

Popular Democratic Republic of Algeria  
Ministry Of High Education and Scientific  
Research  
Abbes Laghrou University, Khenchela  
Faculty of Natural and Life Sciences  
Department Of Biology of Molecular and cellular



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة عباس لغرور خنشلة  
كلية علوم الطبيعة والحياة  
قسم البيولوجيا الخلوية و الجزيئية

Mémoire MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie Appliquée

Présenté par :

MESSAS Niama

Thème

---

Etude de quelques activités biologiques d'une plante  
médicinale *Atriplex Halimus L.*

---

**Devant le jury :**

**Président : Dr. MAAMAR Hichem      MCB      Université de Khenchela**

**Promotrice : Dr. KRIM Meriem      MCB      Université de Khenchela**

**Examinatrice : Dr. ARAB Yasmine      MCB      Université de Khenchela**

**Année universitaire : 2022/2023**

## **Remerciements**

*Je remercie avant tout Dieu tout -puissant de m'avoir donné le courage, la patience, la santé et la motivation d'entamer et de finir ce mémoire de fin d'étude dans les meilleures conditions.*

*Un grand merci à toutes ma famille pour leur présence, leurs encouragements et leur suivi avec patience du déroulement de mon projet.*

*Je tiens à remercier **Dr. KRIM meriem** d'avoir accepté d'être ma promotrice et pour ses conseils, ses directives et ses efforts.*

*Je remercie aussi **Dr MAAMAR Hichem** et **Dr. Arab Yasmine** d'avoir accepté de juger mon travail.*

*Je remercie tous les professeurs qui se sont occupés de notre enseignement.*

*Je remercie par la même occasion **Pr. Chala abdelwahed**, le recteur de l'université **Abbes Laghrour de Khenchela**, ainsi que tout le personnel de l'université.*

*Enfin, je remercie, de tout cœur, tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

# *Dédicace*

*Je tiens à dédier ce modeste travail :*

*A mes plus chères a monde ma mère et mon père pour tous leurs encouragements, leurs dévouements et leur patience durant toutes mes années d'étude.*

*C'est pour cela que j'aimerais leur dire du plus profond de mon cœur, un très grand merci pour tout ce que vous avez fait pour moi toute ma vie, je prie Dieu de les protéger.*

*A mes chères sœurs Soundous, Ounes, Nouha, Minna, Sajida, Zineb, Maha et Dina et mes petites belles Chifa et Billa qui m'ont encouragées tout au long de ma vie*

*A mon chers frère Abdesalam souhaib*

*A ma chère grand –mère Safya pour tout ce qu'elle m'a donné toutes ces années*

*A mon chers grand –père Lazher.*

*A mes oncles : Toufik, Fouad, Faouzi, Amin, Tidjani et toute ma famille*

*Et mes tantes : Noudjoud, Nadjwa, Soumia, Samia, Wissem , Amel, Salima, Djamila , Wahiba, Fayza, Nassima*

*A mes amies : Ahlem, Kawther et Hana Rahal*

*Mes collègues de promotions 2018-2023 chacun à son nom, avec qui j'ai partagé mes 5 années d'étude. Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail. Merci à tous pour votre soutien.*



## Résumé

### Résumé

*Atriplex halimus* est une espèce végétale appartenant à la famille des chénopodiacées cette espèce connue sous le nom « guettaf ». En Algérie, elle pousse spontanément dans les zones steppiques. Notre travail a pour objectif de déterminer certains composants chimiques et d'évaluer l'activité antioxydante et antibactérienne de l'extrait éthanolique et butanolique de cette plante. Le criblage phytochimique a révélé la présence de quelques groupes chimiques : tanins, des flavonoïdes, des coumarines, des quinones libres, des terpénoïdes, des saponines et des composés réducteurs dans les deux extraits. L'extraction éthanolique et butanolique des feuilles de l'*Atriplex halimus* par macération a permis d'obtenir des rendements égaux à 9.17 et 9.19 %, respectivement. Le dosage des polyphénols a été réalisé en utilisant le réactif de Folin-Cicalteu, alors que le dosage des flavonoïdes a été précédé par la méthode du trichlorure d'aluminium. Les résultats des dosages ont montré que l'extrait butanolique de la plante *Atriplex halimus* contient une teneur de polyphénols égale à 0.45 µg/mg et 0.51 µg/mg de l'extrait éthanolique, ainsi la teneur des flavonoïdes était de 11 µg/mg de l'extrait butanolique et 1.9 µg/mg de l'extrait éthanolique. L'évaluation de l'activité antioxydante *in vitro* en utilisant le DPPH a montré une  $IC_{50}=0.13$  mg/ml de l'extrait butanolique et  $IC_{50}=0.17$  mg/ml de l'extrait éthanolique. L'activité antibactérienne a été réalisée *in vitro* par la méthode de diffusion de disque sur gélose. Les résultats montrent que les différentes souches testées présentent des degrés variables de sensibilités vis-à-vis des extraits. L'extrait éthanolique a été le plus actif contre les souches testées : *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* *Klebsiella pneumonia* et *Pseudomonas aeruginosa* avec des zones d'inhibition entre 9 et 13 mm.

**Mots clés :** *Atriplex halimus*, éthanol, butanol, polyphénols, flavonoïdes, activité antioxydante, activité antibactérienne.

## Abstract

*Atriplex halimus* is a plant species belonging to the Chenopodiaceae family, known as "guettaf". In Algeria, it grows spontaneously in steppe areas. The aim of our work is to determine certain chemical components and evaluate the antioxidant and antibacterial activity of the ethanolic and butanolic extracts of this plant. Phytochemical screening revealed the presence of a number of chemical groups: tannins, flavonoids, coumarins, free quinones, terpenoids, saponins and reducing compounds in both extracts. Ethanolic and butanolic extraction of *Atriplex halimus* leaves by maceration yielded 9.17 and 9.19 %, respectively. The polyphenol assay was carried out using the Folin-Cicalteu reagent, while the flavonoid assay was preceded by the aluminium trichloride method. The results of the assays showed that the butanolic extract of the *Atriplex halimus* plant contained a polyphenol content equal to 0.45 µg/mg and 0.51 µg/mg of the ethanolic extract, while the flavonoid content was 11 µg/mg of the butanolic extract and 1.9 µg/mg of the ethanolic extract. Assessment of in vitro antioxidant activity using DPPH showed an  $IC_{50}=0.13$  mg/ml for the butanolic extract and  $IC_{50}=0.17$  mg/ml for the ethanolic extract. Antibacterial activity was tested in vitro using the agar disk diffusion method. The results show that the different strains tested have varying degrees of sensitivity to the extracts. The ethanolic extract was the most active against the strains tested: *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Klebsiella pneumonia* and *Pseudomonas aeruginosa*, with zones of inhibition between 9 and 13 mm.

**Key words:** *Atriplex halimus*, ethanol extract, butanol extract, polyphenols, flavonoids, antioxidant activity, antibacterial activity.

*Atriplex halimus* هو نوع نباتي ينتمي إلى عائلة *Chenopodiaceae* ، والمعروفة باسم "guettaf". في الجزائر ، ينمو تلقائيا في مناطق السهوب. يهدف عملنا إلى تحديد مكونات كيميائية معينة وتقييم النشاط المضاد للأكسدة والمضاد للبكتيريا لمستخلص الإيثانول والبيوتانوليك لهذا النبات. كشف الفحص الكيميائي النباتي عن وجود عدد من المجموعات الكيميائية: العفص ، الفلافونويد ، الكومارين ، الكينونات الحرة ، التربينويدات ، الصابونين والمركبات المختزلة في كلا المستخلصين. وأسفر مستخلصي الإيثانول والبيوتانوليك لأوراق *Atriplex halimus* عن طريق النقع عن نسبة عائد الاستخلاص بقيمة 9.17% و 9.19% على التوالي. تم تحديد البوليفينول باستخدام كاشف Folin-Cicalteu ، بينما مركبات الفلافونويد بطريقة ثلاثي كلوريد الألومنيوم. أظهرت نتائج المقاييسات أن مستخلص البيوتانول للنبات *Atriplex halimus* يحتوي على محتوى بوليفينول يساوي 0.45 ميكروغرام / مجم و 0.51 ميكروغرام / ملغ من المستخلص الإيثانول ، بينما كان محتوى الفلافونويد 11 ميكروغرام / ملغ للمستخلص البيوتانولي و 1.9 ميكروغرام / ملغ من المستخلص الإيثانولي . أظهر تقييم النشاط المضاد للأكسدة في المختبر باستخدام  $IC_{50} = 0.13$  DPPH مجم / مل من مستخلص البيوتانوليك و  $CI_{50} = 0.17$  مجم / مل من مستخلص الإيثانول. تم تقييم النشاط المضاد للبكتيريا في المختبر بواسطة طريقة انتشار القرص على الوسط الجيلوزي . تظهر النتائج أن السلالات المختلفة التي تم اختبارها لها درجات متفاوتة من الحساسية للمستخلصات. كان المستخلص الإيثانولي أكثر نشاطا ضد السلالات التي تم اختبارها: *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* *Klebsiella pneumoniae* *Pseudomonas aeruginosa* بمناطق تثبيط تتراوح بين 9 و 13 ملم.

**الكلمات المفتاحية:** *Atriplex halimus* ، مستخلص الإيثانول ، مستخلص البيوتانول ، البوليفينول ، الفلافونويد ، نشاط مضاد للأكسدة ، نشاط مضاد للبكتيريا.

# Table des matières

Remerciements	
Dédicace	
Résumé	
Abstract	
ملخص	
Introduction .....	1
I. Phytothérapie.....	2
II. Généralités sur la plante.....	2
II.1. Description de la plante <i>Atriplex halimus</i> .....	3
II.2. Historique.....	4
II.3. Taxonomie botanique.....	4
II.4. Noms populaires .....	5
II.5. Composition chimique .....	5
II.6. Distribution géographiques .....	6
II.6.1. Dans le monde .....	6
II.6.3. Dans l’Afrique .....	6
II.6.3. En Algérie .....	6
II.7. Propriétés et usage thérapeutique.....	7
III. Les métabolites secondaires .....	7
III.1. Généralités .....	7
III.2. Les composés phénoliques .....	8
III.3. Les flavonoïdes.....	8
III.3.1. Les propriétés biologiques.....	9
III.3.2. Rôle physiologique .....	9

# Table des matières

III.4. Les tanins .....	10
III.4.1. Les tanins hydrosolubles.....	10
III.4.2. Les tanins condensés.....	10
III.4.3. Les propriétés biologiques des tanins.....	10
III.5. Les alcaloïdes .....	11
III.5.1. Les propriétés biologiques.....	12
III.6. Les Saponosides .....	12
III.6.1. Les propriétés biologiques.....	12
III.7. Les stéroïdes et les terpènes.....	13
III.7.1. Les propriétés biologiques.....	13
IV. Les effets biologiques.....	14
IV.1. L'activité antioxydante.....	14
IV.2. L'activité antidiabétique.....	14
IV.3. Activité antibactérienne.....	15
La partie pratique.....	16
I. Matériel et méthodes .....	17
I.1. Matériel végétal.....	17
a) Récolte de la matière végétale :.....	17
b) Séchage : .....	17
I.2. Matériel de laboratoire .....	17
I.3. Méthodes de préparation .....	18
I.3.1. Préparation de l'extrait éthanolique .....	18
I.3.2. Préparation de l'extrait butanolique .....	18
I.3.3. Analyse phytochimique.....	19
a. Tanins .....	19
b. Flavonoïdes.....	20



## Table des matières

c. Coumarines .....	20
d. Quinones .....	20
e. Anthraquinones .....	20
f. Alcaloïdes .....	20
g. Stérols et triterpènes .....	20
h. Terpénoïdes .....	20
i. Saponosides .....	21
j. Composés réducteurs .....	21
I.3.4. Dosage des polyphénols totaux .....	21
a. Principe .....	21
b. Mode opératoire .....	21
I.3.5. Dosage des flavonoides .....	22
a. Le principe .....	22
b. Mode opératoire .....	22
c. Expression des résultats .....	23
I.3.6. Activité antioxydante .....	23
a. Protocol .....	23
b. Mode opératoire .....	24
c. Expression des résultats .....	24
I.3.7. Activité antibactérienne .....	24
a. Préparation de milieu de culture .....	24
➤ Gélose Muller Hinton .....	24
➤ Les souches bactériennes .....	25
➤ Repiquage .....	25
➤ Préparation de la suspension bactérienne .....	26
➤ Ensemencement .....	26

## Table des matières

➤	Dépôt des disques et des extraits.....	26
➤	Lecture.....	26
II.1.	Détermination du rendement d'extraction .....	27
II.2.	Tests photochimiques.....	29
II.3.	Dosage des polyphénols totaux.....	31
II.5.	Détermination de l'activité antioxydante.....	32
II.6.	Détermination de l'activité antibactérienne .....	34
	Conclusion et perspectives .....	37
	Références bibliographiques.....	38

## List des figures

<b>Figure 1.</b> <i>Atriplex Halimus</i> , arroche maritime dans la nature .....	3
<b>Figure 2.</b> Schéma représentatif de la plante <i>Atriplex halimus</i> . .....	5
<b>Figure 3.</b> Distribution de l' <i>Atriplex Halimus</i> en Algérie . .....	7
<b>Figure 4.</b> Structure des quelques polyphénols .....	8
<b>Figure 5.</b> Structures chimiques des quelques types des flavonoïdes .....	9
<b>Figure 6.</b> Structure chimique des tanins (a)hydrosoluble (b) condensée.....	10
<b>Figure 7.</b> Structure chimique et famille des alcaloïde .....	12
<b>Figure 8.</b> Courbe d'étalonnage de l'acide gallique .....	22
<b>Figure 9.</b> Dosage des flavonoïdes et des polyphénols .....	23
<b>Figure 10.</b> Teneur des polyphénols dans l'extrait butanolique et l'extrait éthanolique.....	31
<b>Figure 11.</b> Teneur des flavonoides dans l'extrait butanolique et éthanolique .....	32
<b>Figure 12.</b> Pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction de concentration de l'extrait butabolique .....	33
<b>Figure 13.</b> Pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction de concentration de l'extrait éthanolique .....	33

## List des photographies

<b>Photographie 1.</b> Préparation de l'extrait éthanolique.....	18
<b>Photographie 2.</b> Filtration de l'extrait.....	19
<b>Photographie 3.</b> L'extrait dans le rotavapeur.....	19
<b>Photographie 4.</b> Préparation de la gélose nutritive dans les boîtes de pétri.....	27
<b>Photographie 5.</b> La couleur de l'extrait butanolique.....	29
<b>Photographie 6.</b> Les zones d'inhibitions de l'extrait butanolique .....	35
<b>Photographie 7.</b> Les zones d'inhibitions de l'extrait éthanolique.....	36

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1.</b> Classification d' <i>Atriplex Halimus</i> .....	4
<b>Tableau 2.</b> Les souches bactérienne utilisées .....	25
<b>Tableau 3.</b> Le rendement de l'extrait éthanolique et butanolique .....	28
<b>Tableau 4.</b> Résultats des tests phytochimiques de l'extrait butanolique et éthanolique.....	29
<b>Tableau 5.</b> Résultats des diamètres des zones d'inhibition de la croissance bactérienne.....	34

## Liste des abréviations

**AlCl<sub>3</sub>** : trichlorure d'aluminium

**BuOH** : butanol

**CHCl<sub>3</sub>** : chloroforme

**DMSO** : Diméthylsulfoxyde

**DPPH** : 2,2-Diphényl-1-picrylhydrazyl

**EB** : extrait butanolique

**EE** : extrait éthanoïque

**FeCl<sub>3</sub>** : trichlorure de fer

**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** : Acide sulfurique

**IC<sub>50</sub>** : Concentration inhibitrice médiane

**I%** : Pourcentage d'inhibition

**NaOH** : soude

**NH<sub>4</sub>OH** : Anhydre Hydroxyde d'ammonium

**R%** : Rendement

**Introduction**

**Générale**

### Introduction

Les plantes médicinales sont utilisées depuis des siècles comme remède à diverses maladies humaines. Ces plantes doivent leur pouvoir thérapeutique à des composés, dits principes actifs, qu'elles renferment. Parmi ces composés potentiellement intéressants, les composés phénoliques qui sont particulièrement utilisés comme antioxydants dans les domaines pharmaceutiques, cosmétiques et alimentaires pour leurs effets bénéfiques pour la santé (**Hirasa et Takemasa, 1998**). Ces plantes contiennent un grand nombre de molécules actives d'intérêt multiple mis à profit dans l'industrie, l'alimentation, la cosmétologie et en dermopharmacie. Parmi ces molécules, on retrouve, les coumarines, les alcaloïdes, les acides phénoliques, les tanins, les lignanes, les terpènes et les flavonoïdes (**Bahorun, 1998**). Les flavonoïdes possèdent potentiellement des activités anti-inflammatoires, anti-cancérigènes, antimicrobiennes et antioxydantes (**Bekkara et al., 2007**).

En Algérie, des scientifiques ont entrepris de valoriser les espèces végétales et plus spécifiquement les espèces du sud, y compris le genre *Atriplex* où plusieurs études ont signalé leurs propriétés biologiques (**Said et al., 2007**). L'*Atriplex halimus* est une espèce algérienne communément appelée « Guettaf », xérohalophyte et nitrophile appartenant à la famille des Amaranthaceae. Elle est autochtone, poussant sur un large éventail de sols et largement répandue dans les zones algériennes (**Aouissat et al., 2011**),

Ce travail a pour but d'évaluer les composés chimiques et les activités antioxydante et antibactérienne de l'*Atriplex halimus* L. Notre travail est subdivisé en deux parties ; la première est une revue bibliographique consacrée aux généralités sur la phytothérapie et l'*Atriplex halimus* L. Par ailleurs, la deuxième partie est une partie expérimentale où nous rassemblons le matériel et les méthodes utilisés ainsi que la présentation et la discussion des résultats obtenus.



# **La partie théorique**

### I. Phytothérapie

La phytothérapie est l'utilisation des plantes pour traiter ou prévenir les maladies. On peut utiliser des feuilles, des fleurs, des sommités fleuries, des racines ou des plantes entières. Les plantes volontaires ou cultivées sont acceptables, mais doivent remplir les conditions normatives pour une culture propre (Létard *et al.*, 2015).

La phytothérapie existe depuis la nuit des temps, l'homme a eu recours aux plantes pour se nourrir mais aussi pour se soigner. Au fil des siècles, la connaissance des plantes médicinales se transmet de génération en génération. Dans ce sens, le but de ce travail est de faire connaître une plante spéciale « *Atriplex halimus* », et de la décrire tant du côté phytochimique que biologique. Beaucoup d'études ont déterminé ces différents constituants bioactifs et leurs actions sur l'organisme, son mode de récolte et les différentes méthodes de son utilisation, sa répartition nationale et mondiale ainsi que son effet sur l'écologie (Adouane, 2016 ; Ayat *et al.*, 2020).

### II. Généralités sur la plante

*Atriplex halimus* ou arroche halime (ou pourpier de mer ou arroche marine) (figure 1) est une espèce végétale de la famille des Amaranthaceae. Elle est utilisée comme plante ornementale en milieu littoral. C'est une plante trimonoïque. Son étymologie : *Atriplex* vient du grec « *ατραφαξις* » désignant « l'arroche des jardins » (Mansouri, 2020).

Le terme *halimus* vient aussi du grec *αλιμος* « appartenant à la mer (Zouheyr *et al.*, 2020). C'est une espèce halophyte et arbuste pérenne résistante en milieu chaud et subtropical et qui présente aussi un haut caractère de salinité (Kinet *et al.*, 1998) (figure 1).



**Figure 1.** *Atriplex Halimus*, arroche maritime dans la nature (Makoto, 2019).

### II.1. Description de la plante *Atriplex halimus*

*Atriplex halimus* est un arbuste de 1 à 3 m de haut, très rameux, formant des touffes pouvant atteindre 1 à 3 m de diamètre, les feuilles sont alternes, brièvement mais nettement pétiolées, plus ou moins charnues, luisantes, couvertes de poils vésiculeux blanchâtres (trichomes), ovales, entièrement ou légèrement sinuées, de 0,5 à 1 cm de large sur 2 à 4 cm de long. Les plantes sont monoïques et portent des inflorescences en panicules d'épis, terminales, avec des fleurs mâles au sommet et des fleurs femelles à la base. La floraison - fructification se déroule de mai à décembre. Il existe deux types d'architecture florale de base, l'une est constituée de fleurs mâles pentamères et l'autre de fleurs femelles munies d'un unique carpelle inséré entre deux bractées opposées (Nedjimi *et al.*, 2013 ; Doganlar *et al.*, 2013).

Classiquement, la fleur femelle d'*Atriplex halimus* L. est sans périanthe. Elle possède deux bractéoles, un ovaire, et un style. D'après les bractéoles, on distingue, chez chaque individu de deux populations tunisiennes, trois phénotypes de fleurs femelles, chacun se distribuant en trois types selon la longueur du style. La fleur mâle produit trois catégories de pollen. C'est la seule hétérostylie intra-individuelle connue qui, de plus, s'exprime chez des fleurs unisexuées (Talamali *et al.*, 2007).

## Partie théorique

### II.2. Historique

Atriplex est le genre d'Amaranthacées le plus riche en espèces et l'un des plus grandes classes C4 dans les eudicots. Réparties principalement dans les régions arides subtropicales et tempérées du monde entier, de nombreuses espèces d'Atriplex dominent les communautés végétales des habitats terrestres et côtiers hostiles et inhospitaliers. Nous avons compilé des données et une reconstruction de la zone ancestrale ont été effectuées pour reconstruire la propagation mondiale d'Atriplex. L'Atriplex est originaire de l'Asie continentale au cours de l'oligocène et s'est dispersé de là à travers le monde, souvent par dispersion sur de longues distances depuis l'Aralo-Caspien et les régions pontiques, ou la province floristique du Turkestan. La plus grande diversité alpha a été obtenue dans les habitats arides de l'Australie et du Nouveau Monde à la suite d'importants événements de rayonnement du Miocène tardif et du Pliocène. La plupart des événements de dispersion ont eu lieu dans la région méditerranéenne. L'Atriplex a envahi la plupart des continents plusieurs fois indépendamment de différentes régions tout au long de la tendance au refroidissement continu du Néogène et du Quaternaire (Zaimenl *et al.*, 2020 ; Žerdoner, 2022).

### II.3. Taxonomie botanique

Le tableau 1 montre la classification botanique de l'*Atriplex halimus*, et la figure 2 un schéma représentatif de la plante :

**Tableau 1.** Classification d'Atriplex Halimus (Quezel et Santa, 1962).

Régne	Végétale.
Embrenchement	Phanérogames ou Spermaphytes.
Sous-Embranchement	Angiospermes.
Classe	Dicotylédones.
Sous-classe	Préastéridées.
Ordre	Caryophyllades
Sous-ordre	Chénopodiales.
Famille	Amaranthacées.

## Partie théorique

Genre	Atriplex.
Espèce	<i>Halimus</i> L

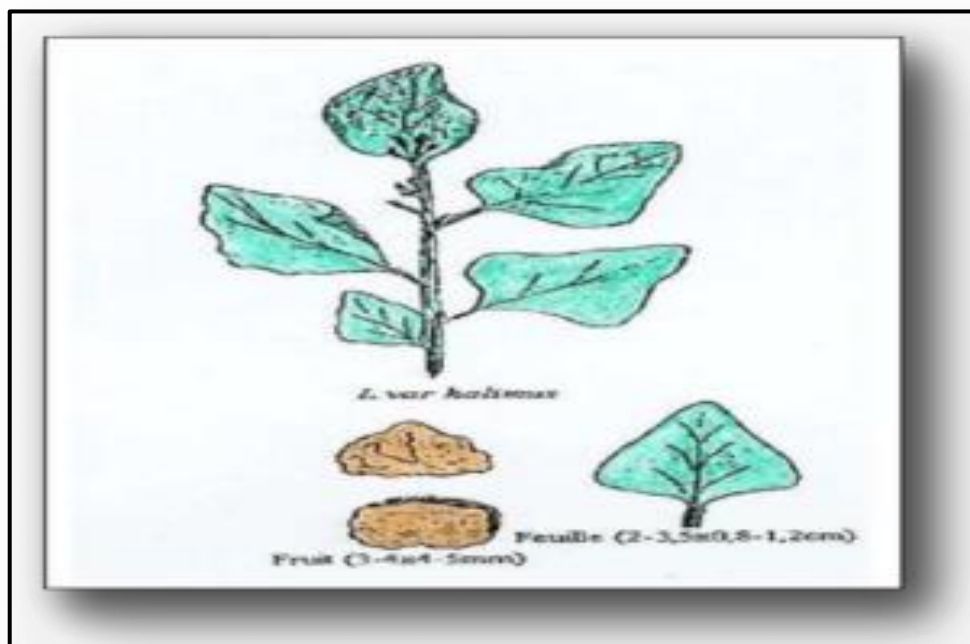


Figure 2. Schéma représentatif de la plante *Atriplex halimus* (Mâalem, 2002).

### II.4. Noms populaires

Elle est connue en Français : arroche halime et en arabe sous le nom de G'ttaf et en Algérie G'ttef (Kadi *et al.*, 2016).

### II.5. Composition chimique

*A. halimus* est un arbuste réputé pour la valeur nutritive et énergétique de ses feuilles tendres, non seulement pour le bétail, mais aussi comme aliment pour les nomades et la population locale steppique. En effet, au printemps, dans plusieurs régions en Algérie (Djelfa) et Tunisie (Gabès), les jeunes pousses de guettaf sont consommées par l'homme, en le préparant comme des épinards. Bien que l'âcreté provoquée par une élimination insuffisante des saponines pendant la cuisson ne rende pas cet aliment très savoureux, sa consommation reste très acceptable par la population locale. *A. halimus* pourrait donc fournir un aliment de valeur pour les animaux comme pour l'homme lorsque les conditions naturelles sont particulièrement sévères. *A. halimus* est riche en fibres alimentaires (cellulose), protéines, vitamines (B et C) et sels minéraux (sodium, calcium, potassium,

## Partie théorique

magnésium, phosphore). Par son contenu riche en fibres, il facilite la digestion, augmente la réplétion gastrique et hydrate le contenu du bol fécal (Nedjimi *et al.*, 2013).

### II.6. Distribution géographiques

#### II.6.1. Dans le monde

Les régions arides et semi-arides du monde entier ont entraîné la perte de sols fertiles et de végétation, les *Atriplex* se rencontrent de l'Alaska à la Patagonie, de la Bretagne à la Sibérie et de la Norvège à l'Afrique du sud (Franclet *et al.*, 1971). Cette plante se produit naturellement dans toute l'Eurasie, de la Macaronésie, à travers le bassin méditerranéen, jusqu'aux bouches du Moyen-Orient et de l'Asie occidentale : y compris le Portugal, la France, l'Espagne, l'Italie, la Grèce, la Turquie, Chypre, la Syrie, le Liban, la Jordanie, la Tunisie, le Maroc, l'Algérie, la Libye et l'Égypte (Thabet, 2022).

#### II.6.3. Dans l'Afrique

En Afrique du nord le genre *Atriplex* comprend 15 espèces spontanées, deux espèces naturalisées et deux espèces introduites. Ces espèces se répartissent en neuf espèces vivaces, une espèce biannuelle et neuf espèces annuelles (Mâalem, 2011).

#### II.6.3. En Algérie

En Algérie, la répartition de l'*Atriplex* correspond aux zones dites steppiques : Batna, Biskra, Boussaâda, Djelfa, Saida, M'sila, Tébessa et Tiaret (Kinet *et al.*, 1998). Au niveau de la wilaya de Khenchela il se trouve au niveau de « Sahara El Namamécha » (Kabour ; 2021) (figure 3).



Figure 3. Distribution de l'*Atriplex Halimus* en Algérie (Bouchoucha et Ouazeta, 2018).

### II.7. Propriétés et usage thérapeutique

Dans ce sens, une enquête a été menée sur le terrain en se basant sur des réponses obtenues de différentes wilayas de l'Algérie : Sétif, Alger, Saida, Tizi-Ouzou, Tiaret et Ghilizane. 40 questionnaires ont été distribués, 25 ont été récupérés. L'étude montre que 5 affections majeurs sont traitées par *Atriplex halimus* : le kyste ovarien (88% des réponses), le goitre (53% des réponses), le cancer (59% des réponses), le diabète (18% des réponses) et l'obésité (12% des réponses). La fréquence d'utilisation de la plante est bien supérieure chez les femmes (100% des réponses) que chez les hommes (35% des réponses) ou animaux (18% des réponses) (Soltane *et al.*, 2020 ; Ayat *et al.*, 2020).

Les extraits testés de l'*Atriplex halimus* L par Salhi *et al.*, 2022 présentent une excellente activité antibactérienne et une activité antioxydante moins puissante.

## III. Les métabolites secondaires

### III.1. Généralités

Les métabolites secondaires sont des composés bioactifs produits par des organismes vivants qui peuvent indiquer des relations symbiotiques dans la nature (Kieran *et al.*, 2022).

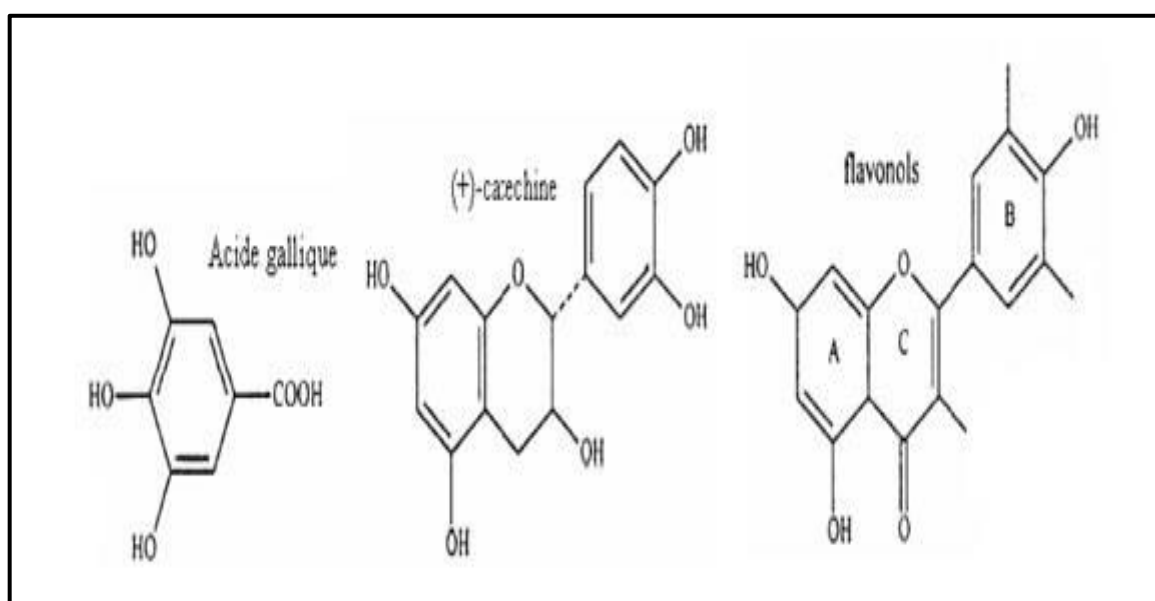
## Partie théorique

Les métabolites secondaires sont des composés organiques de faible poids moléculaire qui jouent des rôles multiples dans les plantes, y compris la défense et les interactions avec l'environnement. Les flavonoïdes sont des composés phénoliques tandis que les caroténoïdes sont des tétraterpènes qui jouent un rôle crucial dans la photo protection. Plusieurs études indiquent que la lumière régule l'accumulation de ces métabolites (**Maneeshlin et al., 2023**).

### III.2. Les composés phénoliques

Le terme « composés phénoliques » est utilisé pour définir des substances ayant au moins un groupement hydroxyle substitué sur un cycle aromatique, il existe actuellement près de 8000 composés (**Guttoche, 2021**) (figure 4).

Les plantes destinées à la consommation humaine et leur rôle dans la santé sont désormais reconnus dans divers domaines (**Manchado et Cheynier, 2006**).



### III.3. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des composés appartenant à la famille des polyphénols de formule de base C6-C3-C6 et sont présents dans tous les organes supérieurs des plantes (**Guttoche, 2021**). Les flavonoïdes sont très importants et couvrent une large gamme de composés colorés et même incolores (**Bonner et Varner, 1965**). Ce sont généralement des composés polyphénoliques et sont largement répandus dans le règne végétal avec plus de 4000 composés aux propriétés médicinales variées. Ils sont toujours hydrosolubles et favorisent la coloration par l'action de co-pigments (**Guignard et al., 1985**) (figure 5).



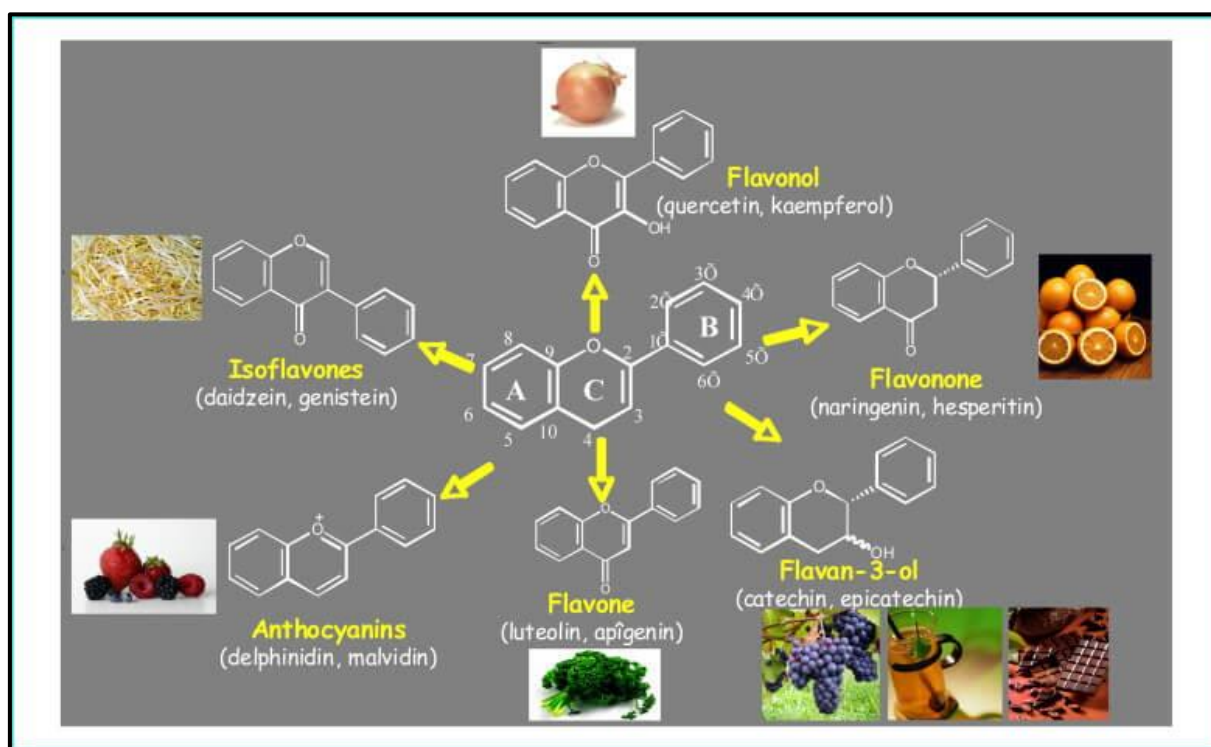


Figure 5. Structures chimiques des quelques types des flavonoïdes (site web 1).

### III.3.1. Les propriétés biologiques

Le terme flavonoïde a été introduit par Geisseman et Hinreiner en 1952 pour désigner les pigments avec une chaîne principale (C6-C3-C6) où les deux unités de cycle aromatique en C6 A et B sont liées par une chaîne C3, généralement une pyrone (**Benaissa et al., 2017 ; Manallah et al., 2018**).

Les flavonoïdes sont responsables de la couleur des plantes (fleurs et fruits) pour attirer les insectes, qui déclenchent la fécondation. Ils ont des propriétés intéressantes dans le contrôle de la respiration et de la morphogenèse. Certaines d'entre elles agissent comme des phytoalexines, des métabolites synthétisés en grande quantité par les plantes, pour lutter contre les infections causées par des champignons ou des bactéries (**Lavollay et Neumann, 2004**).

### III.3.2. Rôle physiologique

Ils sont mal connus en raison de leur structure polyphénoliques, mais ils peuvent fonctionner dans la chaîne redox et altérer certaines réactions. Sur la croissance, la respiration et la morphogenèse. Les flavonoïdes, avec leur remarquable absorption des UV, protègent les plantes des rayonnements nocifs : les esters d'acide caféique sont présents

## Partie théorique

dans les chloroplastes. D'autres jouent un rôle important dans la fixation de l'azote chez les légumineuses (Guignard *et al.*, 1985).

### III.4. Les tanins

Les tanins sont des composés phénoliques avec un poids moléculaire précis entre 500 g/mol et 3000 g/mol. En plus des réactions phénoliques, on peut également trouver des alcaloïdes avec des réactions de précipitation de gel et de protéines.

#### III.4.1. Les tanins hydrosolubles

Ils sont des composés polyester produits par la réaction de sucres avec des acides phénoliques, généralement (les sucres sont le glucose et les acides phénoliques et l'acide gallique) dans les tanins galliques ou les acides hexahydroxydiphénoliques (HHDP) dans le cas de l'acide ellagique (Mc Mahon *et al.*, 2000) (figure 6).

#### III.4.2. Les tanins condensés

Le composant principal de ce polymère et le flavont-3-ol liés par des liaisons carbone-carbone sont généralement situés aux positions 4-8 ou 4-6. Ces tanins n'altèrent pas les sucres dans leur structure (Guettoche, 2021). Les utilisations de médicament qui comprend les tanins et très précisée par conséquence elle se liee avec sa tendance aux molécules protéiniques.

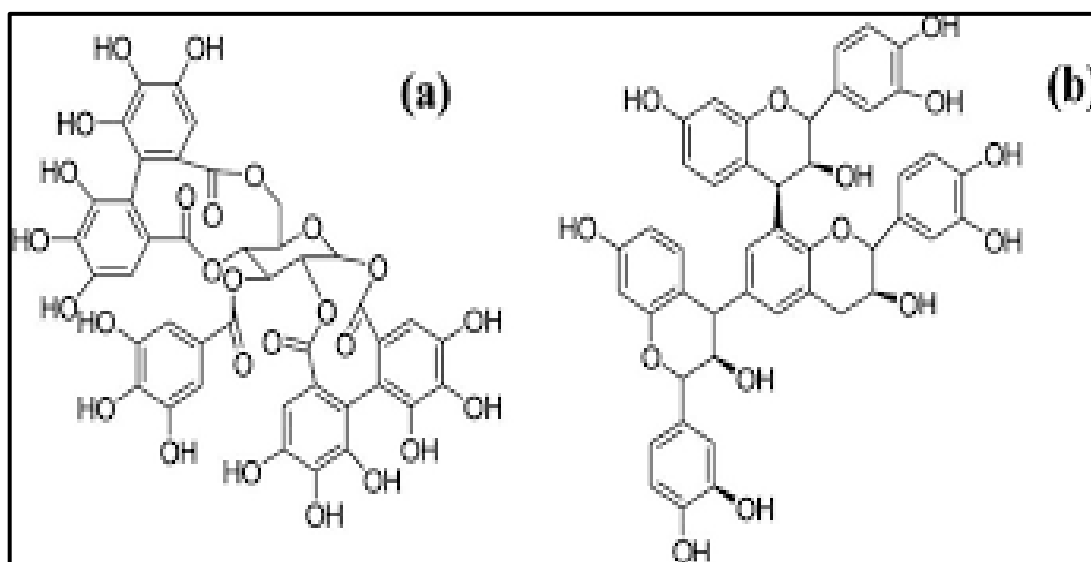


Figure 6. Structure chimique des tanins (a) hydrosolubles (b) condensés (site web 2).

#### III.4.3. Les propriétés biologiques des tanins

## Partie théorique

Les tanins ont la propriété de coaguler les protéines du derme et sont donc utilisés pour le bronzage. Ils précipitent également les protéines de la salive, ce qui correspond à leur effet astringent. Cette propriété rend les tissus riches en tanin non consommables par les herbivores, tandis que la précipitation des enzymes extracellulaires sécrétées par les micro-organismes envahisseurs rend l'invasion difficile pour les bactéries et les champignons. Cependant, l'abondance des tanins retrouvés dans les plantes parasites correspondait à une réponse de défense. La perte de tanins au cours de la maturation dans de nombreux fruits suggère qu'ils peuvent être recyclés par les plantes comme de nombreux autres composés phénoliques (**Guignard *et al.*, 1985**).

### III.5. Les alcaloïdes

Le terme alcaloïde est définie pour la première fois par W. Meisner à 1819 sur des produits naturels à un comportement basique, au jour d'hui on donne le nom alcaloïde au produits azotiques basique venant de plantes, généralement son des composés de multi structure comporte une fonction d'amine. Ces fonction d'acide aminé souvent à des propriétés toxiques dans le cas pur, par contre on des activités pharmaceutique importante. Les alcaloïdes en une masse moléculaire qui varie entre 100 à 900 g/mol, les plus part des alcaloïdes non oxygénée son des composées liquides à la température ambiante, les autres alcaloïdes oxygénés son des composées solides cristallisées décomposées à la température 200 °C. Les alcaloïdes sont des composées incolores on la propriété de polarisée la lumière, sa solubilité dépend au degré d'acidité dans les solvants (**Guettoche, 2021**). On trouve des alcaloïdes, en tant que métabolites secondaires, principalement chez les végétaux, les champignons et quelques groupes animaux peu nombreux. Habituellement, les alcaloïdes sont des dérivés des acides aminés (figure 7).

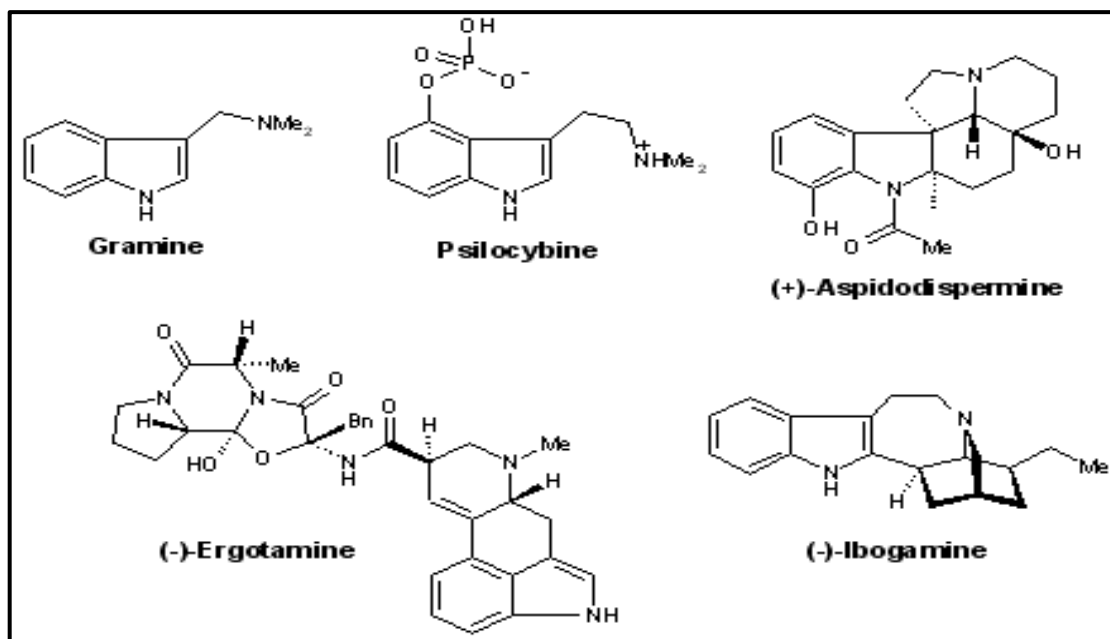


Figure 7. Structure chimique et famille de l'alcaloïde (site web 3).

### III.5.1. Les propriétés biologiques

Certains alcaloïdes sont connus pour leur activité médicinale, comme la vinblastine, qui peut être extraite de la plante *Calharanthus Rosrus* utilisée comme traitement contre le cancer, et ces composés peuvent affecter certains systèmes nerveux centraux, comme l'induction. Au lieu de la caféine ou de l'atroubine, ils réduisent les crampes et atténuent la douleur (Angenot, 1978).

### III.6. Les Saponosides

Les saponosides sont des terpènes glycosylés, ils peuvent être des stéroïdes glycosylés, et généralement sont des hétérosides d'origine végétale, ayant des propriétés moussantes capable d'agir sur la perméabilité des membranes, son soluble dans les alcools méthyliques et non soluble dans le chloroforme et l'éther de pétrole ont une température de fusion élevés confiné entre 200 °C et 300 °C (Guettoche, 2021).

Les saponines sont des métabolites secondaires hétérosidiques présents dans de nombreuses plantes et quelques organismes marins où ils auraient un rôle de défense contre des agents pathogènes extérieurs comme les champignons, bactéries et autres insectes (Aribi, 2013).

#### III.6.1. Les propriétés biologiques

Les saponines sont connues comme des matières préliminaire ou essentielle de fabrication des médicaments stéroïdiques, ce sont des substances actives avec des caractéristiques anti-inflammatoires, antifongiques, anti-diabète, utilisées aussi pour le

## Partie théorique

traitement de l'hémorroïde, des ulcères gastriques et parfois comme des antibiotiques. Elles sont considérées comme des produits toxiques pour les animaux de sang-froid tels que les poissons (**Cheeke, 1978**).

### III.7. Les stéroïdes et les terpènes

Les terpènes sont des hydrocarbures naturels qui sont chargés de donner aux plantes leur odeur parfaite et les stéroïdes ont souvent la fonction d'alcool, c'est pourquoi on peut les appeler stérols. Les anciens stérols connus sont le cholestérol, les terpènes et les stéroïdes constituent les métabolites secondaires les plus importants. Proportions Les terpénoïdes végétaux, également appelés en tant que terpènes, sont présents dans toutes les plantes et représentent de loin la plus grande classe de métabolites secondaires qui constituent un groupe de molécules très diverses d'un point de vue structurel et fonctionnel (**Hopkins, 2003 ; Raven et al., 2007**).

#### III.7.1. Les propriétés biologiques

Les stéroïdes et les terpènes ont une importance thérapeutique dans plusieurs domaines. Ils sont connus comme antiviraux, insecticides, anti-inflammatoires et analgésiques. Prenez, par exemple, les terpènes utilisés comme antispasmodiques, anticonvulsivants, régulateurs de la fréquence cardiaque, propriétés anti-stress et autres propriétés antioxydantes et anticancéreuses. Les stéroïdes ont un effet sur la fonction des hormones, ils régulent donc la croissance des organes, ainsi que la capacité accrue des cellules à protéger la division, et les médicaments stéroïdiens sont utilisés dans le traitement des rhumatismes et de l'asthme (**Guettoche, 2021**). De nombreuses plantes, en particulier plantes aromatiques, produisent un mélange complexe de composés terpéniques et d'alcools, d'aldéhydes... ces mélanges sont responsables du parfum et du goût de ces plantes.

Certains terpénoïdes sont des composants des membranes végétales (stérols), ils ont tendance à augmenter la viscosité et à stabiliser les membranes, et certains terpénoïdes peuvent jouer un rôle protecteur, comme la phytoecdysone, dont la structure est similaire à l'ecdysone chez les insectes. De grandes quantités de terpènes sont synthétisées et stockées dans les poils glandulaires en croissance surchauffés. Les feuilles de certaines plantes produisent des terpènes qui éloignent les herbivores, et certaines les protègent des attaques fongiques. Les terpénoïdes floraux attirent les insectes pollinisateurs vers les fleurs (moyen de fertilisation des plantes) (**Raven et al., 2003 ; Nuutinen, 2018**).

### IV. Les effets biologiques

L'utilisation des plantes médicinales comme source de médicaments pour traiter diverses maladies remonte à la préhistoire. Les extraits naturels de ces plantes contiennent une variété de molécules bioactives aux activités biologiques et pharmacologiques très diverses. Parmi ces plantes, *Atriplex halimus* est utilisée comme plante médicinale pour traiter de nombreuses maladies, notamment les maladies cardiovasculaires, le diabète et l'hypertension, et même les rhumatismes, et elle possède diverses activités biologiques comme l'activité antioxydant et antibactérien (**Guettouche et al., 2018**).

#### IV.1. L'activité antioxydante

Plusieurs études ont été menées sur l'analyse chimique des extraits et des huiles essentielles d'*Atriplex halimus* et sur leurs propriétés antioxydants. Ils montrent les présences des métabolites secondaires notamment : les phénols totaux, les saponines glycosides, les alcaloïdes, les tannins, les résines, les flavonoïdes, qui montrent la forte capacité antioxydante de donner l'hydrogène pour réduire le fer et une activité plus élevée à piéger le radical DPPH en réduisant ainsi le stress oxydatif (**Emam, 2011 ; Benhammou et al., 2009**). Les plantes médicinales représentent une source inépuisable des composés bioactifs tels que, les antioxydants naturels. Ces derniers sont des substances aptes de neutraliser ou de diminuer les dommages causés par les radicaux libres dans l'organisme.

Ces substances ont un rôle d'une manière directe ou indirecte, de prévenir les espèces réactives de l'oxygène (ERO) et les espèces réactive de nitrogène (ERN) d'réaliser les cibles biologiques (acides nucléiques, protéines, lipides...), pouvant assister par considération les mécanismes cellulaires (**Bouhadja, 2011**).

Les antioxydants sont l'ensemble des molécules capable d'inhiber directement la production, de limiter la propagation ou de détruire les espèces réactives de l'oxygène. Ils peuvent agir en réduisant ou en dissimulant ces espèces, en les piégeant pour former un composé stable, en séquestrant le fer libre ou en générant du glutathion (**Favier, 2003**).

#### IV.2. L'activité antidiabétique

La glycémie désigne le taux de glucose dans le sang. Le foie est l'organe responsable de réguler la glycémie car c'est lui qui reçoit le glucose présent dans les aliments. Cette régulation se fait par la synthèse de glycogène ou de lipides puis par la

## Partie théorique

libération du glucose. Un taux de glycémie normal oscille entre 0,8 et 1 g/l. Le pancréas est aussi essentiel dans la régulation de la glycémie car il produit de l'insuline, une hormone qui contribue à faire baisser le taux de glycémie (**Dasari et al., 2005**).

*Atriplex halimus* est une plante médicinale à activité antidiabétique. L'extrait aqueux de l'*A. halimus* ainsi que le jus pressé des feuilles provoquent un effet hypoglycémiant chez des rats normaux et diabétiques. L'effet antidiabétique de *A. halimus* peut dépendre de différents mécanismes d'action, elles peuvent exercer un effet direct sur le pancréas en stimulant la sécrétion voire l'inhibition du processus de dégradation d'insuline et la régénération, comme peut être extra-pancréatique en stimulant la captation du glucose et son métabolisme dans les cellules cibles à l'insuline, en inhibant la glyco-génolyse hépatique et les enzymes intestinaux l' $\alpha$ -amylase et l' $\alpha$ -glucosidase ce qui va contribuer à rétablir l'homéostasie glucidique (**Jarald et al., 2008**).

### IV.3. Activité antibactérienne

Plusieurs travaux basés sur l'évaluation de l'activité antibactérienne des extraits de la plante *Atriplex halimus*, ils montrent que cette plante est très efficace contre plusieurs souches bactériennes pathogènes des deux types de Gram. (**Abdel Rahman et al., 2011 ; Ounaissia et al., 2020 ; Ziane et al., 2020**). Ces résultats confirment l'utilité de l'exploitation étendue de cette plante en médecine traditionnelle pour le traitement. Les bactéries sont des microorganismes 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 aux Bactérie.

Les bactéries ont généralement un diamètre inférieur à 1 $\mu$ m. 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 (**Nauciel et Vildé, 2000**).

L'activité antibactérienne est réalisée par la méthode de l'aromatogramme (**Hammoudi, 2009 ; Benkherara et al., 2011**).

# **La partie pratique**



### I. Matériel et méthodes

L'étude expérimentale a été effectuée au sein des laboratoires pédagogiques, Université Abbés Laghrour-Khenchela- à partir le 15 mars 2023 jusqu'à 15 avril 2023. Elle comporte :

- ✓ Préparation de deux extraits, à l'éthanol et au butanol des parties aériennes de la plante médicinale *Atriplex halimus*. L.
- ✓ Analyse photochimique qualitative et détermination des polyphénols totaux et des flavonoïdes
- ✓ Étude de l'activité antioxydant de ces extraits grâce à la méthode de piégeage du radical libre DPPH.
- ✓ Evaluation de l'activité antibactérienne *in vitro*.

#### I.1. Matériel végétal

##### a) Récolte de la matière végétale :

La partie aérienne d'*Atriplex halimus* L. a été récoltée avant les périodes de floraison. La récolte de la plante a été réalisée dans le 04 janvier 2023, au niveau de la région de « Sahara N'amamecha » une commune de la wilaya de Khenchela en Algérie.

##### b) Séchage :

Après la récolte, le matériel végétal est débarrassé des débris. Pour s'assurer de la bonne conservation de notre plante, un séchage à l'air libre et à l'obscurité pendant une dizaine de jours a été réalisé. Elle est, ensuite, broyée par un broyeur électrique, et conservée dans des fioles en verre

#### I.2. Matériel de laboratoire

L'appareillage utilisé est le suivant :

- Spectrophotomètre UV-visible (SP-UV 2005 Spectrum).
- Rota vapeur (Hahapeur : KIT / LAB) HS- 2005-N).
- Balance de précision.
- Agitateur (SCIOLOGEX MS7-H550-Pro)
- Bain-marie (Memmert C).
- Ph mètre (pH 211 microprocesseur).
- Vortex
- Chambre UV (254/365):
- **Réactifs**

## Partie pratique

Plusieurs réactifs chimiques et solvants ont été utilisés dans nos expériences, parmi ces :

Produits :

Eau distillée, eau physiologie, Folin-Ciocalteu, trichlorure de fer ( $\text{FeCl}_3$ ), trichlorure d'aluminium ( $\text{AlCl}_3$ ), éthanol, butanol ( $\text{BuOH}$ ), chloroforme ( $\text{CHCl}_3$ ), Acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), Anhydride acétique, Liqueur de Fehling A, Liqueur de Fehling B, Hydroxyde d'ammonium ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ), soude ( $\text{NaOH}$ ), Acide chlorique, Wagner, Mayer (36 g Chlorure de mercure ( $\text{HgCl}_2$ ) 1, 5g de Iodure de potassium + 100ml eau distillé), DPPH (2,2-Diphényl-1-picrylhydrazyl ), DMSO (diméthyl sulfoxyde).

### I.3. Méthodes de préparation et protocole d'extraction par macération

#### I.3.1. Préparation de l'extrait éthanolique

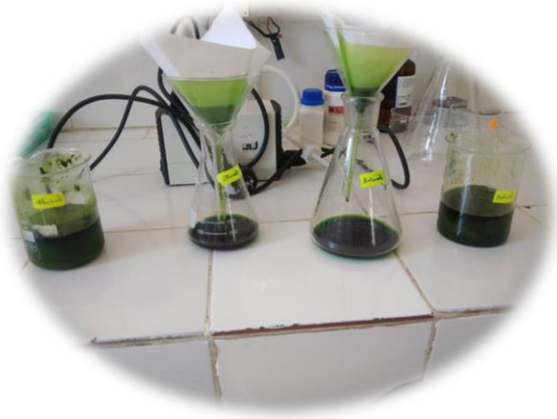
La préparation d'extrait éthanolique est réalisée par épuisement à froid de 40 g de la poudre végétale, dans 200 ml d'une solution hydroéthanolique, (éthanol/eau distillée 160/40 ml) pendant 24h avec agitation continue à température ambiante et à l'abri de la lumière (le bécher doit être couvert par papier aluminium). Ensuite, le macéra a subis une filtration et à l'aide papier filtre. L'extrait brut obtenu est soumis à une évaporation de solvant à sec sous pression réduit à  $40^\circ\text{C}$  à l'aide d'un évaporateur rotatif. L'extrait sec obtenu est stocké à une température de  $+4^\circ\text{C}$ .

#### I.3.2. Préparation de l'extrait butanolique

La préparation de l'extrait butanolique est réalisée par agitation à l'aide d'un agitateur de la solution contient 40 g de la poudre mélangée avec 160 ml butanol et 40 ml eau distillée agitée pendant 24 h à température ambiante. Après filtration à l'aide d'un papier filtre, l'extrait brut obtenu est soumis à une évaporation de solvant à sec sous pression réduit à  $40^\circ\text{C}$  par un évaporateur rotatif.



**Photographie 1.** Préparation de l'extrait éthanolique.



**Photographie 2.** Filtration de l'extrait.



**Photographie 3.** L'extrait dans le rotavapeur.

### **I.3.3. Analyse phytochimique**

Le screening phytochimique est porté sur la recherche des principaux groupes chimiques (alcaloïdes, tanins, flavonoïdes, saponines,) par des réactions en tubes.

#### **a. Tanins**

Dans un tube à essai, nous avons introduit 2 ml de l'extrait à analyser avec 0,5 ml d'une solution aqueuse de chlorure de fer ( $\text{FeCl}_3$ ) à 1%. La présence des tanins est dévoilée par une coloration verdâtre ou bleu-noirâtre.

## Partie pratique

### **b. Flavonoïdes**

Test de Shinoda Macérer 10 g de la poudre sèche dans 150 ml d'HCl dilué à 1% pendant 24h, filtrer et procéder au test suivant : prendre 10 ml du filtrat, le rendre basique par l'ajout du NH<sub>4</sub>OH. Un test positif est révélé par l'apparition d'une couleur jaune dans la partie supérieure de tube à essai.

### **c. Coumarines**

Fluorescence UV Dans un tube à essai, nous avons introduit 1 ml d'extrait avec 0,5 ml de l'hydroxyde d'ammonium (NH<sub>4</sub>OH) à 10%. Un deuxième tube non traité par NH<sub>4</sub>OH a été préparé pour servir comme témoin. Après dépôt d'une goutte sur un papier filtre, l'apparition d'une fluorescence intense, sous lumière ultra-violet (366 nm) indique la présence des coumarines

### **d. Quinones**

Libres Dans un tube à essai, nous avons ajouté 5 ml de l'extrait à 0,5 ml de soude (NaOH) à 1%. L'apparition d'une couleur qui vire au jaune, rouge ou violet révèle la présence des quinones libres.

### **e. Anthraquinones**

Dans un tube à essai, nous avons introduit 5 ml de l'hydroxyde d'ammonium (NH<sub>4</sub>OH 10%) avec 5 ml d'extrait. Après agitation, la présence des anthraquinones est indiquée par une coloration violette.

### **f. Alcaloïdes**

La mise en évidence des alcaloïdes a été effectuée par une réaction de précipitation en présence des réactifs des alcaloïdes (Mayer et Wagner). À 1 ml d'extrait, nous avons ajouté quelques gouttes d'acide chlorhydrique (HCl 1%), puis la solution est divisée en deux volumes égaux. Nous avons introduit 0.5 ml de réactif de Mayer dans le premier tube, et 0.5 ml de réactif de Wagner dans le deuxième tube. La formation d'un précipité blanc ou brun respectivement dans les deux tubes révèle la présence des alcaloïdes.

### **g. Stérols et triterpènes**

Test de Liebermann-Burchard À 5 ml d'extrait, nous avons ajouté 0,5 ml d'anhydride acétique et 0,5 ml d'acide sulfurique. Après incubation de 15 min, l'apparition d'une couleur mauve, verte ou violette indique un test positif.

### **h. Terpénoïdes**

Test de Salkowski Dans un tube à essai nous avons introduit 5 ml d'extrait, 2 ml de chloroforme et 3 ml d'acide sulfurique concentré. La formation de deux phases et une couleur marron à l'interphase, indique la présence des terpénoïdes.

## Partie pratique

### i. Saponosides

Test de mousse Dans un tube à essai, ml d'extrait ont été agité énergétiquement pendant 15 secondes puis laissé au repos pendant 15 min. Une hauteur de mousse persistante, supérieur à 1 cm indique la présence de saponosides.

### j. Composés réducteurs

Un volume de 1 ml d'extrait a été mélangé avec 2 ml de la solution de Fehling (1 ml de la liqueur de Fehling A et 1 ml de la liqueur de Fehling B), puis incubé au bain marie bouillant pendant 8 minutes. Un test positif est indiqué par l'apparition d'un précipité rouge-brique

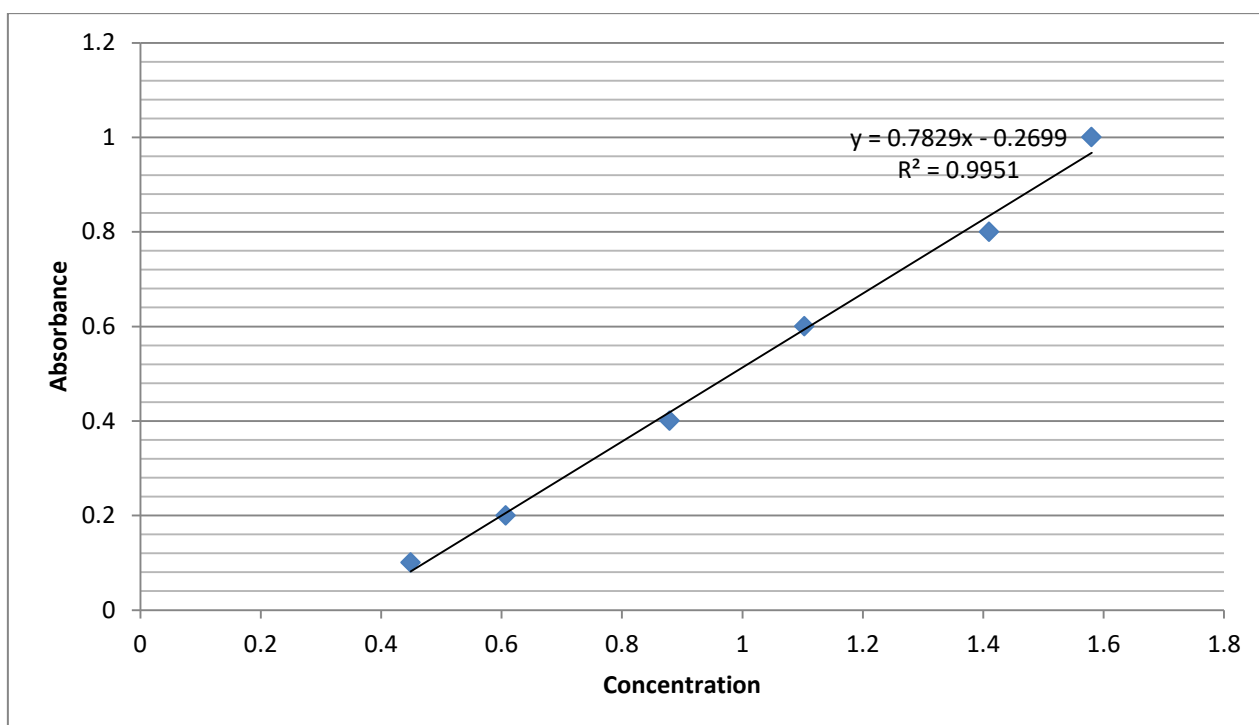
### I.3.4. Dosage des polyphénols totaux

#### a. Principe

Le dosage des composés phénoliques totaux a été effectué par une méthode adaptée de Singleton et Ross en (1965), avec le réactif de Folin-Ciocalteu. En milieu alcalin, le réactif de Folin-Ciocalteu, oxyde les phénols en ions phénolates et réduit partiellement ses hétéropolyacides, d'où la formation d'un complexe bleu.

#### b. Mode opératoire

Ce dosage a été réalisé selon la méthode décrite par Wong *et al.*, (2006). Le taux de polyphénols totaux dans nos extraits, a été calculé à partir d'une courbe d'étalonnage linéaire, établie avec des concentrations précises d'acide gallique comme standard de référence, dans les mêmes conditions que l'échantillon. Les résultats sont exprimés en microgramme d'équivalent d'acide gallique par milligramme d'extrait  $\mu\text{gE AG/mg}$ .



**Figure 8.** Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

### I.3.5. Dosage des flavonoïdes

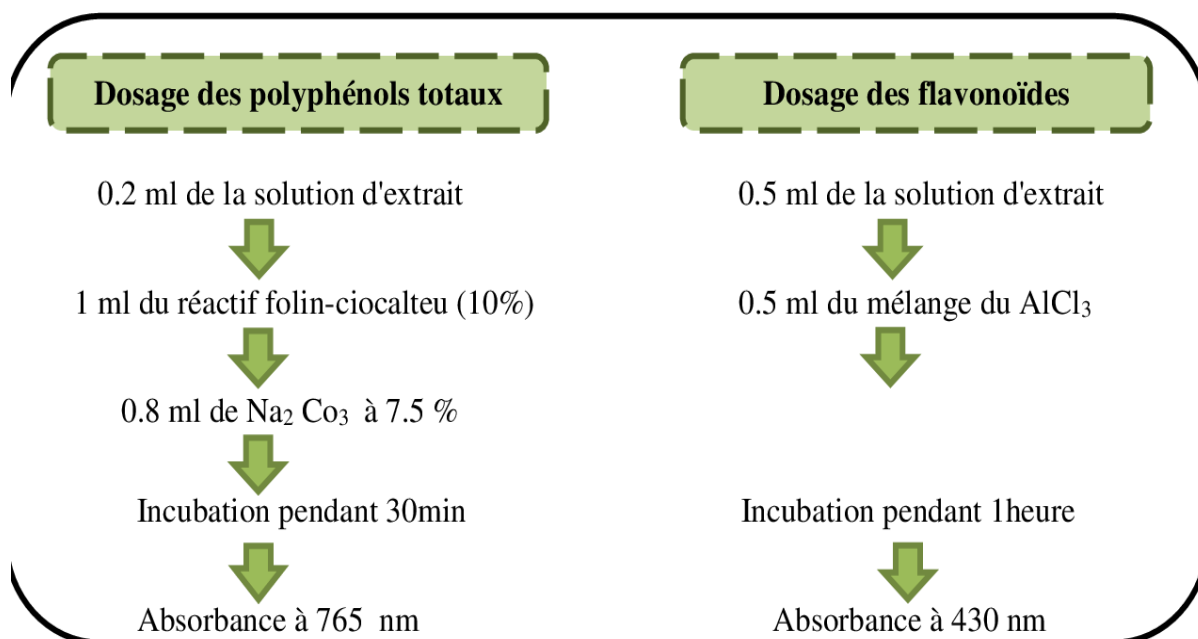
La détermination quantitative des flavonoïdes d'extrait méthanolique des est élaborée par la méthode colorimétrique de trichlorure d'aluminium (**Dejridane et al., 2006**).

#### a. Le principe

La méthode colorimétrique de dosage des flavonoïdes repose sur la capacité de ces composés à former des complexes chromogènes avec le chlorure d'aluminium ( $\text{AlCl}_3$ ), qui donne à la solution une coloration jaunâtre dans l'absorption maximal et la longueur d'onde à 448 nm, contre un témoin préparé dans les mêmes conditions et ne contenant pas l'extrait de *Atriplex Halimus L.*

#### b. Mode opératoire

Le protocole de dosage est présenté dans la figure suivante :



**Figure 9.** Dosage des flavonoïdes et dosage des polyphénols.

### c. Expression des résultats

La quantification des flavonoïdes a été faite en fonction d'une courbe d'étalonnage linéaire ( $y=ax+b$ ) réalisée par un standard étalon "la quercétine" à différentes concentrations dans les mêmes conditions que l'échantillon. Les résultats sont exprimés en milligrammes d'équivalent de quercétine par milligramme d'extrait (mg EQ/mg).

### I.3.6. Activité antioxydante

L'activité antioxydante ne doit pas être conclue sur la base d'un seul modèle de test antioxydant et en pratique, plusieurs essais *in vitro* sont menés pour évaluer l'activité antioxydante avec les échantillons d'intérêt. Un test a été utilisé pour évaluer l'activité antioxydante des extraits : le test de DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl).

Dans cette analyse la capacité antioxydante est déterminée par l'activité du balayage des radicaux libres en employant le radical libre stable DPPH (C<sub>18</sub>H<sub>12</sub>N<sub>5</sub>O<sub>6</sub>) qui est l'un des essais principaux employés pour explorer l'utilisation des extraits d'herbes comme antioxydants.

#### a. Protocol

Le DPPH· (1,1-Diphényl-2-picrylhydrazyl) est un radical libre stable de couleur violacée qui absorbe à 517nm. En présence de composés anti-radicalaires, le radical DPPH· est réduit et change de couleur en virant au jaune. Les absorbances mesurées à 517 nm servent

## Partie pratique

à calculer le pourcentage d'inhibition du radical DPPH<sup>•</sup>, qui est proportionnel au pouvoir anti radicalaire de l'échantillon.

### b. Mode opératoire

Cette méthode spectrophotométrique utilise le radical DPPH (2,2'-diphényl-1-picrylhydrazyl) de couleur violette comme réactif, qui vire au jaune, en présence de capteurs de radicaux libres, et se réduit en 2,2'-diphényl-1-picrylhydrazine. Ceci permet de suivre la cinétique de décoloration à 517 nm. Pour cela l'effet de chaque extrait sur le DPPH est mesuré par la procédure décrite par (Benariba *et al.*, 2013) avec quelques modifications. Cent microlitres (100 µl) de chaque dilution de l'extrait ont été mélangés avec 900 µl de la solution de méthanol de DPPH<sup>•</sup> à 0.004%. Après 30 min d'incubation à la température ambiante et à l'obscurité, l'absorbance a été mesurée à 517 nm. Le contrôle négatif est composé de 100 µl de méthanol et de 900 µl de la solution de DPPH<sup>•</sup>. Le contrôle positif est représenté par une solution d'un antioxydant standard ; l'absorbance de l'acide ascorbique est mesurée dans les mêmes conditions que celles de l'extrait.

### c. Expression des résultats

Le pourcentage d'inhibition (I %) du radical DPPH par les extraits a été calculé comme suit :  
Abs Blanc : absorbance du control négatif lue à 517 nm  
Abs test : absorbance de l'échantillon lue à 517 nm  
La concentration inhibitrice de 50 % de l'activité du DPPH (IC<sub>50</sub>) de chaque extrait a été par la suite calculée à partir de l'équation qui détermine le pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de l'inhibiteur. Elle a été exprimée en mg / ml et comparée avec celle de l'acide ascorbique :

$$I \% = ((\text{Abs Blanc} - \text{Abs test}) / \text{Abs Blanc}) \times 100$$

### I.3.7. Activité antibactérienne

L'étude du pouvoir antibactérien par cette technique a été identique à celui de L'antibiogramme, nous avons utilisé la technique de diffusion en milieux gélosés sur boîtes de pétri en adaptant la méthode de disques .

#### a. Préparation de milieu de culture

##### ➤ Gélose Muller Hinton

Suspendre 19 g du milieu dans 500 ml d'eau distillée, bien mélanger et dissoudre par chauffage avec agitation fréquente, porter à ébullition pendant une minute jusqu'à dissolution complète. Verser dans un récipient pendant 15 minutes.



## Partie pratique

### ➤ Gélose nutritive

Suspendre 14,5 g dans 500 ml d'eau distillé, chauffer jusqu'à la dissolution totale. Autoclave à 121°C pour 15 minutes.

### ➤ Les souches bactériennes

Les souches bactériennes utilisées afin de tester le potentiel antibactérien de l'extrait éthanolique et butanolique de l'*Atriplex halimus* sont (tableau 2) :

**Tableau 2.** Les souches bactérienne utilisées.

Espèce bactérienne	Caractéristique	Maladies provoquées
<i>Staphylococcus aureus</i>	Coque à coloration de Gram positive ,0.5 à 1 µm immobile,aéro-anaérobie, possède une catalase et coagulasse	Infections cutanées et parfois pneumonies, d'endocarditeset d'ostéomyélites, gastro-entérite
<i>Bacillus Subtilis</i>	Catalase, gram positive Sa longueur fluctue de 2 à 4 µm et sa largeur de 0.5 à 2 µm	Dyspnée, fièvre,rales crépitants,la maladie de charbon Une intoxication alimentaire
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Bacille a Gram négatif, aérobie strict, mobile	Des infections multiples de l'organisme : urinaires, cutanées,pulmonaires,ophtalmologiques
<i>Klebsiella pneumonia</i>	Est un agent étiologique important des abcès pyogènes du foie, Gram positive	Fivère, des douleurs au niveau du quadrant supérieur droit, des nausées, des vomissements, de la diarrhée, des douleurs abdominales

### ➤ Repiquage

Verser 20 ml d'agar nutritif dans chaque boîte de Pétri et laisser se solidifier. Prélevez une goutte de suspension bactérienne, déposez la suspension bactérienne sur la surface moyenne de la boîte de Pétri avec une anse de platine stérile et incubez à 37°C pendant 24 heures.

## Partie pratique

### ➤ Préparation de la suspension bactérienne

Gratter quelques colonies avec un anneau de platine après transplantation, décharger l'anneau dans 10 ml d'eau physiologique, pipeter 1 ml de la suspension bactérienne et ajouter 9 ml d'eau physiologique stérile, et effectuer cette dilution pour chaque suspension bactérienne

### ➤ Ensemencement

- Ensemencé sur milieu gélosé Muller Hinton (MH), coulé Boîtes de Pétri de 4 mm d'épaisseur (la gélose est séchée avant utilisation), étape L'inoculation se résume comme suit : Tremper un écouvillon stérile dans la suspension bactérienne
- Pressez-le fermement contre la paroi intérieure du tube (tournez-le) pour le presser afin que désinstallez-le autant que possible ;
- Essuyez toute la surface de la gélose sèche avec un coton-tige, en striant de haut en bas Serré ;
- Renouveler l'opération 2 fois en tournant le boîtier de 60° à chaque fois, sans oublier
- Faites tourner l'écouvillon sur lui-même. Vaccination faite par écouvillon à la périphérie de la gélose ;
- Dilutions en série (1/1, 1/2, 1/4 et 1/8) d'extrait méthanolique Diméthylsulfoxyde (DMSO) fabriqué à partir d'un stock d'extrait de 200 mg Méthanol pré-dissous dans 1 ml de DMSO

### ➤ Dépôt des disques et des extraits

- La procédure d'application du disque sur une boîte de Pétri est résumée dans les étapes suivantes : Immergez un disque de papier filtre de 6,0 mm de diamètre (Waterman n° 1).
- 15 µl d'extraits de différentes concentrations ont été utilisés seuls ;
- À l'aide d'une pince à épiler stérile, appliquer le disque à la surface du milieu déjà présent semis ;
- Placer un comprimé d'antibiotique (gentamicine 30µl) dans une boîte de Petri comme témoin positif ;
- Un disque imprégné de 5 µl de DMSO a été utilisé comme témoin négatif ; Chaque test a été réalisé en triple ;
- Fermer la boîte et incuber à température ambiante pendant 20 minutes, puis Au four à 37°C/24 h.

### ➤ Lecture

Lu après 18 à 24 heures d'incubation à 37°C, l'obtention d'un halo clair autour du disque indique une inhibition de la croissance microbienne. Diamètre de la zone

## Partie pratique

antibactérienne Mesuré en millimètres, y compris le diamètre du disque. Cette sensibilité est classée selon (Ponce et al., 2003) comme suit :

- Insensible aux diamètres inférieurs à 8 mm ;
- Sensible aux diamètres 9-14 mm
- Très sensible aux diamètres de 15-19 mm
- Extrêmement sensible aux diamètres supérieurs à 20 mm



**Photographie 4.** Préparation de la gélose nutritive dans les boîtes de pétri.

### I.3.8. Analyse statistique

Tous les essais ont été répétés trois fois (triplicat technique) et les résultats ont été exprimés par la moyenne  $\pm$  l'écartype. Un test T de student a été effectué en utilisant le logiciel MINITAB version 21.4 où les différences sont :

- ✓ Significatives : lorsque ( $P \leq 0,05$ ).
- ✓ Hautement significatives : lorsque ( $P \leq 0,01$ ).
- ✓ Très hautement significatives : lorsque ( $P \leq 0,001$ ).

## II. Résultats et Discussion

Notre travail porte sur l'étude phytochimique et l'évaluation de l'activité antioxydante antibactérienne de l'extrait éthanolique et butanolique de la partie aérienne d'*Atriplex halimus* L.

### II.1. Détermination du rendement d'extraction

## Partie pratique

Le tableau 3 représente les résultats du rendement :

**Tableau 3. le rendement de l'extrait éthanolique et butanolique**

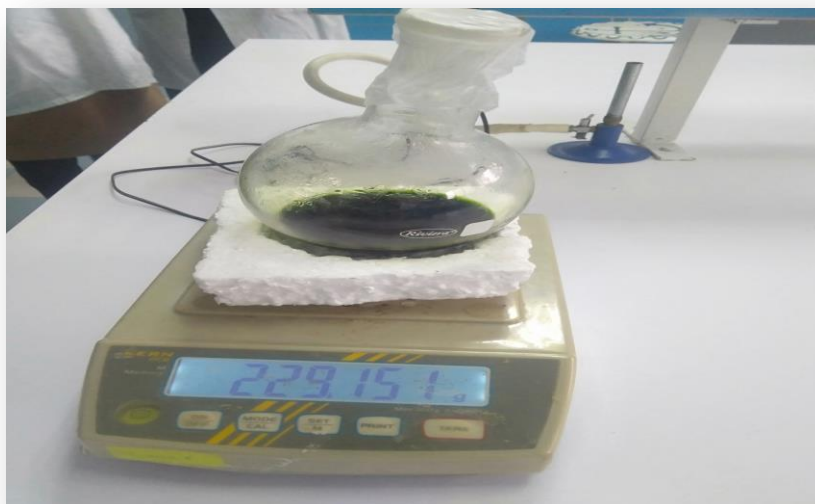
La plante	Le poids de matériel végétal en (g)	L'extrait	La couleur de l'extrait	Le poids de l'extraction en (g)	Rendement en %
<i>Atriplex halimus</i>	40	Ethanol	Vert foncée	3,668	9,17%
<i>Atriplex halimus</i>	40	Butanol	Vert foncé	3,676	9,19%

Le rendement a été déterminé par rapport au poids du matériel végétal sec rendu en poudre, et le poids de l'extrait. Les résultats ont été exprimés en pourcentage (P/P).

$$\mathbf{R\% (EE) = 3,668g / 40g \times 100 = 9,17\%}$$

$$\mathbf{R\% (EB) = 3,676g / 40g \times 100 = 9,19\%}$$

On observe que le rendement du l'extrait éthanolique et butanolique sont presque similaires. Nos résultats sont semblables aux résultats des rendements de l'étude de **Charef er Rezgui (2020)** qui ont utilisé un extrait méthanolique, acétonique et d'hexane. Les rendements obtenus sont les suivants : l'extrait méthanolique ayant un rendement de 10.92, l'extrait acétonique de 1.56, et l'extrait en utilisant l'hexane de 0.88. Il n'y a pas une différence significative dans les résultats obtenus. D'une manière générale, le rendement d'extraction varie en fonction de l'espèce végétale, les conditions environnementaux, l'organe utilisé dans l'extraction, les conditions de séchage, le type de solvant utilisé et de sa polarité.



**Photographie 5.** L'extrait butanolique.

### II.2. Tests photochimiques

L'analyse phytochimique de l'extrait d'une plante médicinale est une étape préliminaire et d'une grande importance, puisqu'elle révèle la présence des constituants bioactives responsables des vertus thérapeutiques.

Elle permet de déterminer les différentes familles de composés qui existent dans l'extrait éthanolique et butanolique de l'*Atriplex halimus* L. par des réactions qualitatives de caractérisation, la mise en évidence de ces derniers nous permet d'avoir une bonne idée sur les activités pharmacologiques que possède la plante. Ces réactions sont basées sur des phénomènes de précipitation ou de coloration par des réactifs spécifiques à chaque famille de composés, les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 4.

**Tableau 4.** Résultats des tests phytochimiques de l'extrait butanolique et éthanolique.

Phytoconstituants	réactif	Observation	Résultats de l'extrait EE	Résultats de l'extrait EB
Tanins	FeCl <sub>3</sub> 1%	Coloration verdâtre	+	+
Coumarines	NH <sub>4</sub> OH	L'apparition d'une fluorescence	-	+

## Partie pratique

<b>Quinons</b>	NaOH 1%	Coloration jaune ou rouge ou violette	-	-
<b>saponosides</b>	Agitation	Mousse persistante	+	++
<b>alcaloïdes</b>	Mayer Hcl wagner	Précipité blanc  Précipité brun	-	-
<b>Flavonoïdes</b>	Hcl diluée 1% NH4OH	Apparition de coloration jaune	++	++
<b>anthraquinons</b>	NH4OH 10%	Coloration violette	-	-
<b>Stérols et triterpène</b>	Anhydre acétique Acide sulfurique	Couleur mauve ou vert ou violette	-	-
<b>terpénoides</b>	Chloroforme Acide sulfurique	2 phases( couleur marron à l'interphase	+	+
<b>Composé réducteur</b>	Liqueur de feheling A +liqueur de feheling B	Précipitation rouge brique	++	++

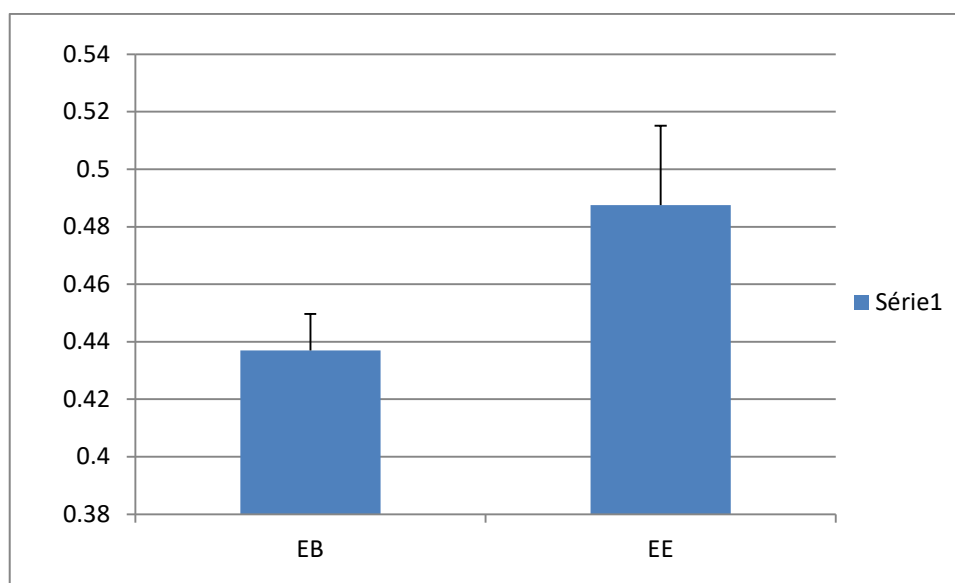
(++) : Présence forte, (+) : présence faible, (-) : absence

Le screening phytochimique de la plante nous a permis de connaître les composants majoritaires présents : tanins, flavonoïdes, coumarines, quinones libres, terpénoides, saponines et des composés réducteurs. En revanche, on note l'absence des : anthraquinones, alcaloïdes, stérols et les triterpènes dans les deux solvants éthanolique et

butanolique. Selon les résultats obtenus par **Chaouche et al. (2021)** les extraits ont presque la même composition chimique.

### II.3. Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux est effectué par la méthode de Folin-Ciocalteu. La quantification des composés phénoliques a été faite en fonction d'une courbe d'étalonnage linéaire ( $y=ax+b$ ) réalisé par une solution étalon (l'acide gallique) (figure 10).



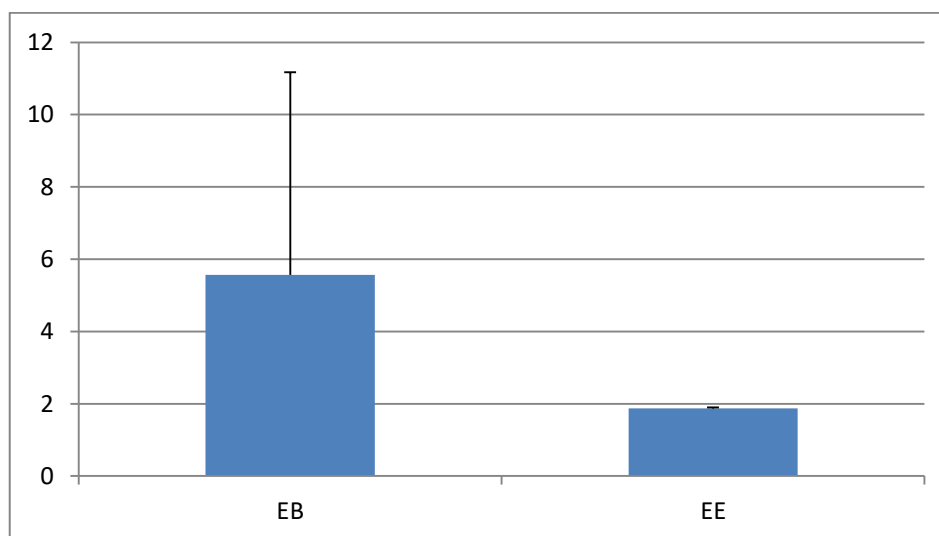
**Figure 10.** Teneur des polyphénols dans l'extrait butanolique et l'extrait éthanolic.

Les résultats obtenus impliquent que la concentration des polyphénols totaux est égale 0.45 µg/mg pour l'extrait butanolique et 0.51 µg/mg pour l'extrait éthanolic. On peut déduire que le teneur des polyphénols totaux dans l'extrait éthanolic est supérieur à celle dans l'extrait butanolique. En comparant nos résultats avec les résultats des études précédentes, on remarque qu'il existe une différence remarquée par rapport à d'autres extraits. **Boulaouad et al. (2018)** ont enregistré des teneurs d'ordre de 9.66, 10.82, 1.17, 0.84 et 10.78 0.41 µg/mg pour les extraits : méthanolique, éthanolic, aqueux et à base d'hexane. Cette différence peut être due aux conditions d'expérimentation et la quantité des réactifs. utilisés Aussi, les résultats peuvent être influencés par la région de récolte.

### II.4. Dosage des flavonoïdes

## Partie pratique

Les flavonoïdes ont été déterminés par la méthode du trichlorure d'aluminium. La teneur en flavonoïdes de l'extrait éthanolique et butanolique d'*Atriplex halimus* est exprimée par l'équivalent quercétine  $\mu\text{g}/\text{mg}$  d'extrait (figure 11).



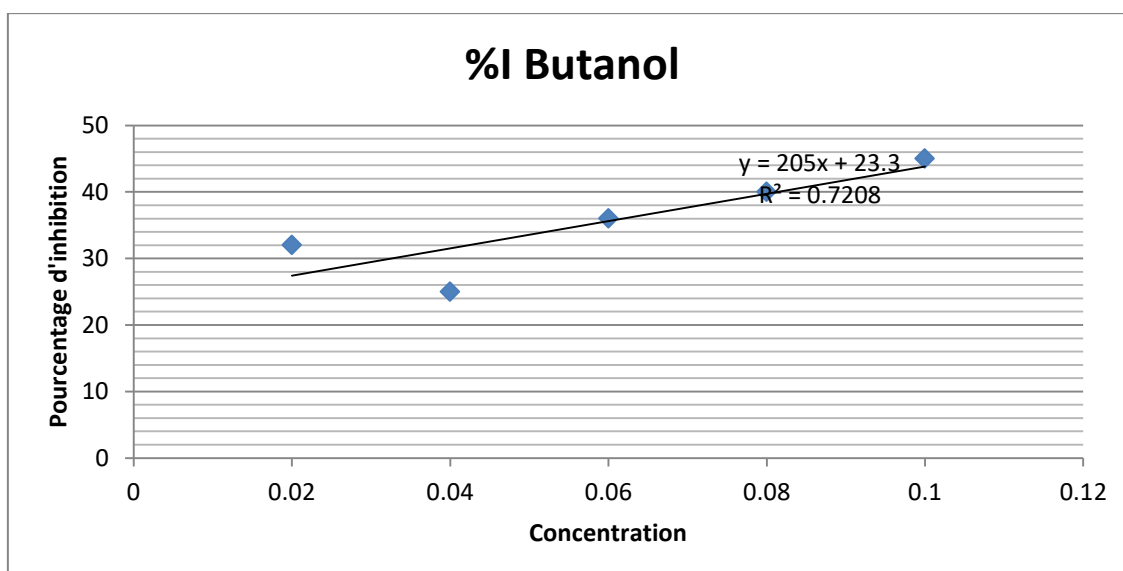
**Figure 11.** Teneur des flavonoïdes dans l'extrait butanolique et éthanolique.

On observe dans la figure 12 la teneur des flavonoïdes dans l'extrait butanolique est égale. Nos résultats montrent une teneur d'ordre de  $11 \mu\text{g}/\text{mg}$  et dans l'extrait éthanolique est  $2 \mu\text{g}/\text{mg}$ . Les résultats de l'étude menée par **Chaouche et al. (2021)** ayant des teneurs de 1.82 et 3.09 mg/g. Cependant, nos résultats sont inférieurs à ceux trouvés par **Boulaouad et al. (2018)** qui ont été d'ordre de 17.70 (éthanol), 22.79 (méthanol) 31.94, 43.96  $\mu\text{g}/\text{mg}$  (hexane).

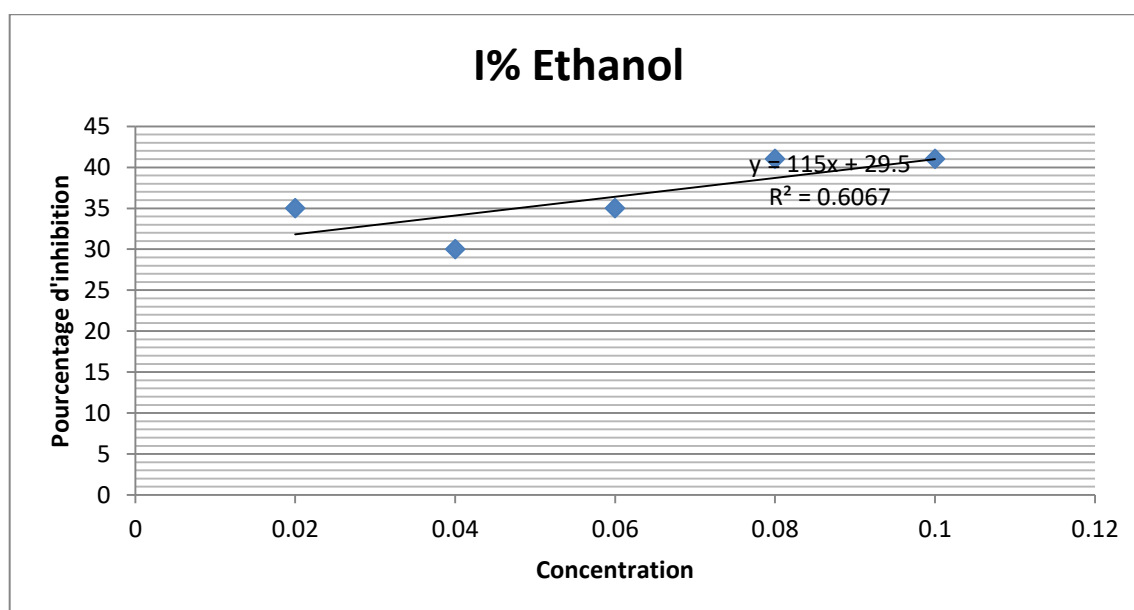
### II.5. Détermination de l'activité antioxydante

Les résultats de l'activité antioxydante sont illustrés dans les figures 12 et 13. Pour les deux extraits on remarque que le pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH augmente significativement avec l'augmentation de la concentration.





**Figure 12.** Pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction des concentrations de l'extrait butanolique.



**Figure 13.** Pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction des concentrations de l'extrait éthanolique.

Le radical DPPH $\cdot$  est l'un des substrats les plus utilisés généralement pour l'évaluation rapide et directe de l'activité antioxydante en raison de sa stabilité en forme radicale et la simplicité de l'analyse (Bozin *et al.*, 2008). Les antioxydants ont divers mécanismes d'action, y compris le piégeage unique de l'oxygène, l'inactivation des radicaux libres par des réactions d'addition covalentes, la réduction des radicaux libres ou des peroxydes, la chélation des métaux de transition (Favier, 2006).

## Partie pratique

### ➤ Calcul d'IC<sub>50</sub>

La concentration inhibitrice médiane (IC<sub>50</sub>) est inversement liée à la capacité antioxydante d'un composé, car elle exprime la quantité d'antioxydant requise pour diminuer la concentration du radical libre à 50 %. Plus la valeur d'IC<sub>50</sub> est basse, plus l'activité antioxydante d'un composé est élevée (**Pokorny et al.,2001**).

La concentration d'échantillon nécessaire pour inhiber 50% du DPPH radicalaire, a été calculée par régression linéaire des pourcentages d'inhibition en fonction de concentrations d'extraits. Alors :

« IC<sub>50</sub>=**0.13 mg/ml** pour l'extrait butanolique et IC<sub>50</sub>=**0.17 mg/ml** pour l'extrait éthanolique »

On n'observe que l'extrait butanolique possède une IC<sub>50</sub> inférieure à celle de l'extrait éthanolique. Cela démontre que l'extrait butanolique ayant une activité antioxydante supérieure à celle de l'extrait éthanolique. L'étude de **Chaouche et al. (2021)** réalisée a montré une IC<sub>50</sub> d'ordre de 0.19 mg/ml, cela concorde avec nos résultats obtenus. Une autre étude effectuée sur plusieurs extraits des feuilles de laurier a montré des IC<sub>50</sub> supérieures aux celles trouvées dans notre étude. **Charef et Rezgui (2020)** ont enregistré des IC<sub>50</sub> de l'extrait d'hexane, d'acétone, d'éthanol et l'extrait aqueux d'ordre de : 7.24 mg/ml, 9.26 mg/ml, 11.39 mg/ml et 21.90 mg/ml, respectivement.

### II.6. Détermination de l'activité antibactérienne

Les résultats de l'activité antibactérienne sont montrés dans le tableau suivant :

**Tableau 5.** Résultats de diamètres des zones d'inhibition de croissance bactérienne.

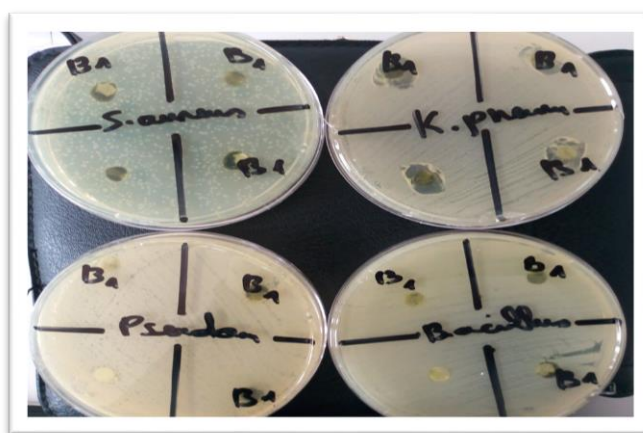
Souches bactériennes	Diamètres des zones d'inhibition de croissance bactérienne (mm)											
	Extrait éthanolique						Extrait butanolique					
	20 mg /ml			30 mg/ml			20 mg/ml			30 mg/ml		
<i>Staphylococcus aureus</i>	7	8	7	11	11	9	6	7	7	9	10	10
<i>Bacillus subtilis</i>	7	6	6	8.5	9	8	-	-	-	6	6	6
<i>Klebsiella pneumonia</i>	9	9	9.5	11	13	10	7	7	8	10	9	9

## Partie pratique

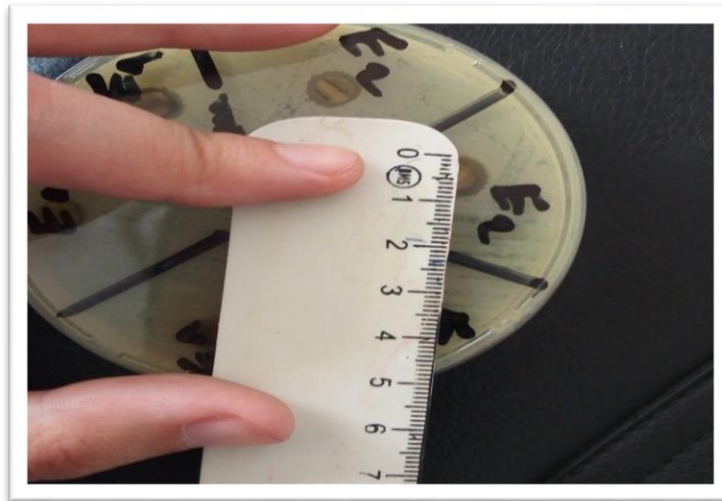
<i>Pseudomonas Aeruginosa</i>	9	8	10	11	11	13	-	-	-	-	-	-
-------------------------------	---	---	----	----	----	----	---	---	---	---	---	---

- absence de l'activité antibactérienne

On constate d'après les résultats qu'il y a un léger écart dans les valeurs là où il y a une faible activité antibactérienne dans l'extrait éthanolique chez les souches bactériennes qui ont été utilisées à des concentrations de 30 et 20 mg/ml. Dans l'extrait butanolique il y a aussi une faible activité antibactérienne pour les souches *Staphylococcus aureus* et *Klebsiella pneumonia* avec les mêmes concentrations des extraits. Une absence de l'activité antibactérienne chez les souches *Bacillus subtilis* et *Pseudomonas aeruginosa* a été enregistré dans la concentration 30 mg/ml. **Chaouche et al. (2021)** ont enregistré des zones d'inhibition variant entre 6 et 15 mm de diamètre chez des bactérie Gram positif et Gram positif. Les résultats obtenus dans les travaux de **Charef et Rezgui (2020)** ont obtenu une croissance de deux souches bactériennes à savoir *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa* avec des diamètres des zones d'inhibition environs 13,5 et 14 mm, respectivement. Aussi, **Abdel Rahman et al. (2011)** ont obtenu avec des extraits préparés par le méthanol et l'hexane une inhibition de *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumonia*.



**Photographie 6.** Les zones d'inhibitions de l'extrait butanolique.



**Photographie 7.** Mesurer du diamètre des zones d'inhibition dans l'extrait éthanolique.

# **Conclusion et perspectives**

## Conclusion et perspectives

### Conclusion et perspectives

Notre étude est établie sur l'étude phytochimique et biologique à partir de la fragmentation de l'extrait butanolique et éthanolique brut de la plante médicinale *Atriplex halimus* L. de la famille des chénopodiacées, choisie sur la base de leurs usages phytothérapie. L'extraction des feuilles de la plante a permis d'obtenir des rendements d'environ 9 %. Suite au criblage préliminaire des différentes familles des métabolites secondaires contenues dans la plante investie : tanins, flavonoïdes, coumarines, quinones libres, terpénoïdes, saponosides, composés réducteurs ont été mis en évidence. Cependant les anthraquinones, les alcaloïdes, les triterpènes et les stérols sont absents. Le dosage des polyphénols a été réalisé en utilisant le réactif de Folin-Cicalteu, alors que le dosage des flavonoïdes a été précédé par la méthode du trichlorure d'aluminium. Les résultats des dosages ont montré que l'extrait butanolique de la plante *Atriplex halimus* contient une teneur de polyphénols égale à 0.45 µg/mg et 0.51 µg/mg de l'extrait éthanolique, ainsi la teneur des flavonoïdes était de 11 µg/mg de l'extrait butanolique et 1.9 µg/mg de l'extrait éthanolique.

L'activité antioxydante de l'extrait éthanolique et butanolique de *Atriplex halimus* L. a été évaluée *in vitro* par la méthode de réduction de radical libre DPPH. Les résultats montrent que l'effet de l'activité antioxydante est très élevé avec un  $IC_{50}=0.13$  mg/ml pour l'extrait butanolique et  $IC_{50}=0.17$ mg/ml pour l'extrait éthanolique. Les résultats de l'activité antibactérienne montrent que les différentes souches testées présentent des degrés variables de sensibilités vis-à-vis des extraits. L'extrait éthanolique a été le plus actif contre les souches testées : *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* *Klebsiella pneumonia* et *Pseudomonas aeruginosa* avec des zones d'inhibition entre 9 et 13 mm.

### Perspectives

Les perspectives de l'avenir sont :

- Etude de quelques autres activités biologiques comme l'activité enzymatique, activité antiinflammatoire et anti Alzheimer.
- L'utilisation de divers techniques telle que l'HPLC (la chromatographie en phase liquide à haute performance.)
- L'usage des huiles essentielles de la plante.
- L'étude quantitative pour déterminer la quantité de chaque métabolite secondaire.

# **Références bibliographiques**

### Références bibliographiques

#### A

**ADOUANE, S. (2016).** Etude ethnobotanique des plantes médicinales dans la région méridionale des Aurès (Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider-Biskra).

**Aharonson Z., Shani J., Sulman F.G.(1969).** Hypoglycaemic effect of the salt bush (*Atriplex halimus*) - a feeding source of the sand rat (*Psammomys obesus*). *Diabetologia* 5:379-383

**Amara N., Melouk F.Z. (2016).** Activité Antimicrobienne des Extraits des Feuilles de la Vigne Sauvage (*Vitis vinifera sylvestris*). *Algerian journal of Natural Products*, 4(3): 358-366.

**Angenot, L. (1978).** Nouveaux alcaloïdes oxindoliques du *Strychnos usambarensis* GILG. *Plantes médicinales et phytothérapie*, 12(2).

**Aribi, I. (2013).** Etude ethnobotanique de plantes médicinales de la région du Jijel: étude anatomique, phytochimique, et recherche d'activités biologiques de deux espèces..

**Ayat, Z., épse Guerfi, B., & Bahia, R. (2020).** Rappels sur la plante «*Atriplex halimus*» et ses caractéristiques (Doctoral dissertation, École Nationale Supérieure Vétérinaire).

**Abdel Rahman, S.M., Abd-Ellatif, S.A., Deraz S.F., Khalil, A.A. (2011).** Antibacterial activity of some wild medicinal plants collected from western Mediterranean coast, Egypt: Natural alternatives for infectious disease treatment. *African Journal of Biotechnology*. 10(52): 10733- 10743.

**Aouissat M., Walker D.J., Hcini K., Belkhodja M et Correal E.( 2011).** Osmolyte concentrations in *Atriplex halimus* L and *Atriplex canescens*(Pursh) Nutt. Adapted to salinity and low temperature(Chenopodiaceae). *Journal of Anales Biologia*.33.2011, pp. 117-126.

**Bahorun T.(1998)** Substances naturelles actives: la flore mauricienne, une source d'approvisionnement potentielle. In *Second Annual Meeting of Agricultural Scientists*. 83., pp. 83-94.



## Références bibliographiques

**Banouh K. (2018).** Contribution à l'étude physiologique et Anatomique de l'espèce *Atriplex halimus* et *Atriplex canescence* cas Mostaganem et Oran.

**Bekkara A.F., Bousmaha L., Bendiab T.S.A., Boti J.B et Casanova**

**J.(2007).**Composition chimique del'huile essentielle de *Ros marinus officinalis* poussant à l'état spontané et cultivé de la région de Tlemcen. *Jornale de Biologie et Santé.* 7(1), pp. 6-11.

**Belouadah Z, Toubal L, Ati A.** Characterization of ligno-cellulosic fiber extracted from *Atriplex halimus* L. plant. *International Journal of Biological Macromolecules.* p ;806 -815

**Benaissa, O., & Benayache, S. (2017).** Etude des métabolismes terpénique et flavonique d'espèces de la famille des composées, genres *chrysanthemum* et *rhantherium*.

**Benhammou N., bekkara F. A., panovska T. K. (2009).** antioxidant activity of methanolic extracts and some bioactive compounds of *Atriplexhalimus*. *comptesrenduschimie,* 12(12), 1259-1266.

**Benkherara S., Bordjiba O., Boutlelis Djahra A., (2011).** Etude de l'activite antibacterienneDes huiles essentielles de la Sauge officinale sur quelques entérobactéries pathogènes.Université Badji Mokhtar, BP12, Annaba 23000, *Revue Synthèse* (23). 107p

**Bonner J., Arner J.E. (1965).** *Plant biochemistry.* Academic press New York and London. p: 553 -618.

**Bouhadjra K. (2011).** Étude de l'effet des antioxydants naturels et de synthèse sur la stabilité oxydative del'huile d'olive vierge, thèse pour l'obtention du diplôme de magister, Université Mouloud Mammeri.Tizi-Ouzou. pp. 42

**Bozin B, Mimica-Dukic N, Bogavac M, Suvajdzic L, Simin N, Samojlik I, Couladis M. (2008).**Chemical composition, antioxidant and antibacterial properties of *Achillea collina* Becker exHeimerl s.l. and *A. pannonica* Scheele essential oils.13(9):2058-68.

## Références bibliographiques

**CHAREF N, Rezgui I. (2020).** Evaluation de l'activité antioxydant, antidiabétique et antibactérienne des extraits de la plante *Atriplex halimus*.

**Cheeke, P. R., England, D. C., & Pedersen, M. W. (1978).** Responses of rats and swine to alfalfa saponins. *Canadian Journal of Animal Science*, 58(4), 783-789.

**Cowan. M. (1999).** Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clin Microbiol Rev*, 12(4) ; p : 564-582.

### D

**Dasari M.A., Kiatsimkul P.P., Sutterlin W.R et Suppes G.J. (2005).** Low-pressure hydrogenolysis of glycerol to propylene glycol. *Journal of Applied Catalysis A General*. 281(1-2)., pp. 225-231.

**Djeridane A, Yousf M., Nadjemi B, Boutassouna D, Stocker P, Vidal N. (2006).** Antioxydant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chemistry*. 97, p. 645.

### E

**Emam S.S. (2011).** Bioactive constituents of *Atriplexhalimus* plant. *Journal of Natural Products*, Vol. 4, pp. 25-41.(activité anti oxydant ).

### F

**Favier A. (2006).** Oxydative stress In Human Diseases. *Annales pharmaceutiques françaises* 64 pp : 390-396.

**Favier A. (2003).** Le stress oxydant : Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *Mécanismes biochimiques. L'actualité Chimique*, 108-115

**Francllet A. et Le-Houérou H.N. (1971).** - Les *Atriplex* en Tunisie et en Afrique du Nord. *Doct. F.A.O. Rome 1971*. p 249 et p 189

### G

**Gattouche S., Sekhri L., Tabchouche A. (2018).** A Comparative study of the antibacterial and the antioxidant Activity of *Atriplexhalimus L.* *research journal of pharmaceutical biological and chemical sciences*, 9(3), 195-204.

## Références bibliographiques

**GUIGNARD J.L., COSSON L., HENRY M. (1985).** Alirégé de phytochimie .Masson p: 138 -154  
**MANCHADO P. et CHEGNIER V., 2006.** Les polyphénols en agroalimentaire. Editions TeQ et Doc .la voisier . Paris, pp: 1-30-50 .

**Guttoche S., (2021).** Etude phytochimique d'Atriplex halimus et la détermination de son activité biologique (Région Ouargla Algérie). Thèse de doctorat.

### H

**Hammoudi R. (2009).** Contribution à la mise en évidence de principes actifs de plante *Teucrium polium geyrii* provenant de la région Tamanrasset. Diplôme de magister

**Haslam E. (1994).** Natural polyphenols (vegetable tannins): Gallic Acid metabolism. Nat.Prod, p 11: 4166

**Hopkins W.G. (2003).** Physiologie végétale, édition de Boeck université-Bruxelles. p: 267-283

### j

- **Jarald E., Joshi S. B., Jain D. (2008).** Diabetes and herbal medicines. Iranian Journal of Pharmacology and therapeutics 7 : 97-106(activité antidiabétique)
- **Jarald E., Joshi S. B., Jain D. (2008).** Diabetes and herbal medicines. Iranian Journal of Pharmacology and therapeutics 7:97-106(activité antidiabétique)
- **Jean-Christophe Létard, Jean-Marc Canard, Vianna Costil, Pierre Dalbiès, Bernard Grunberg, Jean Lapuelle.(2015).** phytothérapie. Commissions nutrition et thérapies complémentaires du CREGG. Dans Hegel , pages 29 à 35

### K

**Kabour, N., Kamla, I., & Kaouche, M. (2021).** Evaluation des activités antimicrobiennes de l'huile essentielle de l'Atriplex halimus (Doctoral dissertation, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie).

**Kadi A., Zirmi Zembri N. S. (2016).** Valeur nutritive des principales ressources fourragères utilisées en Algérie. 1-Les fourrages naturels herbacés. Livestock Research for Rural Development 28(8).

**Kieran T C., Beziat N., Cebrian G., Torrijon Olivier Gros., A-paulina M., James. Haryrnuk J., (2022).** Metabolic analysis of secondary metabolites from caribbean crab gills using comprehensive two dimensionel gas chromatography time of flight mass

## Références bibliographiques

spectrometry new inputs for a better understanding of symbiotic associations in crustaceans.

**Kinet J.M., Benrebiha F., Bouzid S., Lailhacar S. et Dutuit P.,** Le réseau Atriplex, Allier biotechnologies et écologie pour une sécurité alimentaire accrue en régions arides et semi-arides. Cah. Agr. 1998 ; 7(6): 505-509.

### L

**La vola Y.J., Neumann J. (2004).**\_ Dans encyclopédie universalis. vol 10 flavonoïdes.

**Lugasi A., Hovari J., Sagi K and Biro L., (2003).** The role of antioxidant phytonutrients in the prevention of diseases.J. Acta. biologica. zegediensis. 47 (1-4):119-125

### M

**Mâalem S., Khoufi S., Rahmoune C et Bennacer M. (2011).** Analyse moléculaire de la diversité génétique de plantes Xéro/Halophytes du genre Atriplex moyennant RAPDPCR. Université Cheikh Lâarbi-Tbéssi. 1(1). pp. 50-59

**Manallah, A. (2018).** *Activités antioxydante et anticoagulante des polyphénols de la pulpe d'olive olea europaeaL* (Doctoral dissertation).

**Maneeshlin G., Ajar A.P., Amit K.K., Mansour A D., Lavanya B., Sounav D. (2023).** photo protective role of plant secondary metabolites :biosynthesis photo regulation and prospects of métabolic engeneering for crihanced .enviromental and experimental botany.

**McMahon, L. R., McAllister, T. A., Berg, B. P., Majak, W., Acharya, S. N., Popp, J. D., & Cheng, K. J. (2000).** A review of the effects of forage condensed tannins on ruminal fermentation and bloat in grazing cattle. *Canadian Journal of Plant Science*, 80(3), 469-485.

### N

**Nauciel C. (2000).** Bactériologie médicale. Masson (Ed). Paris : 276.

**Nedjimi B., Bekai Z., Guit B., Toumi M., Daoud Y. (2013).** GERMINATION ET CROISSANCE D'Atriplex halimus SUBSP. schweinfurthii EN PRESENCE DE CaCl2 (distribution dans le monde) Berri R. Contribution à la détermination de la biomasse consommable d'une halophyte : Atriplex. 2009, pp. 21

## Références bibliographiques

**Nedjimi B., Guit B., Toumi M., Beladel B., Akam A., Daoud Y. (2013) :** “Atriplex halimus subsp. schweinfurthii (Chenopodiaceae) : Description, écologie et utilisations pastorales et thérapeutiques”, Fourrages, 216, 333-338

**Nuutinen, T. (2018).** Medicinal properties of terpenes found in Cannabis sativa and Humulus lupulus. European journal of medicinal chemistry, 157, 198-228.

### O

**Ounaissia K., bennadja S., alianeL., Djahoudi, A. 2020.** phytochemical screening and antibacterial activity of methanolic extracts of the aerial parts of atriplexhalimus l., from biskra(algeria). international journal of agricultural and natural sciences, 13(1), 26-33.

### Q

**Quézel P. Santa., S. (1962).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales.

### R

**Richer, C.L., Chakrabarti, L., Senecal-Quevillon, M., Duhr, L.A., Zhang, X.X. et Tardif,T.( 1993).**Cytogenetic effects of low-level exposure to toluene, xylene, and their mixture on human blood lymphocytes. Int. Arch. Occup. Environ. Health, 64 : 581-585

**Rozema J, Schat H. (2012).** Salt tolerance of halophytes, research questions reviewed in the perspective of saline agriculture, p13.

### S

**Said O., Khalil K., Fulder S et Azaizeh H.** Ethnopharmacological survey of medicinal herbs in Israel the Golan Heights and the West Bank region .Journal of Ethnopharmacol.83(3).2007,pp. 251-265.

**Salhi, N.E.H., Boutura M., Laib K., Oum El Hana H. (2022).** Evaluation et compilation des études antérieures sur la composition chimique et les effets pharmacologiques et toxicologiques d'*Atriplex halimus* L.

## Références bibliographiques

**Soltane, F., Daas , N. (2020).** Enquête sur l'utilisation de la plante *Atriplex halimus* dans le traitement de l'enkystement des ovaires et des seins.Mémoire de master. Biochimie appliquée.Université Mohamed Khider Biskra. P ;27-29..

### T

**Talamali .(2007).** C. R. Biologies **330** .

**THABET, C. (2022).** Analyse de la diversité morphologique foliaire de plants d'*Atriplex halimus* peuplant la plaine de Tébessa (Cas de reste du parcours steppique sur la route d'Annaba) (Doctoral dissertation, Université Larbi Tébessi-Tébessa).

### Z

**ZaimenI, S., Abour, Y., & Larichelariche, N. E. (2020).** *Les activités biologiques des constituants bioactifs de la plante médicinale «Atriplex halimus»* (Doctoral dissertation, Université de jijel).

**Žerdoner Čalasan , S. Hammen, G. Kadereit.(2022).** Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics.

### Webographie

**Site web 1 :** Agronomie info disponible sur <https://agronomie.info/fr/flavonoides/> consulté le : 03/04/2023

**Site web 2 :** researchgate disponible sur [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net) consulté le : 04/04/2023

**Site web 3 :** sciencemusante disponible sur [www.wiki.scienceamusante](http://www.wiki.scienceamusante) consulté le : 04/04/2023

**Site web 4:** semanticscholar.disponible sur [www.semanticscholar.org](http://www.semanticscholar.org) consulté le : 07/05/2023