

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun–Tiaret

Faculté : Sciences de la Nature et de la Vie

Département : Sciences de la Nature et de la Vie



### Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

**Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie**

**Filière : Sciences Biologiques**

**Spécialité : Biologie moléculaire et cellulaire**

**Présenté par :**

**M<sup>elle</sup>. AMARI Leila.**

**M<sup>elle</sup>. CHERIF Fatma.**

**Mr. SAFA Mohamed Amine.**

**Thème**

**Contribution à l'étude de l'activité biologique de *Haloxylon scorparium* Pomel (Remth)**

**Soutenu publiquement le 08/07/2019**

**Jury :**

**Grade**

**Président :** M. TADJ AEK.

MAA

**Encadreur :** M. BOUSSAID M.

MCA

**Co-encadreur :** Mme. AIT ABDERRAHIM L.

MCB

**Examinatrice :** Mme. MEDJEBER N.

MCB

**Année universitaire 2018-2019**

## الملخص

هذا العمل هو جزء من دراسة التراث النباتي وخاصة النباتات الطبية الصحراوية، التي لا يزال الكثير منها مبهمة ويتطلب دراسات متعمقة. هدفنا هو تقييم النشاط البيولوجي وتثمين نبات (*Haloxylon scoparium* (Pomel) ، وتم اختبار مستخلصات الإيثانول من *Haloxylon scoparium* (Pomel) لنشاطهم المضاد للميكروبات والمضاد للأوكسدة.

تم تقدير قدرة مضادات الأوكسدة في المستخلصات لدينا بطريقة FRAP ، مقارنة مع نشاط حمض الأسكوربيك. أظهرت النتائج أن هذه المستخلصات لها نشاط جيد ، والذي يسمح بالقول إن هذا النبات يحتوي على جزيئات تعتبر مضادات الأوكسدة ويمكن استخدامها للتطبيقات العلاجية

تم تحديد نشاط مضادات الميكروبات على السلالات الميكروبية: *Bacillus subtilis*. *Bacillus cerueus*. *Escherichia coli*. *Staphylococcus aureus*. *Candida albicans* et *Aspergellus niger* باستخدام طريقة الانتشار في ذلك الوقت. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن السلالات التي تم اختبارها لها مقاومة للتركيزات المختلفة من المستخلصات (لا توجد منطقة تثبيط).

**الكلمات المفتاحية:** (*Haloxylon scoparium* (Pomel) ، النبات الطبي ، مستخلص الإيثانول ، نشاط مضادات الميكروبات ، نشاط مضادات الأوكسدة.

## Résumé

Ce travail s'inscrit dans le cadre de l'étude du patrimoine botanique surtout les plantes médicinales sahariennes dont une grande partie reste encore vierge et nécessite des études approfondies. Notre objectif est une valorisation de l'*Haloxylon scoparium* (Pomel) à travers l'évaluation de son activité biologique.

Des extraits éthanoliques des parties aériennes (feuilles, tiges et rameaux) de l'*H. scoparium* ont été testés pour leur activité antimicrobienne par la technique de diffusion à partir des puits sur *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Candida albicans* et *Aspergillus niger*. De plus, l'activité antioxydante a été évaluée par le test FRAP.

Les résultats ont révélé que la plante possède une activité antioxydante intéressante en comparaison avec une référence qui est l'acide ascorbique. En outre, aucune inhibition des souches microbiennes n'a été observée avec les différentes concentrations des extraits testés sauf à partir de 1g/ ml ce qui n'est pas significatif.

Les résultats obtenus révèlent que l'*H. scoparium* contient des métabolites antioxydants et peut constituer une source de molécules à intérêt thérapeutique.

**Mots clé:** *Haloxylon scoparium* (Pomel) , plante médicinale, extrait éthanolique, activité antimicrobienne, activité antioxydante.

## Abstract

This work is part of the study of botanical heritage especially Saharan medicinal plants, much of which remains untouched and requires in-depth studies.

this study aimed to valorize *Haloxylon scoparium* (Pomel) throughout the evaluation of the biological activity of this plant.

Ethanollic extracts of the aerial part of the plants were used. The antimicrobial activity was tested by the well diffusion method on selected microbial strains that is; *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Candida albicans* and *Aspergillus niger*. In addition, the antioxidant activity was evaluated through FRAP assay.

Results revealed that *H. scoparium* possesses interesting antioxidant activity when compared to ascorbic acid. Besides, no antimicrobial activity was noted on the tested microbial strains with the different concentrations of the ethanolic extracts tested except at 1g/ml which is not significant.

Our results revealed that *H. scoparium* could present a potential source of therapeutic molecules.

**Key words:** *Haloxylon scoparium* (Pomel), medicinal plant, ethanol extract, antimicrobial activity, antioxidant activity.

# Remerciement

Nous remercions tout d'abord **ALLAH** le tout puissant, de nous avoir éclairé les voies de la science et de la connaissance.

Nous adressons nos remerciements au **Dr. BOUSSAID Mohamed** pour avoir accepté de nous encadrer, de nous diriger, pour son soutien et ses encouragements ainsi que pour la confiance qu'il a nous accordé en réalisant ce travail, nous le remercions profondément. Nous n'oublierons pas de remercier notre co-promotrice **Dr. AIT ABDERRAHIM Leila** pour sa disponibilité, sa compréhension, sa patience et sa politesse incomparable. Ce travail témoigne de leur confiance et de leur soutien dans les moments difficiles. Qu'ils trouvent ici l'expression de notre reconnaissance et de notre respect.

Nous remercions aussi le **Dr. TADJ Abdel Kader** qui nous a fait l'honneur de présider le jury et la **Dr. MEDJBER Nacira** qui nous a fait le plaisir d'examiner ce modeste travail.

Comme nous ne pouvions pas oublier de remercier le **Dr. TAIBI Khaled** pour son soutien en toutes circonstances, ses sacrifices et ses précieux conseils que Dieu le bénisse et lui donne bonne santé.

Nous adressons nos plus profondes gratitudee à nos enseignants pour leur patience, pour leurs efforts et leurs conseils durant notre formation.

Comme nous tenons à remercier le directeur du laboratoire de recherche Hygiène et Pathologie Animale **Pr. AGGAD Elhbib** et les techniciennes du laboratoire pour leurs accueil, leur aide et leurs collaborations.

Nous sommes profondément reconnaissants à toute personne viellante pour la science et pensant à l'humanité, qui cherche à offrir la connaissance pour éclairer le chemin du savoir.

Merci pour tous ceux et celles qui nous ont aidé d'une façon ou d'une autre de près ou de loin dans notre travail nous les remercions du fond du cœur.

Nous remercions nos collègues pour leurs sympathies au cours des périodes qu'on a passées ensemble, leur confiance, leur disponibilité et leur fidélité.

# Dédicaces

Je dédie ce mémoire à :

*Ceux qui sont les plus chers au monde, mes parents :*

*A mon père, vous étiez et vous restez toujours mon espoir ma force*

*Inchallah on sera ensemble dans le paradis.*

*Mon cher Père, ce travail est le vôtre.*

*A ma chère femme Narimane pour m'avoir toujours soutenu.*

*A ma mère, voici l'aboutissement de tes nombreuses nuits  
de prières de ta sagesse et ta générosité.*

*Chère mère, ce travail est le fruit de tes efforts.*

*A mes chers frères : Wael, Youcef, Yacine.*

*A mes chères sœurs : Bouchera, Ghazelan, Ines.*

*A mes oncles : Bachir et Mohamed.*

*A mes chères tantes : Khalida, Assia, Amel, Al Hadja Khadidja.*

*A mes collègues de travail. et mes amis : Mohamed, Kady, Mounir,  
Mokhtar, Ahmed, Djamila, Touha et Souad.*

*A tous mes amis de de 5<sup>ème</sup> NTAA. La promotion 2013*

*Merci...*

***Amine***

## *Dédicaces*

*À l'aide de Dieu tout puissant, qui m'a tracé le chemin de la vie,  
Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents qui sans eux je n'aurais  
jamais pu arriver là où je suis aujourd'hui, qu'ils trouvent ici l'expression de  
toute ma gratitude, amour et respect pour ce qu'ils ont su m'apporter depuis que  
j'étais toute petite ; que Dieu les protège.*

*À mon fiancé et prochain mari WALID*

*À mes très chères sœurs: KHAIRA, FATIMA, NAWEL, HOURIA et SARA*

*À mon frère ABDELKADER*

*À tous les petits de la famille : CHAHED, AKREM, RAYAN, IMAN,  
IKHLASSE, HANANE, FATIMA, RIDA, BOUCHRA*

*À tous mes enseignants qui ont contribué à ma formation du primaire  
jusqu'au master.*

*Leila*

# Dédicaces

*Je dédie ce Modest travail à:*

*La mémoire de mon professeur "TAMMAR Ibrahim" qui m'a motivé et  
encouragé pour réaliser mes rêves*

*Mes chers parents, pour leur endurance et leurs sacrifices illimités*

*Mes frères qui m'encouragent et me soutiennent toujours*

*Mes enseignants qui restent toujours la source de ma brillance*

*Tous les savants qui ont éclairé le chemin de la connaissance*

*Tous ceux qui cherchent à laisser une empreinte positive*

*Mes proches en reconnaissance de leur affection toujours constante*

*Mes amies et mes collègues*

***Fatma***

## Liste des abréviations

**DMSO** : Diméthyle sulfoxyde.

**DPPH** : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle

**EOR** : espèces oxygénées réactives.

**ERN** : espèces réactives de l'azote.

**E1** : extrait 1.

**E2** : extrait 2.

**E3** : extrait 3.

**FRAP** : Ferric reducing antioxidant power

**O<sub>2</sub><sup>•-</sup>** : anion superoxyde.

**R<sup>2</sup>** : coefficient de corrélation.

**SOD** : Superoxyde dismutase.

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1.</b> Concentrations en extraits et en acide ascorbique donnant une DO de 0.5 pour le test FRAP .....	<b>20</b>
<b>Tableau 2.</b> Diamètres (mm) des zones d'inhibition des extraits de <i>H. scoparium</i> sur les souches microbiennes testées .....	<b>21</b>

---

## Liste des figures

<b>Figure 1.</b> La plante <i>Haloxylon scoparium</i> .....	<b>2</b>
<b>Figure 2.</b> Répartition géographique d' <i>Haloxylon Scoparium</i> .....	<b>3</b>
<b>Figure 3.</b> Partie aérienne d' <i>Haloxylon scoparium</i> .....	<b>12</b>
<b>Figure 4.</b> Protocole expérimentale .....	<b>14</b>
<b>Figure 5.</b> Rendement en extrait éthanolique des différentes parties aériennes d' <i>H. scoparium</i> .....	<b>17</b>
<b>Figure 6.</b> Absorbance de l'extrait E1 en fonction de la concentration avec le test FRAP .....	<b>18</b>
<b>Figure 7.</b> Absorbance de l'extrait E3 en fonction de la concentration avec le test FRAP.....	<b>19</b>
<b>Figure 8.</b> Absorbance de l'acide ascorbique en fonction de la concentration avec le test FRAP .....	<b>19</b>
<b>Figure 9.</b> Zones d'inhibition obtenus à partir des extraits de l' <i>H. scoparium</i> sur les souches microbiennes testées .....	<b>22</b>

## Table des matières

الملخص

Résumé

Abstract

Remerciements

Dédicaces

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction..... 01

## SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

## 1. Présentation générale de la plante

1.1. Présentation et description botanique.....	2
1.2. Noms vernaculaires.....	3
1.3. Systématique.....	3
1.4. Origine et répartition géographique.....	3
1.5. Ecologie.....	4
1.6. Compositions chimiques.....	4
1.7. Effet thérapeutique et activité biologique.....	4

## 2. Les métabolites secondaires

2.1. Généralité.....	6
2.2. Classification.....	6
2.2.1. Alcaloïdes.....	6
2.2.2. Les substances phénoliques.....	6
2.2.3. Les terpénoïdes.....	7

## 3. Activités biologiques

3.1. Activité antioxydante.....	8
3.1.1. Généralité.....	8
3.1.2. Radicaux libres.....	8

3.1.3 Stress oxydant.....	8
3.1.4. Antioxydants.....	9
<b>3.2. Activité antimicrobienne.....</b>	<b>9</b>
3.2.1. Généralité .....	9
3.2.2. Bactéries .....	10
3.2.3. Champignons.....	10
3.2.4. Infections des microbes.....	10
3.2.5. Antibiotiques.....	10
3.2.6. Résistance microbiennes aux antibiotiques.....	11

## PARTIE EXPERIMENTALE

### 1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Objectif.....	12
1.2. Matériel et méthodes.....	12
1.2.1. Matériel végétale.....	12
1.2.2. Microorganismes testés.....	12
1.2.2.1. Bactéries à Gram positif.....	13
1.2.2.2. Bactéries à Gram négatif.....	13
1.2.2.3. Champignons.....	13
1.3. Méthodologie.....	14
1.3.1. Protocole expérimental.....	14
1.3.2. Préparation de l'extrait éthanolique.....	14
1.3.3. Détermination du rendement en extrait éthanolique.....	15
1.3.4. Evaluation de l'activité antioxydante du <i>Haloxylon scoparium</i> .....	15
1.3.5. Evaluation de l'activité antimicrobienne du <i>Haloxylon scoparium</i> .....	16

### 2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Rendement en extraits éthanoliques de <i>H. scoparium</i> .....	17
2.2. Evaluation de l'activité antioxydante du <i>Haloxylon scoparium</i> .....	18
2.3. Evaluation de l'activité antimicrobienne du <i>Haloxylon scoparium</i> .....	21

<b>Conclusion.....</b>	<b>24</b>
------------------------	-----------

<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>25</b>
-----------------------------------------	-----------

# **Introduction**

### Introduction

Depuis l'aube de l'humanité, l'homme exploitait des plantes comme remèdes naturels pour soigner des différentes maladies, mais sans connaître les principales molécules de ces plantes ni leurs propriétés thérapeutiques (Andrew 2013).

Au fil de l'évolution de la tradition thérapeutique, les remèdes sont devenus à base de plantes car ils présentent d'immenses avantages par rapport aux traitements chimiques.

Au début du 20<sup>ème</sup> siècle, l'industrie pharmaceutique, les médecins et les équipes de recherches, se sont de nouveau intéressés aux remèdes naturels et aux plantes médicinales, à leurs effets, à leurs formes et à leurs modes d'emploi, car ces traitements présentent des avantages en comparaison avec les médicaments synthétiques.

En Algérie, la liste des plantes entrant dans ce cadre de remèdes traditionnels est exhaustive. Elles sont utilisées sous forme de tisanes, extraits ou préparations complexes, sans savoir les molécules responsables de l'action. En effet, certains effets pharmacologiques prouvés sur l'animal ont été attribués à des composés tels que les alcaloïdes et leurs dérivés, des terpènes, des stéroïdes et des composés polyphénoliques (Adli et Yousfi 2001).

Les plantes médicinales représentent aujourd'hui une source incontournable pour la découverte de nouvelles molécules thérapeutiques, très efficaces contre de nombreuses maladies.

*Haloxylyon scoparium*, est une espèce steppique vivace assez fréquente et caractéristique de l'Atlas Saharien de l'Algérie occidentale. Elle a plusieurs intérêts d'ordre écologique, médicinal et socioéconomique. Elle appartient aux plantes halophytes qui ont la capacité de croître dans des conditions de stress abiotiques ce qui explique la richesse de la plante en molécules bioactives. Parmi les activités biologiques des plantes médicinales, ces dernières années l'attention s'est portée sur l'activité antioxydante et sur leurs effets antimicrobiens.

Dans ce contexte nous nous sommes intéressés à l'étude d'*Haloxylyon scoparium* (Pomel) connue sous le nom de « Remth », une plante réputée pour ses vertus curatives dans le but d'une éventuelle valorisation à travers l'évaluation de ses activités biologiques.

# **Synthèse bibliographique**

## 1. Présentation générale de la plante

### 1.1. Présentation et description botanique

*Hammada scoparia* (Pomel) est une plante qui appartient à la famille des Amaranthaceae, qui est composée de 800 espèces réparties sur 75 genres (Zerriouh 2015), elle a été décrite en 1875 par Auguste Pomel sous le nom *Haloxylon scoparium* (Otmani 2015).

C'est un buisson de 80 cm de hauteur et 10 cm de diamètre (Boucherit et al. 2018) à rameaux cylindriques et charnus, articulés, dressés, très nombreux, sans feuilles distinctes, (Mohammedi 2013 ; Boucherit et al. 2018), les feuilles sont très petites opposées en triangle et soudées par paire l'une à l'autre, entourant les rameaux pour leurs donner un aspect articulé (Boucherit et al. 2018), ses tiges sont grêles, très nombreuses, qui noircissent en séchant (Zerriouh 2015), elles sont ligneuses à la base se renouvellent partiellement au cours de l'année (Boucherit et al. 2018), avec des épis floraux courts, des fruits à ailes vivement colorées, souvent roses ou rouges (Zerriouh 2015), les fleurs sont solitaires et groupées au sommet des rameaux, le système racinaire est vertical et horizontal permet de fixer la plante et la protéger de l'érosion (Boucherit et al. 2018).



**Figure 1.** La plante *Haloxylon scoparium* (Photos originale 2019).

## 1.2. Noms vernaculaires

**Nom français:** Bunge, Saligne à balai

**Nom arabe:** Remt, Rimth, Remth (Mohammedi 2013).

## 1.3. Systématique

**Règne:** Végétal

**Embranchement:** Phanérogames

**Sous Embranchement:** Angiospermes

**Classe:** Eudicots

**Ordre:** Caryophyllales

**Famille:** Amaranthaceae

**Genre:** *Haloxylon*

**Nom latin :** *Haloxylon scoparium* Pomel (Mohammedi, 2013).

## 2. Origine et répartition géographique

*Haloxylon scoparium* est réparti dans les régions de la méditerranée telles que le Sud-est de l'Espagne, Afrique du Nord, et aussi en proche orient ; dans la région Irano-Touranienne ; en Iran, Turquie, la Syrie et dans les steppes du Turkestan (Braz et Mohamed-Hanchour 2018 ; Mohammedi 2013).

Cette plante est largement répandue dans la steppe algérienne caractéristique de l'Atlas saharien de l'Algérie occidentale (Boucherit et al. 2018) dans les régions arides et semi-arides (Braz et Mohamed-Hanchour 2018) elle est très commune dans tout le Sahara septentrional jusqu'au Tademaït, absente au Sahara central (Mecheri et Zeghabi 2015) (Fig 2).



**Figure 2.** Répartition géographique d'*Haloxylon Scoparium* (Guerrah et Segueni 2015).

### 3. Ecologie

*Haloxylon scoparium* est une plante halophyte qui se développe dans les sols un peu salés (Ozanda 1997) calcimagnésiques xériques à texture moyenne, elle se répartit sur les plateaux horizontaux (Boucherit et al. 2017) entre les altitudes de 800 à 1400m (Boucherit 2018) où le climat est de type saharien caractérisé par des pluies très irrégulières dans le temps et dans l'espace (Benaradj 2017).

### 4. Compositions chimiques

Cette espèce contient des polyphénols, des saponosides et plus particulièrement des alcaloïdes, des dihydroisocoumarines.

*Haloxylon scoparium* de l'Algérie contient la cargénine, et la N-méthylisosaloline comme alcaloïdes majoritaires type tétrahydroisoquinoline et l'isosaloline, salsolidine, isosalsolidine, déhydrosalsolidine, tryptamine et la N-méthyltryptamine comme alcaloïdes minoritaires (Mohammedi 2013).

### 5. Effet thérapeutique et activité biologique

*Haloxylon scoparium* est une espèce halophyte, qui peut croître dans des conditions où il y a des stress abiotiques comme la haute salinité et la haute température, ces conditions défavorables conduisent la plante à synthétiser des molécules pour résister aux conditions extrêmes de l'environnement, qui explique la richesse de la plante en molécules bioactives considérées comme des sources naturelles de nouveaux médicaments (Taïr 2017).

En Algérie et en Tunisie, *Haloxylon scoparium* est utilisée en phytothérapies pour le traitement des maladies oculaires, des maladies de la peau, le diabète sucré (Allali et al. 2008) et de l'hypertension, le traitement du cancer, des hépatites, des inflammations et de l'obésité (Eddouks et al. 2002).

Grâce à ses intérêts ; plusieurs travaux ont été réalisés sur différents extraits, différentes activités ont été testées. Des extraits aqueux et méthanoliques, administrés à des rats traités par l'éthanol ont diminué d'une façon importante, le stress oxydatif et l'altération hépatique engendrée par la toxicité de l'éthanol (Bourogaa et al. 2013 ; Bourogaa et al. 2014).

Une autre étude a démontré que *Haloxylon scoparium* est capable de déclencher un processus pro-apoptotique contre les cellules leucémiques à caractère chimio-résistant, les molécules responsables sont les flavonols triglycosides « rutine » (Bourogaa et al. 2011). Plusieurs extraits de *Haloxylon scoparium* ont été testés, et leur activité molluscide a été

prouvée, dont les molécules ayant la plus importante activité, s'agissent d'un alcaloïde, le N-methylisosalsoline (Mezghani- J et al. 2009).

Un extrait éthanolique de *Haloxylon scoparium* a montré une activité d'inhibition de la mélanogénèse invitro, cette activité a été attribuée au catéchol et à des dérivés tétrahydroisoquinoliniques (Chao et al. 2013).

Une étude récente conclue que l'administration de la fraction enrichie en flavonoïdes de *Haloxylon scoparium* pouvait prévenir le risque d'une ischémie reperfusion hépatique (Saidi et al. 2015).

Une étude plus récente a pu démontrer que différents extraits alcooliques de *Haloxylon scoparium* -à l'exception de l'extrait Hexane- exercent une activité antibactérienne contre les germes Gram positive et Gram négative, et que le principal alcaloïde « carnegine » isolé à partir de l'extrait brut de la plante, avait une concentration inhibitrice minimale de croissance de 0,125 à 0,5mg/ml, et une concentration bactéricide minimale de 0,25 à 2mg/ml, avec une zone d'inhibition de l'ordre de 30 mm (Bouaziz et al. 2016).

## 2. Les métabolites secondaires

### 2.1. Généralité

Les métabolites primaires sont des molécules indispensables pour la vie des plantes, ils se trouvent chez tous les végétaux (Raven et al. 2014).

Les métabolites secondaires sont des composés organiques ne jouent pas un rôle direct sur la croissance des plantes et leur développement, ils n'ont pas la même distribution dans les plantes, certains ne se trouvent que dans une espèce végétale ou un groupe d'espèces (Lincoln et Eduardo 2010).

Les métabolites secondaires ont des rôles essentiels pour la plante elle-même concernant l'adaptation au milieu où elle existe, la résistance aux agents biotiques (tels que phytopatogènes) et les agents abiotiques (telle que la température).

### 2.2. Classification

#### 2.2.1. Alcaloïdes:

Comme le suggère leur nom, la plus part des alcaloïdes sont alcalins (Lincoln et Eduardo 2010), ce sont des composés cycliques contiennent au moins un atome d'azote dans leur structure chimique (Murray 2008 ), généralement sont liés avec des acides organiques ou des tanins (Cartier et Roux 2007).

Il existe plus de 12000 types connus d'alcaloïdes produits par 20% des plantes à fleurs (Murray 2008). On distingue:

- ✓ Les pseudo-alcaloïdes.
- ✓ Les proto-alcaloïdes:
- ✓ Les alcaloïdes vrais (Djermane 2014).

#### 2.2.2. Les substances phénoliques

Elles sont appelées aussi « polyphénols » ou « composés phénoliques » regroupent un vaste ensemble de plus de 8000 molécules, possédants tous un groupement hydroxyle ( $\text{-OH}$ ) attaché à un cycle aromatique au moins à 6 carbones (Djermane 2014 ; Raven et al. 2014).

Certains polyphénols sont des gros polymères insolubles, et certains ne sont solubles que dans les solvants organiques, et certains sont des acides solubles dans l'eau (Lincoln et Eduardo 2010).

Les polyphénols sont classés selon le nombre de noyaux aromatiques qui les composent et des substitutions qui les relie (Yezza et Bouchama 2014). On distingue :

- ✓ Tanins
- ✓ Les flavonoïdes
- ✓ Les lignanes
- ✓ Les stilbènes
- ✓ coumarines

### **2.2.3. Les terpenoïdes**

Les terpènes et parfois appelés isoterpénoïdes représentent la plus grande classe des métabolites secondaires plus de 22000 composés décrits, ils sont amers toxiques et collants, la majorité de leurs composés sont insolubles dans l'eau (Raven 2014 et al. Murray 2008 ; Lincoln et Eduardo 2010).

Les unités structurales de terpenoïdes sont appelées isoprènes dont les terpènes sont formés par la fusion d'unités isoprènes à cinq carbones (Lincoln et Eduardo 2010).

La classification des terpenoïdes est basée sur le nombre de répétitions de l'unité de base isoprène (Yezza et Bouchama 2014). On distingue :

- ✓ Monoterpènes
- ✓ Diterpènes
- ✓ Triterpènes:
- ✓ Tetraterpènes
- ✓ Sesquiterpène
- ✓ Polyterpènes

### **3. Activités biologiques**

#### **3.1. Activité antioxydante**

##### **3.3.1. Généralité**

L'oxygène moléculaire est un élément essentiel pour la vie des organismes aérobiques, malgré- cela il peut former des espèces toxiques appelées les radicaux libres ou encore les espèces oxygénées réactives (EOR) et les espèces réactives de l'azote (ERN) (Yezza et Bouchama 2014).

Les EOR sont très utiles pour l'organisme où il y a les caractères physico- chimiques bien régulées, ils jouent des rôles cruciaux dans divers mécanismes physiologiques comme la signalisation, l'entretien et le fonctionnement de l'organisme, aussi dans le processus de la fécondation, de la maturation et du mouvement cellulaires (Manallah 2012).

Ces espèces réactives sont peu toxiques par soi- même, mais ils deviennent néfastes et toxiques pour l'organisme à des doses excessives et dans certaines circonstances dont ils se transforment en autres radicaux libres oxygénés (Koechlin-R 2006; Maquart et al. 2006).

##### **3.3.2. Radicaux libres**

Les radicaux libres se forment dans le corps dans les conditions normales (Murray et al. 2013) en permanence lors de respiration et de certaines étapes du métabolisme oxydatif (Houée et al. 2005), mais parfois ils peuvent devenir dévastateurs de système biologique, beaucoup plus les espèces radicalaires de l'oxygène (parfois appelées espèces réactives de l'oxygène), notamment l'anion superoxyde  $O_2^{\cdot-}$ , l'hydroxyle  $OH^{\cdot}$  et le pyrhydroxyle  $OH^{\cdot}$  (Murray et al. 2013).

Ils causent des altérations aux acides nucléiques, aux protéines et aux lipides, des membranes cellulaires ainsi qu'aux lipoprotéines plasmatiques ; cela peut être une cause de cancer, maladies cardio-vasculaires, dégénérescence neuronales et dans le vieillissement (Houée et al. 2005).

##### **3.3.3. Stress oxydant**

Dans les conditions normales les caractéristiques physico- chimiques sont régulées dont le pH est généralement de l'ordre de 7, de même, le potentiel redox est toujours légèrement négatif, ce qui assure, la stabilité des fonctions thiol, or, les radicaux libres du milieu vivant sont principalement oxydants.

Lorsque le potentiel redox augmente dans le milieu et la formation de radicaux  $\text{OH}^\bullet$  et  $\text{O}_2^\bullet$  du peroxyde de d'hydrogène et du peroxydinitrite on parle donc de stress oxydant qui conduit à la cellule de confronter ces entités, car le stress oxydant est une réaction naturelle (Houée et al. 2005).

Cependant, en concentrations élevées des radicaux libres deviennent hautement cytotoxiques, engendrent de sérieux dangers de stress oxydant qui entraîne dysfonctionnement des systèmes de régulation de l'oxygène et de ses métabolites (Roberts et Sindhu 2009; Mohammedi 2013).

### **3.3.4. Antioxydants**

Le terme "antioxydant" englobe toutes les substances qui protègent les systèmes biologiques contre les dommages causés par une oxydation excessive (Haruki et al. 2004).

Ils sont des molécules qui piègent les radicaux libres (radical scavenger) alors que ces molécules régénèrent in vivo des nouveaux radicaux formés ne sont pas délétères.

Elles sont présentes à faibles concentration par rapport à celle du substrat oxydable, ralentissent ou inhibent significativement l'oxydation de ce substrat et dont les produits de la réaction entre l'oxydant et antioxydant ne doivent pas être toxiques et ne branchent pas la réaction radicalaire (Tair 2017).

Les antioxydants sont largement présents dans nos aliments, soit sous forme naturelle, soit sous forme d'additifs utilisés dans l'industrie agroalimentaire (Tanguy et al. 2009), ils sont des systèmes enzymatiques ou non-enzymatiques, endogènes ou exogènes (Mohammedi 2013).

## **3.2. Activité antimicrobienne**

### **3.2.1. Généralité sur le monde microbien**

Les microorganismes existent sur la terre depuis des milliards d'années, avant même l'apparition des plantes et des animaux. Les microorganismes aussi appelés les microbes comprennent les bactéries, les champignons (les levures et moisissures), les protozoaires et les algues microscopiques. Ils comprennent aussi les virus. Certains de ces microorganismes sont derrière la plupart des maladies. (Michael et John 2007).

### 3.2.2. Bactéries

Les bactéries sont des procaryotes qui ne contiennent pas de membrane nucléaire, sont classées parmi des êtres vivant unicellulaire (Boudjouref 2011). Ce type des microorganismes présente une grande diversité d'espèces. Les bactériologistes ont utilisé une méthode importante, c'est "la coloration de gram " pour séparer les bactéries au microscope optique. Après les réactions qui sont produites par cette méthode, les bactériologistes ont classé les bactéries en deux groupes majeurs, les bactéries à gram positif (colorées en violet) et les bactéries à gram négatif (colorées en rose). La distinction entre les bactéries à gram négatif et bactéries à positif se réfère à la composition des parois bactériennes, celles des bactéries à gram négatif laissent passer la solution alcoolique, tandis que celles des bactéries à gram positif représentent une véritable barrière que la solution alcoolique ne peut franchir (Braz et Mohamed-Hanchour 2018).

### 3.2.3. Champignons

Les champignons appelés aussi les mycètes, sont des microorganismes eucaryotes. Le règne des champignons contient des êtres vivants unicellulaires et pluricellulaires. Les êtres pluricellulaires sont comestibles, ils ressemblent souvent à des plantes, ces champignons sont nommées les moisissures (Tortora et al. 2011).

Les moisissures comprennent, les thallophytes hétérotrophes (depourvus de chrophytes), certaines vivent en symbiose avec les végétaux, et d'autres sont classées comme des parasites qui sont responsables de nombreuses maladies qui infectes les végétaux, les animaux et aussi l'homme (Amoura et Baz 2014).

### 3.2.4. Infections des microbes

La majorité des mortalités dans le monde est causée par des maladies infectieuses. Ces maladies sont provoquées par des microorganismes pathogènes tels que les bactéries, les champignons et aussi les virus.

### 3.2.5. Antibiotiques

Pour lutter contre les différentes maladies les êtres vivants font appel à leurs systèmes immunitaires, leur défense consiste à l'usage d'antibiotiques qui sont produits et développer par des microorganismes (le plus souvent des champignons). Ces antibiotiques ont la capacité de tuer ou inhiber la croissance des agents pathogènes tels que les bactéries les champignons et les virus (Bouhadouda 2016).

### **3.2.6. Résistance microbiennes aux antibiotiques**

Les résistances aux antimicrobiennes entraves les traitements utilisés contre les maladies infectieuses en raison du développement des gènes résistants aux antibiotiques. Pour réduire ou éliminer l'apparence de ces résistances, diverses industries pharmaceutiques à travers le monde travaillent pour produire de nouvelles particules. Cependant, en dépit de tous les développements récents de la science, la probabilité de l'élimination complète de la résistance aux antibiotiques est toujours exclue (Saffidine 2015).

# **Partie expérimentale**

# **Matériel et méthodologie**

## 1. Objectif

Ce travail a le but de valoriser une plante de la steppe algérienne *Haloxylon scoparium*, à travers l'évaluation de l'activité antimicrobienne et antioxydante des extraits éthanoliques des différentes parties aériennes de la plante.

## 2. Matériel

### 2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans cette étude, comporte les feuilles, les tiges et les rameaux de l'*H. scoparium* (Pomel). Celui-ci a été récolté dans la période du mois d'Avril 2019, dans la région de Mass'ad Wilaya de Djelfa.

La plante, fraîchement récoltée, est nettoyée, découpée, puis laissée sécher dans un endroit sec et aéré à l'abri de la lumière du soleil pour l'extraction des principes actifs (Fig. 3).



**Figure 3.** Partie aérienne d'*Haloxylon scoparium*; a) plante séchée, b) Broyat.

### 2.2. Microorganismes testés

Six souches microbiennes fréquemment rencontrées dans les infections communes ont été utilisées lors de cette étude, il s'agit de souches de référence excepté *Candida albicans* et *Aspergillus niger* qui sont des isolats cliniques, celles-ci sont :

### 2.2.1. Bactéries à Gram positif

- *Bacillus cereus* aussi appelé *Bacillus cereus sensu stricto* est une bactérie appartenant aux bacilles à Gram positif de grande taille ( $> 1.0 \mu\text{m}$ ), généralement mobiles, les bacillus sont souvent isolés du sol, de la poussière ou de la surface des végétaux (Laouami 2012). ils causent des maladies d'origine alimentaire car ils ont des spores non détruites par la cuisson (Tortora et al. 2003).

- *Bacillus subtilis* est une bactérie à Gram positif, catalase positive, de petite taille, aérobic obligatoir, formant des endospores et se trouvant dans le sol. Elle est connue pour sa capacité de dégradation des polysaccharides végétaux et de la pectine, elle peut être responsable d'intoxication alimentaire (Jérôme et al. 2004).

- *Staphylococcus aureus* est une bactérie à Gram positif hôte normal de la cavité nasale et du pharynx et de la peau chez l'homme et chez de nombreuses espèces animales. Normalement, ces souches ne causent aucune infection, cependant, parfois elles peuvent devenir opportunistes et causent des graves infections de la peau (Jérôme et al. 2004).

### 2.2.2. Bactéries à Gram négatif

- *Escherichia coli* est un bacille à Gram négatif, mobile et aérobic ou anaérobic facultatif; c'est l'un des microorganismes de tube digestif humain (Tortora et al. 2003). C'est l'espèce la plus connue des entérobactéries et même la plus connue et la plus étudiée de toutes les bactéries (Jérôme et al. 2004). Ces bactéries produisent aussi des toxines responsables de troubles gastro-intestinaux que l'on regroupe sous l'appellation gastroentérite à *E. coli* (Tortora et al. 2003).

### 2.2.3. Champignons

- **Les levures**

*Candida albicans* est une levure qui vit à l'état commensal dans le tube digestif et peut coloniser par contiguïté les voies génito-urinaires et respiratoire (El-Kirat 2010). Des circonstances favorables peuvent déclencher une infection, laquelle est le plus souvent d'origine endogène (Tortora et al. 2011).

- **Les moisissures**

*Aspergillus niger* est l'une des espèces la plus commune du genre *Aspergillus*, elle est fréquente dans le sol et communément rapportée des environnements intérieurs. Elle cause une maladie appelée "moisissure noire" dans certains fruits et végétaux (Ruchi 2012).

### 3. Méthodologie

#### 3.1. Protocole expérimental

Les étapes suivies dans la présente étude sont décrites dans la figure ci-dessous :

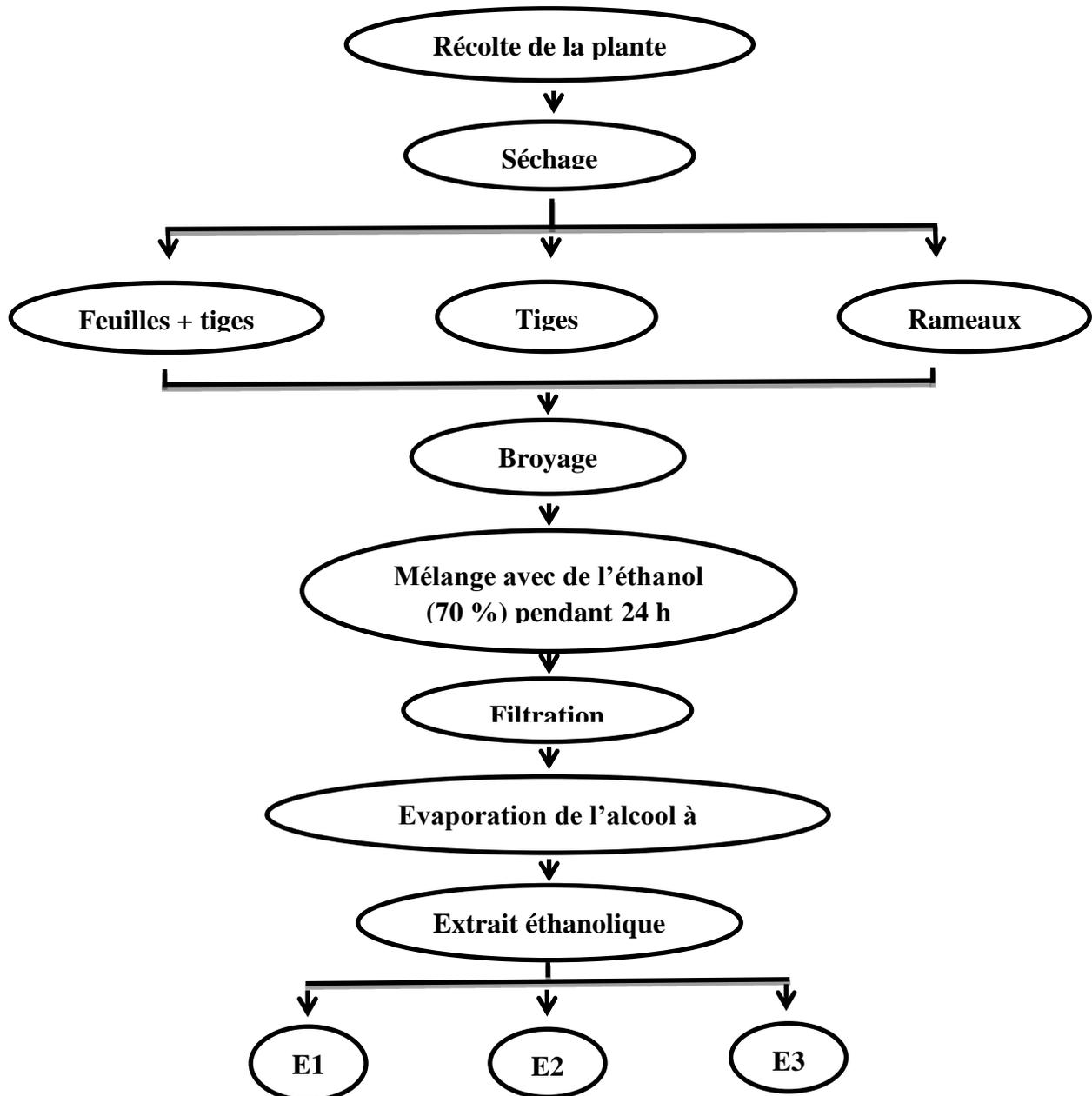


Figure 4. Protocole expérimental.

#### 3.2. Préparation de l'extrait éthanolique

Après séchage de la plante, les différentes parties (feuilles-tige, rameaux et tiges) sont broyées à l'aide d'un broyeur électrique en poudre fine, ensuite pesées. Le broyat obtenu est mis à macération avec agitation dans de l'éthanol 70 % à raison de 10 % pendant 24h. La solution obtenue est filtrée et le filtrat récupéré est mis à l'étuve à 40°C afin d'évaporer

l'éthanol. L'extrait sec ainsi obtenu est conservé à 4°C à l'abri de la lumière. Au final on obtient trois extraits :

- E1 : feuilles + tiges.
- E2 : tiges.
- E3 : rameaux

### 3.2.1. Détermination du rendement en extrait éthanolique

Le rendement en extrait brut est défini comme étant le rapport entre la masse de l'extrait brut sec et la masse du matériel végétal broyé à traiter. Il est calculé selon la formule suivante:

$$R (\%) = (M1 / M2) \times 100$$

**R:** Rendement en extrait brut sec exprimé en %.

**M1:** Masse en grammes de l'extrait brut sec.

**M2:** Masse en grammes du matériel végétal broyé à traiter.

### 3.3. Evaluation de l'activité antioxydante du *Haloxylon scoparium*

Dans notre étude on a choisi la méthode de FRAP pour déterminer l'activité antioxydante de l'*H. scoparium* (Karagözler et coll. 2008).

Cette technique est développée pour mesurer la capacité des extraits testés à réduire le fer ferrique ( $Fe^{3+}$ ) présent dans le complexe  $K_3Fe(CN)_6$  en fer ferreux ( $Fe^{2+}$ ). Le  $Fe^{3+}$  participe à la formation du radical hydroxyle par la réaction de Fenton. L'absorbance du milieu réactionnel est déterminée à 700 nm. Une augmentation de l'absorbance correspond à une augmentation du pouvoir réducteur des extraits testés (Hubert 2006).

La concentration de la solution mère est de 0.05 g/ml et on réalise des dilutions de 50, 100 et 200 fois pour les deux extraits E1 et E3. La réaction est effectuée de la manière suivante : 0.25 ml de l'extrait éthanolique (à différentes concentrations) est mélangé avec 0.25 ml de la solution tampon phosphate (0,2M à pH 6,6) et 0.25 ml de ferricyanure de potassium  $K_3Fe(CN)_6$  à 1%. Le mélange est incubé dans un bain Marie à 50°C pendant 20 minutes puis refroidi à température ambiante. 0.25 ml de l'acide trichloracétique (10 %) est ensuite additionné puis 1 ml d'eau distillée et 0,5 ml de chlorure de fer ( $FeCl_3$ ) (0,1 %)

fraichement préparé sont ajoutés. Une courbe d'étalonnage est réalisée avec l'acide ascorbique.

La lecture des absorbances se fait contre un blanc à 700 nm à l'aide d'un spectrophotomètre. L'expression des résultats obtenus est effectuée graphiquement (les absorbances obtenues en fonction des différentes concentrations des extraits). L'augmentation du pouvoir réducteur des plantes est proportionnelle à l'absorbance.

\* Afin de comparer l'efficacité des extraits entre eux et par rapport à une référence (acide ascorbique) les concentrations donnant une densité optique de 0.5 ont été déterminées.

### 3.4. Evaluation de l'activité antimicrobienne de l'*H. scoparium*

Afin d'évaluer l'action antimicrobienne des extraits éthanoliques des différentes parties de la plante, différentes concentrations de chaque extrait ont été préparées dans du DMSO à 50 %. Des suspensions microbiennes sont préparées dans l'eau distillée stérile à partir de cultures jeunes de 24 h puis ajustées au standard de turbidité 0.5 Mac Farland pour obtenir une concentration microbienne de  $10^8$  cellules/ ml.

L'évaluation de l'activité antimicrobienne d'un extrait passe par l'étape de diffusion en puits, c'est la plus utilisée en routine dans les laboratoires de bactériologie pour les tests de sensibilité aux antibiotiques (Braz et Mohamed-Hanchour 2018).

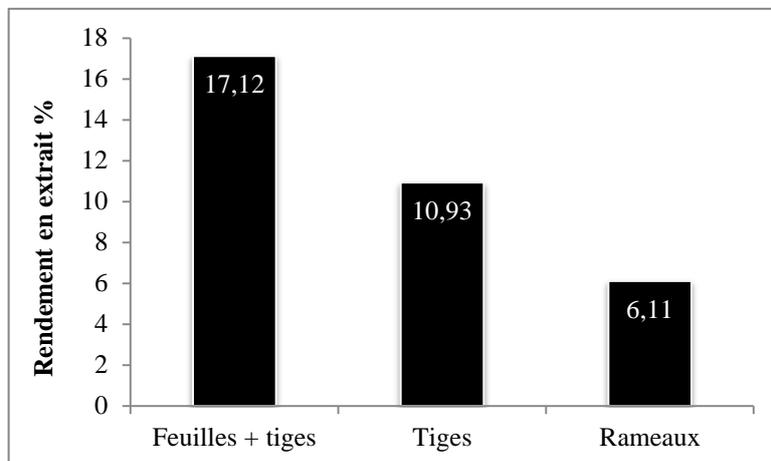
Après avoir coulé des boîtes de Pétri avec la gélose Mueller Hinton, on procède à l'ensemencement de celui-ci à l'aide d'écouvillons à partir de la suspension microbienne standardisée sur toute la surface de la gélose (Mohamed 2018). Par la suite, la gélose est perforée par la partie supérieure d'une pipette Pasteur (6 mm de diamètre) formant des puits. Les cavités ainsi formées sont remplies de 20  $\mu$ L de l'une des concentrations des extraits à tester. Les boîtes sont mises à incuber dans une étuve à 37°C pendant 24 h pour les bactéries et la levure *C. albicans* et à 25°C pendant une semaine pour la moisissure *A. niger*.

L'activité antimicrobienne est évaluée par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition autour de chaque puit à l'aide d'un pied à coulisse ou une règle en (mm). Les résultats sont exprimés par le diamètre de la zone d'inhibition (Braz et Mohamed-Hanchour 2018).

# **Résultats et discussion**

## 1. Rendement en extraits éthanolique de *H. scoparium*

Les rendements en extraits éthanolique des feuilles « E1 », tiges « E2 » et des rameaux « E3 » de *H. scoparium* sont cités dans la figure suivante.



**Figure 5.** Rendement en extrait éthanolique des différentes parties aériennes d'*H. scoparium*.

Les résultats obtenus montrent que le rendement le plus élevé est celui de l'extrait de tiges combinés aux feuilles suivis par celui des tiges, alors que le rendement le plus faibles est celui de rameaux.

En effet, le rendement de l'extraction varie en fonction de l'espèce végétale, l'organe utilisé dans l'extraction, les conditions et méthodes de séchage, le contenu de chaque espèce en métabolites et de la nature du solvant utilisé dans l'extraction ou fractionnement et de sa polarité (Mohammedi 2013).

Dans notre étude, après récolte de la plante, celle-ci a été séchée à l'air libre à l'abri de la lumière, puis l'extraction s'est faite en utilisant de l'éthanol dilué à 70 %. Guerrah et Segueni (2015) ont comparé le rendement en extraits méthanoliques de la partie aérienne de *H. scoparium* en fonction de la méthode de séchage. Les résultats ont montré que le séchage par l'étuve et à l'air libre présente les rendements les plus élevés (30.32 % et 30.20 % respectivement), suivis par le séchage par lyophilisateur (26.93 %), ensuite par séchoir solaire (23.4 %) tandis que le rendement le plus faible est celui de la matière végétale fraîche (17.86 %). Le principe du séchage consiste à éliminer l'eau contenue dans la plante le plus rapidement possible tout en sauvegardant les essences et les principes actifs. On peut comprendre que le séchage avec un air plus chaud va prendre moins de temps qu'un séchage avec de l'air 'tiède'.

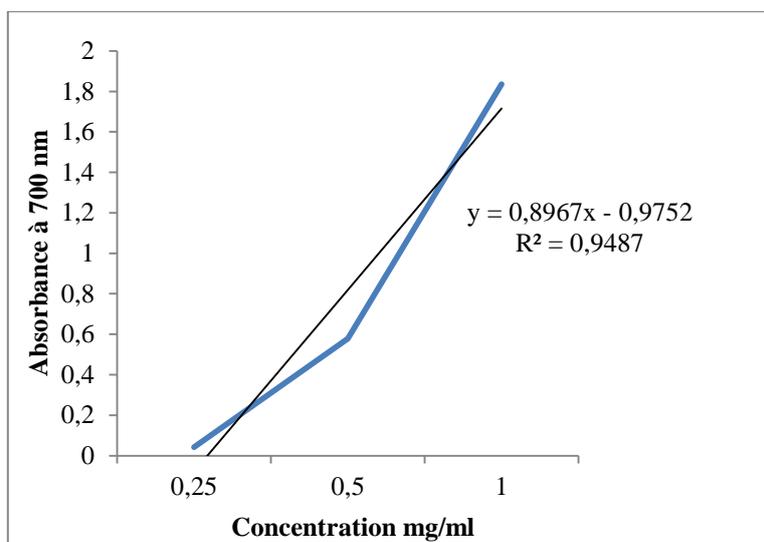
Si on considère l'aspect productivité, on a donc tout intérêt à sécher à haute température, mais une température élevée peut altérer le produit (Guerrah et Segueni 2015).

Le rendement des extraits des plantes peut aussi varier selon la méthode d'extraction, des caractéristiques physicochimiques des solvants utilisés, notamment leur polarité, en plus la solubilité du contenu dans la matière végétale dépend de ces propriétés (Hadj 2012).

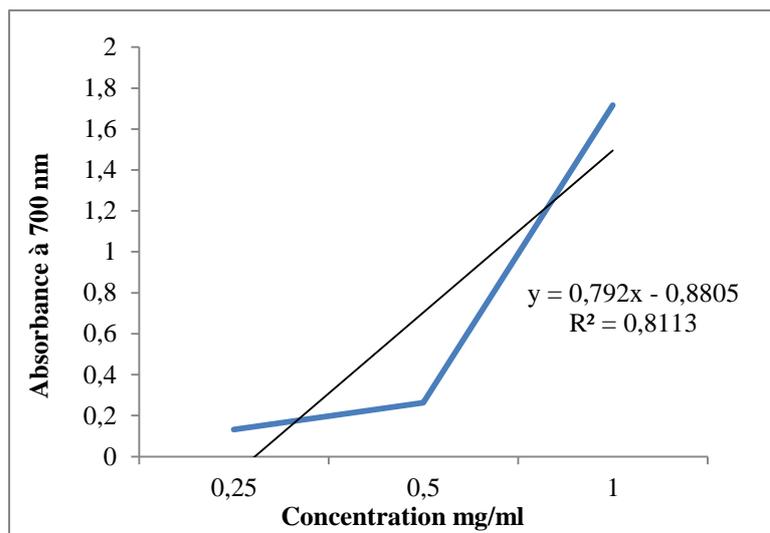
Une étude par (Kouwelton et Siaka 2017) montre que la durée de séchage, le pourcentage de du solvant hydro-alcoolique, le ratio volume de solvant par masse de broyat, le temps de macération et la vitesse d'agitation sont des facteurs influençant sur le rendement des métabolites. Toutefois, il faut tenir compte de la forte corrélation qui existe entre les conditions écologiques dans lesquelles les espèces végétales se développent et leurs particularités phytochimiques (Djermane 2014).

## 2. Evaluation de l'activité antioxydante du *Haloxylon scoparium*

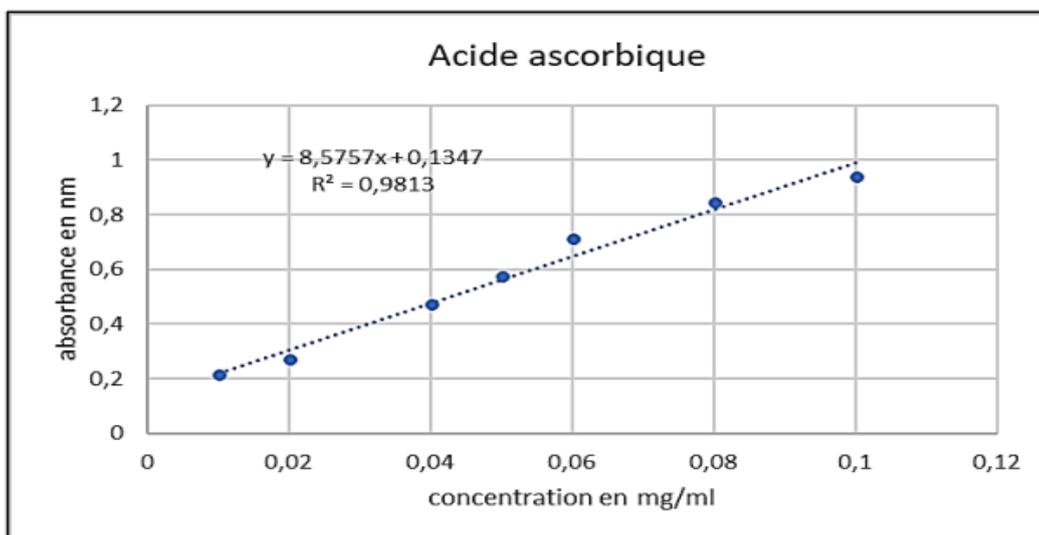
Pour explorer les résultats obtenus, la manière la plus commune utilisée par la majorité des auteurs est de tracer les graphes des absorbances obtenues en fonctions des différentes concentrations utilisées pour les différentes fractions des extraits étudiés. L'augmentation de l'absorbance correspond à une augmentation du pouvoir réducteur des fractions testées (Fig. 6, 7 et 8).



**Figure 6.** Absorbance de l'extrait E1 en fonction de la concentration avec le test FRAP.



**Figure 7.** Absorbance de l'extrait E3 en fonction de la concentration avec le test FRAP.



**Figure 8.** Absorbance de l'acide ascorbique en fonction de la concentration avec le test FRAP

A partir des résultats obtenus, on remarque que le pouvoir réducteur des extraits de la plante est dose dépendante (concentration dépendante) c'est-à-dire que la capacité de réduction de fer est proportionnelle à l'augmentation de la concentration des d'extraits. A une densité optique de 0.5 on obtient les concentrations en extraits décrites dans le tableau 1.

**Tableau 1.** Concentrations en extraits et en acide ascorbique donnant une DO de 0.5 pour le test FRAP.

	Acide ascorbique	Extrait 1	Extrait 3
Concentration mg/ ml	0.04	1.64	1.74

La présence des réducteurs dans les extraits des plantes provoque la réduction de  $Fe^{3+}$ / complexe ferricyanide à la forme ferreuse. Par conséquent,  $Fe^{2+}$  peut être évalué en mesurant et en surveillant l'augmentation de la densité de la couleur bleu dans le milieu réactionnel à 700 nm.

A une densité optique de 0.5, on remarque que les concentrations des deux extraits ne présentent pas de différence significative entre elles cependant, elles diffèrent en comparaison avec celle de l'acide ascorbique et sont largement supérieures à elle ce qui révèle le pouvoir antioxydant important de l'acide ascorbique.

Le pouvoir réducteur est probablement dû à la présence de groupement qui peuvent servir comme donneur d'électron. Quelques études antérieures ont également montré que le pouvoir réducteur d'un composé peut servir comme un indicateur significatif de son activité antioxydante potentielle (Bougandoura et Bendimerad 2012).

Le pouvoir réducteur de l'espèce *H. scoparium* est probablement dû à la présence de groupement hydroxyle dans les composés phénoliques qui peuvent servir comme donneur d'électron (Siddhuraju et Beker 2007).

Les études ont montré que *H. scoparium* est riche en alcaloïdes, polyphénols ainsi qu'en terpénoïdes. Benkrief et al. (1989), Bouaziz et al. (2016) et El-Shazly (2003), ont rapporté la présence des alcaloïdes dans l'Haloxylon notamment carnegine, N-methylisosalsoline tétrahydroisoquinolines, isoquinolines, indole, isoquinolone et  $\beta$ -carboline. De plus, Bello et al. (2015) ont montré que la plante contient des composés terpenoïdes, de sucres réducteurs, flavonoïdes, composés avec groupements lactones et composés phénoliques.

D'autres études réalisées par Ben Salah et al. (2002) et Chao et al. (2013) sur les composés phénoliques ont montrées que cette plante est riche en flavonol triglycosides, flavone, phénol simple et acides phénols (Braz et Mohamed-Hanchour 2018).

Les antioxydants de type phénolique réagissent selon un mécanisme proposé dès 1976 par Sherwin : l'antioxydant cède formellement un radical hydrogène, qui peut être un transfert d'électrons suivi, plus au moins rapidement, par un transfert de proton, pour donner un radical intermédiaire stabilisé de ses structures mésomères conjuguées (Fig14).

Les flavonoïdes sont reconnus pour leurs nombreuses activités biologiques, ces activités sont attribuées en partie aux propriétés antioxydantes de ces composés naturels. Les flavonoïdes sont susceptibles de réagir avec la plupart des espèces réactives oxygénées (Fuhrman et al. 1995). L'action antioxydant de ces phytonutriments ne s'exerce pas seulement par l'inhibition et la désactivation des radicaux libres, elle se manifeste aussi par la neutralisation d'enzymes oxydantes et par la chélation des traces d'ions métalliques responsables de la production de ROS (Cotelle 2001).

La nature polyphénolique de l'acide tannique qui est hydrophobe est le caractère responsable de l'action antioxydant, et son mécanisme antioxydant est encore loin d'être complètement compris. En présence de cuivre métallique l'acide tannique agit comme un prooxydant, ou comme un antioxydant suppresseur du radical hydroxyle (Gulçin et al. 2010).

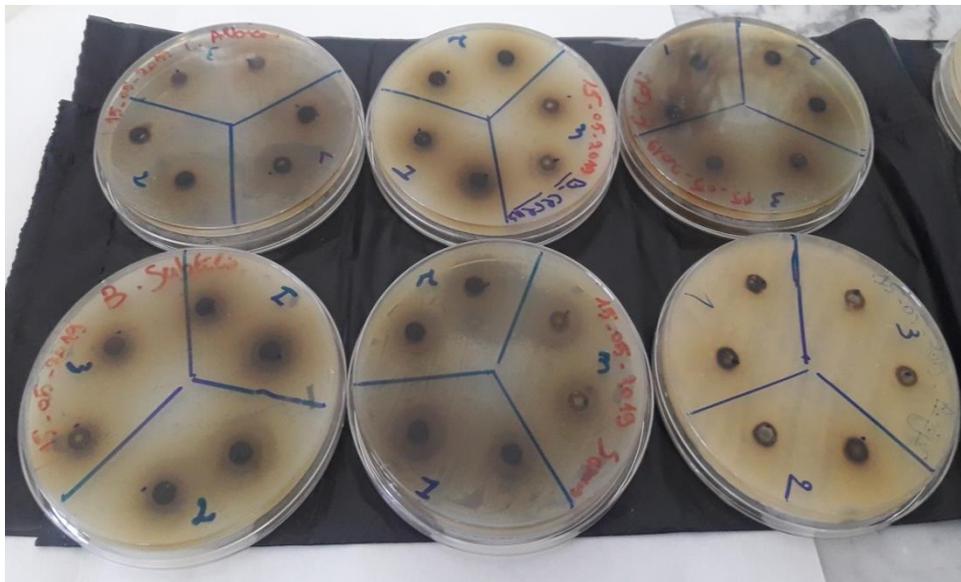
### 3. Evaluation de l'activité antimicrobienne du *Haloxylon scoparium*

Après avoir testé l'activité antimicrobienne de différentes concentrations des différents extraits de *H. scoparium* sur les souches bactériennes et fongiques sélectionnées, les résultats ont révélé que les trois extraits éthanoliques de la plante n'avaient aucun effet inhibiteur sur la moisissure *A. niger*. De plus, on a remarqué que ces mêmes extraits n'exerçaient d'effet inhibiteur sur les reste des souches ; à savoir: *S. aureus*, *E. coli*, *B. subtilis*, *B. cereus* et *C. albicans*, qu'à des concentrations très élevées (1g/ ml) (Fig. 9 et tableau 2).

**Tableau 2.** Diamètres (mm) des zones d'inhibition des extraits de *H. scoparium* sur les souches microbiennes testées.

Souches / extraits	<i>B. cereus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>C. albicans</i>
Feuilles + tiges (1g/ ml)	2.5	2.5	6.5	4.5	22.5
Tiges	03	1.5	5.5	4	25
Rameaux	1.5	1	03	4	5

Ces résultats démontrent que les extraits éthanolique des différentes parties aériennes de *H. scoparium* n'ont pas d'effet antimicrobien significatif sur les souches testées car à une concentration de 1g/ ml d'éventuelles applications ne seront pas rentables.



**Figure 9.** Zones d'inhibition obtenus à partir des extraits de l'*H. scoparium* sur les souches microbiennes testées.

Les travaux de Braz et Mohamed-Hanchour (2015) sur l'extrait méthanoliques de la partie aérienne de la même plante ont montré une activité antimicrobienne sur *S. aureus* et *E. coli* à des concentrations de 0.25 mg/ml d'extrait.

D'une part ces résultats dépendent à la méthode d'extraction et le solvant utilisé, et d'une autre part des facteurs liés à la plante tels que les conditions environnementales, le climat, la localisation géographique, la température, le stade végétatif, la période de la récolte, ainsi que la richesse de la plante en composés naturels qui varient avec l'organe utilisé sans oublier le patrimoine génétique de la plante utilisée (Guerrah et Segueni 2015).

L'activité antimicrobienne dépend aussi d'autres facteurs tels que la concentration des extraits, la taille de l'inoculum car un inoculum trop dense peut conduire à des résultats faussement négatifs et un inoculum trop faible peut conduire à des résultats faussement positifs, le degré de pureté, même l'apparence de résistance des bactéries (Braz et Mohamed-Hanchour 2018).

Pour chaque espèce végétale et au sein de la même espèce, la nature des molécules bioactives est à l'origine des activités biologiques de chaque extrait ou fraction. Ces activités

dépendent aussi de la teneur de la substance ou l'ensemble des substances biologiquement actives (Mohammedi 2013).

La présence des composés tels que les alcaloïdes, les tanins, les flavonoïdes ayant des propriétés antimicrobiennes peuvent augmenter la toxicité des extraits envers les microorganismes (Braz et Mohamed-Hanchour 2018). Les composés phénoliques peuvent interférer avec les biomembranes en provoquant un dysfonctionnement ou une destruction cellulaire.

Alors que les alcaloïdes interfèrent avec le processus de réplication de l'ADN et la transcription de l'ARN, qui sont des processus vitaux aux microorganismes.

Les terpènes affectent la perméabilité et les fonctions des membranes, ces composés traversent facilement les membranes, pénètrent ainsi à l'intérieur et interagissent avec les enzymes et les protéines (Mohammedi 2013).

# **Conclusion**

### Conclusion

Les plantes médicinales restent toujours la source fiable des principes actifs connus par leurs propriétés thérapeutiques.

Cette étude a eu pour objectif l'évaluation de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'une plante de la steppe algérienne *Haloxylon Scoparium*.

A l'issue de cette étude, on a pu démontrer l'effet antioxydant de cette plante par rapport à sa capacité à réduire le fer ferrique en fer ferreux. Cependant, aucune activité antimicrobienne n'a pu être constatée sur les souches testées à savoir : *S. aureus*, *B. subtilis*, *B. cereus*, *E. coli*, *C. albicans* et *A. niger*.

Ces résultats quoique préliminaires montrent le potentiel thérapeutique de cette plante par sa capacité antioxydante. Des essais devront être réalisés afin de déterminer son activité sur d'autres souches microbiennes. De plus, des études phytochimiques complémentaires sont nécessaires afin de déterminer avec exactitude la composition chimique de cette plante et les molécules bioactives lui conférant ses propriétés.

Sachant que notre pays possède une biodiversité immense dont chaque plante se caractérise par un réservoir assez important de métabolites secondaires avec des caractéristiques thérapeutiques et pharmacologiques particulières qui demandent d'être exploitées par les recherches, de ce fait et comme perspectives on propose de :

- ✓ Valoriser le patrimoine botanique surtout les plantes médicinales sahariennes
- ✓ Déterminer de nouvelles substances bioactives naturelles qui pourront répondre aux différents problèmes de la santé et être une alternative aux médicaments synthétiques.
- ✓ Etudier d'autres propriétés biologiques de ces plantes à savoir les propriétés anti-inflammatoires, anticancéreuses et d'autres.

# **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

### A

- Allali H., Benmehdi H., Dib M., Tabti B., Ghalem S., et Benabadji N. 2008. Phytotherapy of diabetes in west Algeria. *Asian Journal of Chemistry*. 20(4): 2701-2710.
- Adli B- Z., et Yousfi, I. 2001. Contribution à l'étude ethnobotanique des plantes médicinales dans la région de Djelfa, Activité antibactérienne des huiles essentielles des feuilles de *Pistacia atlantica* Desf. Mémoire d'ingénieur d'état. Universitaire de Zian Achour, Djelfa.
- Amoura A. et Baz, S. 2014. Identification des souches fongiques productrices des protéases, isolées à partir de source chaude. Mémoire de master. Université de Mantouri, Constantine
- Andrew C. 2013, plantes médicinales. Ed Gründ.

### B

- Bello A. A., Brahim Said L., Raisa- Mangas M., et Yalepsy- Rubio D. 2015. Phytochemical screening of three species of Western Sahara. *Journal de Revista Cubana de Plantas Medicinales*. 19(2):149-155
- Benaradj A. 2017. Caractérisation floristique de la steppe a *Hammada scoparia* dans l'atlas Saharien oranais (Naama-Algérie). *Revue Agrobiologia*. 7(2), 483-490.
- Ben Salah H., Jarraya R., Martin M.T., Veitch N.C., Grayer R., Simmonds M.S.J., et Damak M. 2002 Flavonol Triglycosides from the Leaves of *Hammada scoparia* (Pomel) Iljin. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Bulletin*. 50(9): 1268-1270.
- Benaradj A. 2017. Étude phyto-écologique des groupements à *Pistacia atlantica* Desf. dans le sud Oranais Sud- Ouest algérien. Thèse de doctorat. Université d'Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, Algérie.
- Benkrief R., Brum-B M., Tillequin F., et Koch M. 1989. Alcaloids et flavonoides des parties aériennes de *Hammada articulata* ssp. *scoparia*. *Journal d'Annales Pharmaceutiques française*. 48(4): 219-24.
- Boucherit H., Benaradj A., Boughalem M., et Benabdeli K. 2018. Ethnobotanical study of *Hammada scoparia* (Pomel) Iljin in the region of Naâma (South- Western Algeria). *Arabian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*. 4(2): 66.
- Boucherit H., Benabdeli K., et Benaradj A. 2017. Caractérisation floristique de la steppe a *Hammada scoparia* dans l'atlas Saharien oranais (Naama-Algérie). *Revue Agrobiologia*. 7(2): 483-490.

- Bouaziz A., Mhalla, D., Zouari I., Jlaiel L., Tounsi S., Jarraya R., et Trigui M. 2016. Antibacterial and antioxidant activities of *Hammada scoparia* extracts and its major purified alkaloids. *South African Journal of Botany*. 105, 89-96.
- Bourogaa E., Bertrand J., Despeaux M., Jarraya R., Fabre N., Payrastra L., Demur C., Fournié J-J., Damak M., El Feki A., et Racaud-Sultan C. 2011. *Hammada scoparia* flavonoids and rutin kill adherent and chemoresistant leukemic cells. *Journal of Leukemia Research*. 35: 1093-1101.
- Bourogaa E., Mezghani\_Jarraya R., Nciri R., Damak M., et El Feki A. 2014. Protective effects of aqueous extract of *Hammada scoparia* against hepatotoxicity induced by ethanol in rats. *Journal of Toxicology and industrial Health*. 30(2): 113-122.
- Bourogaa E., Nciri R., Mezghani\_Jarraya R., Racaud-Sultan C., Damak M., et El Feki A. 2013. Antioxidant activity and hepatoprotective potential of *Hammada scoparia* against ethanol-induced liver injury in rats. *Journal of physiology and Biochemistry*. 69: 227-237.
- Braz I., et Mohamed-Hanchour F. 2018. Etude phytochimique et activité antibactérienne de quatre plantes sahariennes (*Artemisa herba helba*, *Haloxylon scoparium*, *Peganum harmala* et *Zygophyllum album*). Mémoire de master. Université d' Abdel Hamid Ibn Badis, Mostaganem, Algérie.
- Boudjouref, M. (2011). Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits d'*Artemisia campestris* L. Mémoire de magister. Université de Ferhat Abbas, Sétif, Algérie.
- Bouaziz A., Mhalla D., Zouari I., Jlaiel L., Tounsi S., Jarraya R., et Trigui M. 2016. Antibacterial and antioxidant activities of *Hammada scoparia* extracts and its major purified alkaloids. *South African Journal of Botany*. 105: 89-96
- Bouhaddouda, N. (2016). Activité antioxydante et antimicrobienne de deux plantes du sol local : *Origanum vulgare* et *Mentha pulegium*. Thèse de doctorat. Université de Badji Mokhtar, Annaba, Algérienne.

## C

- Cartier O., et Roux D. 2007. Botanique pharmacognosie phytothérapie. Ed Wolters Kluwer.
- Chao H-C., Najjaa H., Villareal M-O., Ksouri R., Han J., Neffati M., et Isoda H. 2013. *Arthrophytum scoparium* inhibits melanogenesis through the down-regulation of tyrosinase and melanogenic gene expressions in b16 melanoma cells. *Journal of Experimental dermatology*. 22(2): 131-136.

- Cotelle, N. 2001. Role of flavonoids in oxidative stress. *Current Topical Medicinal Chemistry*. 1: 569-590.

#### D

- Djermane N. 2014. Extraction des métabolites secondaires des plantes médicinales: *Pulicariaarabica*(L.) Cass et *Rhanteriumadpressum* Coss. et Durieu et évaluation de leurs propriétés bioactives. Mémoire de magister. Université de Larbi Ben M'hidi, Oum El Bouaghi, Algérie.

#### E

- Eddouks M., Maghrani M., Lemhadri A., Ouahidi ML., et Jouad H. 2002. Ethanopharmacological survey of medicinal plants used for the treatment of diabetes mellitus, hypertension and cardiac diseases in the South-Est region of Marocco(Tafilalet). *Journal of Ethnopharmacology*. 82(2): 97-103.
- El Kirat-C S. 2010. Développement d'outils cellulaires et moléculaires pour l'étude des interactions Candida - phagocytes; Application à la caractérisation du gène OLE2 codant une désaturase chez *C. lusitaniae*. These de doctora. Université de Victor Segalen Bourdeau2, France.
- El-Shazli A.M., Dora G., et Wink M. 2005, Alkaloids of *Haloxylon salicornicum* (Moq.) Bunge ex Boiss. (Chenopodiaceae). *Journal of Pharmazie*. 60(12): 949-52. Ethnobotanical study of *Hammada scoparia* (Pomel) Iljin in the region of Naâma (South- Western Algeria). *Arabian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*. 4(2): 66.

#### F

- Fuhrman B., Lavy A., et Aviram M. 1995. Consumption of red wine with meals reduces the susceptibility of human plasma and low-density lipoprotein to lipid peroxidation. *The American Journal Of Clinical Nutrition*. 63(3): 403- 4.

#### G

- Guerrah M. et Segueni M. 2015. Contribution à l'étude biochimique de quelques plantes médicinales dans le Sahara Septentrional algérien. Memoire de master. Université d'Echahid Hamma Lakhdar, El Oued, Algérie.
- Gulçin I., Huyut Z- B., Elmastas M., Hassan Y., et Aboul-Eein D. 2010. Radical scavenging and antioxydant activity of tannic acid. *Arabian Journal of chemistry*. 3: 43-53.

## H

- Hadj-Moussa A. 2012. Contribution à l'étude *in vitro* de l'effet des extraits de feuilles de *Retama raetam* sur l'activité de l' $\alpha$ -amylase. Mémoire de master. Université d'Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, Algérie.
- Haruki S., Yutaka K., Isao K., Takanari K., Yumihiro T., Michiaki K., Hirofumi U., Setsuro I., Masatoshi F., et Mitsuo I. 2004. Relationship between plasma glutathione levels and cardiovascular disease in a defined population: the Hisayama study. *Journal of Stroke*. 35(9): 2072-2077.
- Houé-L C., Sicard-R C., et Bergé J. 2005. Chimie et biochimie radicalaires. Ed Belin.

## J

- Jerome-J perry., James-T Staley., et Stephen L. 2004. Microbiologie. Ed Dunod.

## K

- Koechlin-R C. 2006. Oxygène, stress oxydant et suppléments antioxydants ou un aspect différent de la nutrition dans les maladies respiratoires. *Journal de Nutrition clinique et métabolisme*. 20: 165–177.
- Kouwelton P-K. et Siaka S. 2017. Détermination des paramètres influençant le rendement d'extraction hydroalcoolique des métabolites secondaires de *Alchornea cordifolia* (*Euphorbiaceae*) et *Tridax procumbens* linn. *Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie*. 044: 15- 22.

## L

- Laouami S. 2012. Métabolisme et toxinogénèse de *Bacillus cereus* : Rôles de l'enzyme fermentaire LdhA et du régulateur rédox Rex. Thèse de doctorat. Université d'Avignon et des pays de Vaucluse, France.
- Lincoln T., et Eduardo Z. 2010. Plant physiology. Ed Sinauer Associates, Inc (5<sup>ème</sup> éd).

## M

- Manallah A. 2012. Activité antioxydante et anticoagulante des polyphénols de pulpe d'olive *Olea europaea*. Mémoire de Magister. Université de Ferhat Abbas, Sétif, Algérie.
- Maquart F-X., Borel J-P., et Gillery P. 2006. Précis de biochimie et de biologie moléculaire. Ed Frison-Roche.
- Mecheri N., Zeghabi K. 2015. Evaluation biologique et l'effet de séchage sur la caractérisation des métabolites secondaires des extraits issus de quelques plantes spontanées médicinales. Mémoire de Master. Université de Kasdi Merbah, Ouergla, Algérie.

- Mezghani-J R., Hammani H, Ayadi A., et Damak M. 2009. Molluscicidal activity of *Hammada scoparia*(Pomel) Iljin leaf extracts and the principal Alkaloids isolated from them against *Galba truncatula*. Journal of Memórias Do Instituto Oswaldo Cruz. 104(7): 1035-1038.
- Mohammedi Z. 2013. Etude Phytochimique et Activités Biologiques de quelques Plantes médicinales de la région Nord et Sud-Ouest de l'Algérie. Thèse de Doctorat. Université d'Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, Algérie.
- Murray N. 2008. Biologie végétale. Ed Pearson Education, Inc (1<sup>ère</sup> éd).
- Murray R-K., Bender D-A., Bothan K-M., Kennelly P-J., Rodwell V-W. et Weil P-A. 2013. Biochimie de Harper. Ed de boeck (5<sup>ème</sup> éd).

## O

- Otmani F. 2015. Étude de l'activité antioxydante des huiles essentielles d'*Haloxylon scoparium* (pomel) de la région de Naâma. Mémoire de master. Université d'Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, Algérie.
- Ozenda P., 1997, Flore et végétation de Sahara. Ed CNRS (3<sup>ème</sup> ed).
- Raven P-H., Evert F-E. et Eichhorn S-E. 2014. Biologie végétale. Ed de boeck(3<sup>ème</sup> éd); 30, 35P.
- Roberts C-K., Sindhu K K. 2009. Oxidative stress and metabolic syndrome. Journal of Life Sciences. 84: 705-712.
- Ruchi S. 2012. Pathogenicity of *Aspergillus niger* in plants. Journal of microbiology. 1(1): 47-51.

## S

- Saidi S-A., Bourogâa E., Bouaziz A., Mongi S., Chaaben R., Jamoussi K., Mezghani-Jarraya R., Pelt J-v., et El Feki A. 2015. Protective effects of *Hammada scoparia* flavonoid enriched fraction on liver injury induced by warm ischemia/reperfusion. Journal of Pharmaceutical Biology. 53(12): 1810-1817.
- Siddhuraju P., Becker K. 2007. The antioxidant and free radical scavenging activities of processed cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) seed extracts. Food Chemistry. 101(1): 10-19.
- Saffidine K. 2015. Etude analytique et biologique des flavonoïdes extraits de *carthamus caeruleus* L. et de *Plantago major* L. Thèse de doctorat. Université de Ferhat Abbas, Sétif, Algérie.

## T

- Tanguy M., Marie A., et Simon B. 2009. Antioxydants Première partie: Les antioxydants dans l'alimentation. Journal de Médecine. 5(6): 256-60.
- Taïr K. 2017. Recherche et évaluation des effets cytoprotecteurs de l'extrait aqueux d'Arthrophytum <<*Hammada scoparia*>> chez les rats exposés à l'aluminium. Thèse de doctorat. Université d'Ahmed Ben Bella, Oran, Algérie.
- Tortora G- J., Funke B- R. et Case C- L. 2003. Introduction à la microbiologie. Ed Dunod.
- Tortora G-d- J., Funke B- R. et Case C- L. 2012 Introduction à la microbiologie. Ed Du Renouveau Pédagogique Inc.

## Y

- Yezza S. et Bouchama S. 2014. Index des métabolites secondaire végétaux. Mémoire de licence. Université de Kasdi Merbah, Ouergla, Algérie.

## Z

- Zerriouh M. 2015. Contribution à l'étude phytochimique et activité antidiabétique de *Hammada scoparia (pomel)*, <<Remth>>. These de doctorat. Université d'Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, Algérie.