituants polaires.

L'étude de l'effet inhibiteur des extraits sur la corrosion des clous dans ces conditions de concentration était faible (quelques minutes), de plus l'extrait de lin est plus anticorrosif que celui de la sauge.

La technique des dilutions sur gélose était utilisée pour estimer l'effet antibactérien des extraits de lin et de sauge, et la CMI s'est avérée supérieure à 4mg/ml pour les deux plantes.

Le suivi de la dégradation des décoctions par spectrophotométrie montre des spectres non entièrement superposables, ce qui supporte le fait d'utiliser les décoctions fraîches.

Ces résultats sont encourageants mais nécessitent des études supplémentaires pour connaître la composition exacte en utilisant des méthodes plus performantes comme l'HPLC et GC-MS. Ainsi que d'autres études pour estimer les autres activités biologiques.

## ملخص:

خضعت المستخلصات المائية (مغلى) للميرمية و بذور الكتان لدراسة كيميائية نباتية وبيولوجية. أظهر الفحص وجود العديد من المستقلبات الثانوية، وخاصة عديدات الفينول، وكان مستخلص الميرمية أكثر غنى. كشفت الدراسة الكروماتوغرافية عن أفضل أنظمة الفصل. أظهرت دراسة التأثير المضاد للتآكل والمضاد للأكسدة ومضاد للجراثيم نتائج مقبولة، والتي ربما ترجع إلى التركيزات الأولية المستخدمة.

## الكلمات المفتاحية:

المغلى، الميرمية، الكتان، الدراسات البيولوجية، المركبات الفينولية.

## Résumé:

Les extraits aqueux (décoctions) de *Salvia officinalis* et *Linum usitatissimum* ont été soumis à une étude phytochimique et biologique. Le screening a montré la présence de plusieurs métabolites secondaires surtout des polyphénols et l'extrait de *Salvia officinalis* était plus riche. L'étude chromatographique a permis de connaître les meilleurs systèmes de séparation. L'évaluation de l'effet anticorrosif, antioxydant et antibactérien montrent des résultats acceptables, ce qui est due probablement aux concentrations initiales utilisées.

## Mots clés:

Décoctions, *Salvia officinalis*, *Linum usitatissimum*, Activités biologiques, Composés phénoliques.

## Summary:

The aqueous extracts (decoctions) of *Salvia officinalis* and *Linum usitatissimum* were subjected to a phytochemical and biological study. Screening showed the presence of several secondary metabolites; mainly phenolics in *Salvia officinalis* extract which was richer. The chromatographic study revealed the best separation systems. The evaluation of the anticorrosive, antioxidant and antibacterial effect shows acceptable results, which is probably due to the initial concentrations used.

## Keywords:

Decoctions, *Salvia officinalis*, *Linum usitatissimum*, Biological activities, Phenolic compounds.