

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

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE
LA NATURE ET DE LA VIE

N° :



DOMAINE : SCIENES DE LA
NATUREE ET DE LA VIA
FILIERE : BIOTECHNOLOGIE
OPTION : BIOTECHNOLOGIE
VEGETALE

Mémoire présenté pour l'obtention
du diplôme de master académique

Par :

TAIBI Selsabil

ZERROUAK Manar

KARA Imane

**Valorisation phytochimique et l'activité
biologique d'une plante médicinale.**

Atriplex halimus L.

Soutenu devant le jury composé de :

Dr.HAJI Abasse	MAA	Université de M'Sila	Président
Dr. BELKASSAM Abdelouahab	MCA	Université de M'Sila	Encadreur
Dr. BISKRI Mohammed	MAA	Université de M'Sila	Examineur

2025 /2026

remerciements

*Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et
miséricordieux pour son guide qui m'a donné la force et la patience
.d'accomplir ce travail*

*Nous remercions chaleureusement notre directeur de mémoire
Dr. BELKASSAM Abdelouahab » pour son encadrement »
son assistance et à l'intérêt qu'il nous a apporté quant à la réalisation
.de ce travail qui ne serait pas réalisé sans aide*

*Nous remercions tous les membres de jury qui ont accepté de juger
ce travail. Nous tenons à remercier « **Dr BISKRI Mohammed**
.nous avoir fait l'honneur de présider le jury de notre soutenance «
« Nos remerciements s'adressent aussi à « **Dr HADJI Abbas**
.d'avoir accepté d'examiner notre travail*

Un merci spécial à notre chef département et nos enseignants

*Nous remercions également les techniciens de laboratoire de
. Département de Science de la nature et de la vie*

*Un remerciement particulier à tous ceux qui ont contribué à ce
travail d'une manière ou d'une autre et à tous ceux qui ont participé
à ses*

*détails et à ses faux pas afin que la lumière montre merci
.beaucoup*

*Merci à tous ceux qui nous ont donné de l'espoir et qui nous ont
.sourit et à tous ceux qui sont en sécurité que nous arriverons
Merci beaucoup*

selsabil , Manar et Imane



Dédicace



Je dédie ce travail tout d'abord à moi-même, pour ne jamais avoir abandonné, pour avoir résisté au désespoir et poursuivi ma route malgré tous les défis. Merci à moi pour chaque effort fourni, chaque larme versée en silence, et chaque étape franchie avec détermination.

*je le dédie aux âmes de mes chers parents,
... Mon père... Ma mère*

Vous étiez mon modèle, mon pilier, mon repère Il est difficile de trouver les mots justes pour exprimer tout ce que vous représentez pour moi, et à quel point votre absence m'a marquée. Depuis votre départ, chaque jour est un défi, mais ce sont vos images, votre courage, votre sagesse et votre amour qui me donnent la force d'avancer. Je vous dédie ce projet avec une immense émotion. Vous n'êtes plus là physiquement, mais vos esprits m'accompagnent dans chaque étape de ma vie, Votre souvenir est une lumière qui éclaire mes pas. Vous vivez en moi, dans mes choix dans mes efforts, dans mes réussites. J'espère de tout cœur que, là où vous êtes, vous pouvez voir ce que je suis devenue, et que vous êtes fiers de mon Reposer en paix, chers parents. Vous me manquez chaque jour

mes amies,

Vous avez été mon véritable soutien quand les chemins semblaient sans issue. Merci pour vos cœurs généreux et votre présence réconfortante

à ma sœur Walaa,

Ma compagne de route, ma partenaire de rêves, je t'adresse toute ma gratitude et tout mon amour

TAIBI Selsabile



Dédicace



*A mes plus grandes sources d'inspiration, je
dédie Ce travail avec tout amour et gratitude :
ma mère,
source d'amour pur et de prières constantes, lumière de
mon chemin*

*À mon père,
présence forte et discrète, qui m'a appris la valeur de
l'effort*

*À mes frères et sœurs,
pour leur affection sincère et leur soutien*

*À mes amies chères,
Lamia , Aya , Ikram
âmes bienveillantes qui ont cru en moi quand j'en
doutais*



ZERROUAK Manar

Dédicace

Je dédie ce modeste travail.

À moi-même, qui ai persévéré malgré tout,

*À ma famille, qui a toujours été et demeure
mon soutien constant et ma source de force*

*À mes amis et collègues, qui ont partagé avec moi
, le chemin et les souvenirs*

*À mon professeur, dont la lumière a guidé mon
parcours*

*À vous tous, toute ma gratitude, car vous êtes la
clé de cette réussite*

KARA Imane



Tableau de matière

Tableau de matière

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction..... 1

Première partie: Étude bibliographique

Chapitre 1 : Présentation de la plante étudiée

1. la Famille Chénopodiacées	4
.1.1 Généralité.....	4
.2 Le genre <i>Atriplex</i>	4
2.1 L'espèce l' <i>Atriplex halimus</i> L	4
2.1.1. Description.....	4
2.1.2 Description Botanique	5
2.1.3 Répartition géographique.....	6
2.1.4. Taxonomie	7
2.1.5 Composition chimique.....	8
2.1.6 Utilisation	8
a. Utilisation en économie	8
b. Utilisation en écosystèmes.....	9
c. Utilisation en phytothérapie.....	9
2.1.7 Effet indésirable de l' <i>Atriplex halimus</i> L	9

Chapitre 02 : Métabolisme secondaire

Métabolisme secondaire	11
1. Définition	11
2. Classification des métabolites secondaires	11
2.1. les composés phénoliques (polyphénols)	12
2.1.2. Classification des composés phénoliques	12
2.1.2.1. Les Acides phénoliques	12
a. Acides hydroxycinnamiques	12
b. Acides hydroxybenzoïques	13
2.1.2.2. Flavonoïdes.....	13

a.	Définition.....	13
b.	Classification des flavonoïdes	14
c.	propriétés des flavonoïdes	14
2.1.2.3.	Les tannins.....	15
a.	Classification des tannins	15
2.2.	Les alcaloïdes	16
2.3.	Les terpènes	16

Chapitre 03 : Activité biologique

1.	Activité antioxydante.....	18
1.1.	Les radicaux libres.....	18
1.1.1.	Sources	18
1.1.1.1.	Sources endogènes.....	18
1.1.1.2.	Sources exogènes.....	19
1.2.	Stress oxydatif	19
1.3.	Antioxydants.....	20
1.4.	Mode d actions des antioxydants	21
1.4.1.	Antioxydants enzymatiques.....	21
1.4.2	Les antioxydants non enzymatiques	22
2.	Activité antibactérienne	22
2.1.	Généralite.....	22
2.2	Description des bactéries étudiées	22
➤	<i>Bacillus cereus</i>	22
➤	<i>Staphylococcus aureus</i>	23
➤	<i>Escherichia coli</i>	24
➤	<i>Salmonella typhimurium</i>	24

Deuxième Partie : partie expérimentale

Chapitre 01 : Matériels Et Méthodes

1.	Matériel végétal	27
2.	Caractérisation quantitatives des extraits.....	27
2.1	Principe de macération	27
2.2.	Extraction type solide/liquide	28
2.3.	Extraction type liquide /liquide	29
3.	Caractérisation qualitatives des extraits.....	32
4	Activités biologiques	33
	Activité antioxydante.....	33

5. Évaluation de l'activité antibactérienne	35
---	----

Chapitre 02 : Résultats et Discussions

1. Evaluation des techniques d'extraction	38
1.1. Rendements d'extraits	38
2. Analyse qualitative des extraits de la plante <i>Atriplex halimus</i> L.....	39
2.1. Chromatographie sur CCM	39
3. Résultats activité biologiques de la plante.....	42
3.1. Activité antioxydante.....	42
3.2. L'activité antibactérienne	45
conclusion.....	48

Références bibliographiques

Annexe

Résumé

Liste des abréviations

CCM : Chromatographie sur couche mince.

DPPH : 2,2-Diphényl-1-picrylhydrazyl.

DMSO : Diméthyle sulfoxyde.

EAcOEt : L'extrait d'acétate d'éthyle.

EBrt : L'extrait brut.

En-BuOH : L'extrait butanolique.

Me OH : Méthanol..

IC50 : Concentration inhibitrice de 50 %.

I (%) : Pourcentage d'inhibition.

R (%) : Le rendement en %.

µl : Microlitre.

mg/ml : Milligramme par millilitre.

Rf : Rapport frontal.

UV: Ultraviolet

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition minérale de l' <i>Atriplex halimus</i> L.....	8
Tableau 2: principaux acides hydroxycinnamiques.....	13
Tableau 3 : principaux acides hydroxybenzoïques.....	13
Tableau 4 : Structures des squelettes des principales classes des flavonoïdes.....	14
Tableau 5: deux groupes des tannins.....	15
Tableau 6 : les différents Systèmes utilisés pour la CCM de gel de silice.....	32
Tableau 7 : les rapports frontaux(Rf) et les couleurs des spots obtenus dans 4 systèmes par CCM dans l'extrait brut de la plante	41
Tableau 8 : Les diamètres des zones d'inhibition	45

Liste des figures

Figure 1 : Plantes d' <i>Atriplex halimus</i> L. : sous-espèce <i>schweinfurthii</i> (à gauche) et <i>halimus</i> (à droite)	5
Figure 2 : Image plan de racines, fleurs, branches et graines d' <i>Atriplex halimus</i> L.....	6
Figure 3 : Répartition de l' <i>Atriplex halimus</i> .L en Algérie.....	7
Figure 4: classification des quelques métabolites secondaires	11
Figure 5: structure de noyau phénol	12
Figure 6 : Origine des différents radicaux libres oxygénés et espèces réactives de l'oxygène.	19
Figure 7 : Photo microscopique de bacterie <i>Bacillus cereus</i>	23
Figure 8 : Photo microscopique de bactérie <i>staphylococcus aureus</i>	24
Figure 9 : Photo microscopique de bacterie <i>escherichia coli</i>	24
Figure 10 : Photo microscopique de bactérie <i>salmonella tyhimiuruim</i>	25
Figure 11 : Les différentes étapes de l'extraction (A: Macération, B: Filtration, C: Evaporation, D ,E	28
Figure 12 Extraction liquide liquide par n-butanol.....	30
Figure 13 Extraction liquide liquide par l'acétate d'éthyle	30
Figure 14 : Méthode d'extraction des flavonoïdes	31
Figure 15 : La forme réduite DPPH et la forme radical DPPH	34
Figure 16 : Rendement des différents extraits de l'espèce <i>Atriplex halimus</i> L	39
Figure 17 : Révélation de plaque CCM de gel de silice de EBr, EAcOEt et EnBuOH de <i>Atriplex halimus</i> L. sous lampe UV365 nm de S1, S2, S3, S4.....	40
Figure 18: l'effet antioxydant d' EBr.....	42
Figure 19: l'effet antioxydant d'EAc	43
Figure 20: L'effet antioxydant d'En-Bu.....	44
Figure 21 : IC50 des différents extraits	45



Introduction

Introduction

Les plantes médicinales contiennent une quantité considérable de molécules actives d'intérêt multiple mises à profit dans l'industrie, l'alimentation, la cosmétologie et la dermatopharmacie. Parmi ces molécules, on retrouve les coumarines, alcaloïdes, acides phénoliques, tanins, lignanes, terpènes et flavonoïdes (**Bahorun, 1997**). Les plantes sont capables de produire de nombreux métabolites secondaires. Avec leur diversité structurale remarquable, ces derniers, également appelés polyphénols, constituent une richesse déjà largement exploitée par les industries agro-alimentaire, cosmétique et pharmaceutique. Les polyphénols (principalement : flavonoïdes, acides phénoliques, tannins) sont présents dans toutes les parties de la plante.

Les polyphénols sont les principaux représentants. Pour échapper aux graves séquelles du stress oxydant, il y a nécessité de maintenir l'équilibre entre oxydants et antioxydants, afin de préserver les performances physiologiques optimales de l'organisme. Une consommation suffisante d'antioxydants s'impose. Les antioxydants alimentaires comprennent des vitamines (A, C et E), mais également des éléments bioactifs qui se trouvent naturellement dans les aliments issus du règne végétal, appelés phytonutriments ou métabolites secondaires, qui sont fortement impliqués en prophylaxie de plusieurs cancers et pathologies chroniques. Source spécifiée non valide..

Actuellement, grâce au développement des méthodes d'extraction et des techniques d'analyses physico-chimiques et biologiques est devenue possible. La recherche d'extraits végétaux riches en molécules à fort pouvoir antioxydant et la mesure de l'activité antioxydante dans différents milieux restent des domaines de recherche importants.

Le présent travail de recherche dont le but principal est d'étudier les activités antimicrobienne et anti-oxydant de trois extraits organiques de la plante *Atriplex halimus* L.

L'objectif principal de ce travail consiste à étudier la valorisation photochimique et l'activité biologique au niveau de la partie aérienne de *l'Atriplex halimus* L.

Notre travail comporte deux grandes parties

- ✓ La partie bibliographique comporte trois chapitres :
- Le premier chapitre : une présentation de la plante étudiée « *Atriplex halimus* L. ».

- Le deuxième chapitre : métabolites secondaires
- Le troisième chapitre : activités biologiques
- ✓ La partie expérimentale est divisée en deux chapitres :
- Le premier présente matériel et méthodes et le deuxième expose les résultats et discussion.

Enfin une conclusion générale comporte les principaux résultats obtenus.



**Première partie: Étude
bibliographique**



Chapitre 1 : Présentation de la plante étudiée

1. la Famille Chénopodiacées

1.1.Généralité

Les *Chénopodiacées* forment une famille vaste de 1400 espèces présentes partout dans le monde. La famille des *Chénopodiacées* se caractérise par des plantes généralement buissonnantes, rarement herbacées, Certains genres possèdent des feuilles à limbe plat et bien développé (*Atriplex*,), mais très souvent les feuilles sont réduites à une gaine entourant la tige, terminée par une pointe coriace, conférant aux rameaux un aspect articulé. Les fleurs, petites et discrètes, sont en partie cachées entre les bractées, avec une floraison généralement automnale.

Le périanthe est composé de cinq pièces membraneuses, persistantes autour du fruit. Dans certains genres, Les calineux, il reste inchangé après la floraison, mais dans d'autres espèces, il subit une transformation de manière différente. Enveloppe indurée soudée à la base du fruit chez *Beta*, *Ira-ganum*, *Nucularia*, éperon dorsal chez *Bassia* ailes triangulaires verdâtres soudées chez *Atriplea* et ailes membraneuses étalées, parfois vivement colorées, chez *Salsola*, *Anabasis*, *Haloxyton* et *Halogeton*.(Ozenda.1991)

2. Le genre *Atriplex*

Il s'agit du genre le plus vaste de la famille des *chénopodiacées*, regroupant plus de 400 espèces, dont 48 sont méditerranéennes, tandis que le reste se trouve dans les zones tempérées et subtropicales. On observe des genres caractéristiques d'*Atriplex* dans les zones polaires, cependant, rares sont ceux (les genres caractéristiques) qui se retrouvent couramment dans les sols salins ou alcalins (Le Houérou, 1992).

2.1 L'espèce *l'Atriplex halimus* L.

2.1.1. Description

C'est une espèce précieuse, elle s'étale presque sur tous les étages bioclimatiques, étage méditerranéen, subhumide, humide, aride, semi-aride, saharien supérieur et inférieur (Houreau, 1992 ; Talamali, 2001) : Elle est reconnue par la tolérance au sel, le pouvoir de maintenir l'équilibre écologique, assure aussi la lutte contre la désertification et, en tant que fourrage. Son feuillage persistant, riche en protéines, est très apprécié durant la longue période de sécheresse estivale, alors que les espèces herbacées ont disparu (Chalbi et Demarly,1991), elle présente également des intérêts économiques et phytothérapeutiques...etc. (Nedjimi, 2013).



Figure 1 : Plantes d'*Atriplex halimus* L photo original

2.1.2. Description Botanique

Atriplex halimus L. (noms usuels : Guettaf, Arroche, Pourpier de mer) arbuste ramifié dès la base, de 1 à 2,5 m de haut. Tige ligneuse à écorce grise-blanchâtre ; feuilles alternes, sempervirentes, légèrement coriaces, gris-argenté sur les deux faces, de forme variable : ovale-rhomboidale à lancéolée, longue de 1-3 cm sur 0,5-2 cm de large, atténuée en pétiole court à la base. Floraison de juillet à octobre. **(Talamali et al., 2001)**. Fleurs mâles jaunâtres, petites, à 5 tépales et 5 étamines ; fleurs femelles verdâtres, sans périanthe, à deux bractéoles opposées. Inflorescences de 20-50 cm en grappes composées, nues ou un peu feuillées à la base ; valves entourant les fruits blanchâtres, entières, arrondies en rein, plus larges (4-5 mm) que hautes (3-4 mm), libres (soudées juste à leur base), lisses (ou à protubérances faibles), sans nervures. *A. halimus* (noms usuels: guettaf, arroche, pourpier de mer) est un arbuste xérohalophytes et nitrophiles de la famille de *Amaranthaceae* **(Kadereit et al., 2010)**.

graines rousses de 1,5 à 2 mm **(Walker et al., 2014)**, diploïdes ($2n = 2x = 18$) **(Nedjimi et al., 2006)**.

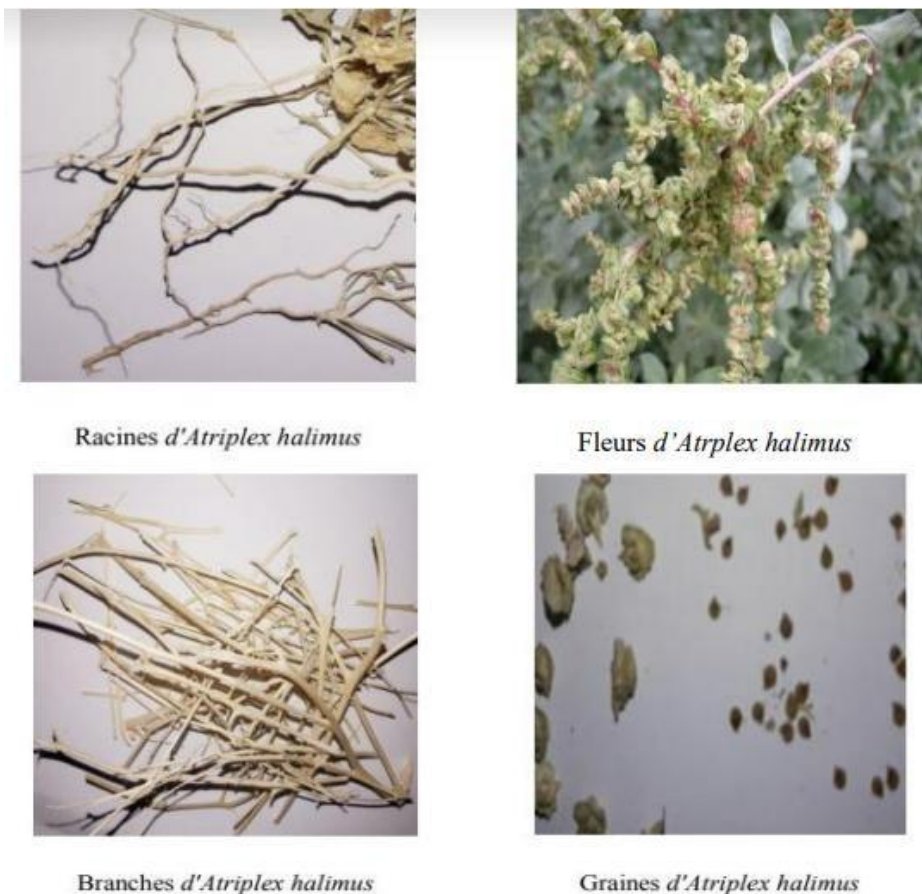


Figure 2 : Image plan de racines, fleurs, branches et graines d'*Atriplex halimus*L (Guettoche, 2021)

2.1.3. Répartition géographique

On retrouve cette espèce fréquemment dans le nord du Sahara et les montagnes du Sahara central, sur des sols rocheux, des pentes argileuses et dans des zones légèrement salines. (Ortiz-Dorda et al., 2005).

L'espèce se développe naturellement sur un territoire assez vaste qui inclut les pays du nord de l'Afrique et du Moyen-Orient, allant des Iles Canaries à l'Iran en passant par le sud de l'Algérie (massif du Hoggar).

En Europe, *Atriplex halimus* L. est présent sur toute la rive Nord de la méditerranée et aussi en Bulgarie. (Berri. 2009).

En Algérie :

L'Atriplex est spontané dans les étages bioclimatiques semi-aride et arides, les plus grandes superficies correspondent aux zones dites steppiques (Batna, Biskra, Bousaada, Djelfa, Saïda, Tebessa et Tiaret). (Pouget, 1980)



Figure 3 :Répartition de l'*Atriplex halimus*.L en Algérie (www.iceland.is)

2.1.4. Taxonomie

L'Atriplex halimus ce classe comme suit :

Embranchement	<i>Spermaphyte ou Magnoliopyta.</i>
Sous-embranchement	<i>Angiospermes</i>
Classe	<i>DicotylédonesouMagnoliopsida.</i>
Sous classe	<i>Caryophyllidae</i>
Ordre	<i>Caryopyllales</i>
Famille	<i>Chénopodiacées</i>
Genre	<i>Atriplex</i>
Espèce	<i>Atriplex halimus</i> (Martinez et al.,2003).

2.1.5. Composition chimique

➤ La composition organique

- Composition organique Elle est influencée par divers facteurs, comme le climat, l'ancienneté de la plante et la saison. Ce matériau végétal est particulièrement riche en protéines, en fibres, ainsi qu'en vitamines A, C et D. (Ouldkadour, 2019 ; Abbade et al., 2004). Les recherches en phytochimie ont également révélé qu'elle est abondante en composés phénoliques, phénols, glycosides de saponine, alcaloïdes, tannins, résines, betaines et flavonoïdes, y compris les flavonols (Benhammou et al., 2009 ; Erdman et al., 2006 ; Bylka et al., 2004 ; Bylka et al., 2001).

Composition minérale→

La plante *Atriplex halimus* L. présente une composition minérale riche en oligo-éléments tels que le fer, le magnésium, le potassium, le sodium, le phosphore et le calcium sur l'ensemble de sa structure (Laouedj, 2017).

teneur en quelques minéraux est définie dans le tableau 01

Tableau 1 : Composition minérale de l'*Atriplex halimus*L. (Ouldkadour, 2019).

Espèce minérale	Teneur en g/kg
Calcium (Ca)	21.5
Phosphore (P)	1.92
Magnésium (Mg)	20.3
Sélénium (Se)	22
Zinc (Zn)	103
Manganèse (Mn)	395

2.1.6. Utilisation

a. Utilisation en économie

La plantation d'*Atriplex* se manifeste comme l'un des meilleurs moyens de réhabiliter pour les zones désertiques et de les remettre à la production. Cette dernière est utilisée comme plante fourragère car son feuillage persistant riche en protéines est très apprécié par les

animaux durant la longue période de sécheresse . Par ailleurs, elle peut contribuer à la valorisation des sols dégradés et à l'amélioration des productions végétales et animales dans plusieurs terre démunies (**Le Houérou, 1992**).

b. Utilisation en écosystèmes

L'importance de l'*A. halimus* dans le fonctionnement des écosystèmes se reflète dans sa promotion du biote du sol, tout en agissant comme plante alimentaire pour les mammifères et les arthropodes. Son système racinaire profond diminue l'érosion du sol dans les zones arides, en raison de la stabilisation du sol. Les pousses riches en protéines d'*A. halimus* en font une espèce fourragère importante pour le bétail, en particulier les ovins et les caprins. Ces applications, ainsi que son utilisation continue dans les systèmes d'agriculture à faible intensité, devraient garantir que alimus reste une espèce végétale vitale dans les régions à faible pluviométrie (**Walker et al., 2013**).

c. Utilisation en phytothérapie

A. halimus (*Amaranthaceae*) était utilisé dans la médecine traditionnelle populaire pour traiter les maladies cardiaques et les troubles thoraciques, comme laxatif, pour soulager les douleurs musculaires et abdominales et pour réguler les sécrétions de la vésicule biliaire (**Chikhi et al., 2014**). Il est également utilisé pour traiter le diabète, le rhumatisme, l'hypertension, infections urinaires (**Idm'hand et al., 2020**), eczéma et cicatrices et morsures (**Miaraetal.,2019**).

2.1.7. Effet indésirable de l'*Atriplex halimus*L .

consommation de cette plante n'est pas nuisible pour l'organisme humain. Cependant, si elle est alimentée avec des fertilisants inhabituels, la teneur en tartrate dans les feuilles s'intensifie et devient toxique. On considère les graines comme toxiques à cause de leur concentration en saponines, même si l'ingestion de cette substance reste faible. La plante contient une grande quantité d'oxalite. C'est pour cette raison que les individus souffrant de problèmes rénaux doivent se garder de trop consommer, car la combinaison du calcium et de l'oxalate est nuisible aux reins. (**Gourri et al., 2014**)



Chapitre 02 : Métabolisme secondaire

Métabolisme secondaire

1. Définition

Les composés produits par les plantes ont été séparés en métabolites primaires et secondaires.

Les métabolites secondaires se trouvent souvent dans une seule espèce végétale ou un groupe apparenté d'espèces, qui interviennent dans protèges des plantes contre la consommation par les herbivores (herbivorie) et contre l'infection par des agents pathogènes microbiens et Ils servent d'attractifs pour les pollinisateurs et les animaux disperseurs de graines et d'agents de compétition plante-plante. (taiz & zeiger, 2002)

Ils sont typiquement produits dans un organe, tissu ou type cellulaire spécifique à des stades particuliers du développement Les métabolites secondaires sont produits à différents endroits de la cellule, mais ils sont emmagasinés surtout dans les vacuoles. (Raven, Evert, Eichhorn, & Bouharmont, 2003)

2. Classification des métabolites secondaires

Les métabolites secondaires des plantes peuvent être divisés en trois groupes chimiquement distincts:

Les terpènes, les composés phénoliques et les composés azotés contenant de l'azote.

(taiz & zeiger, 2002)

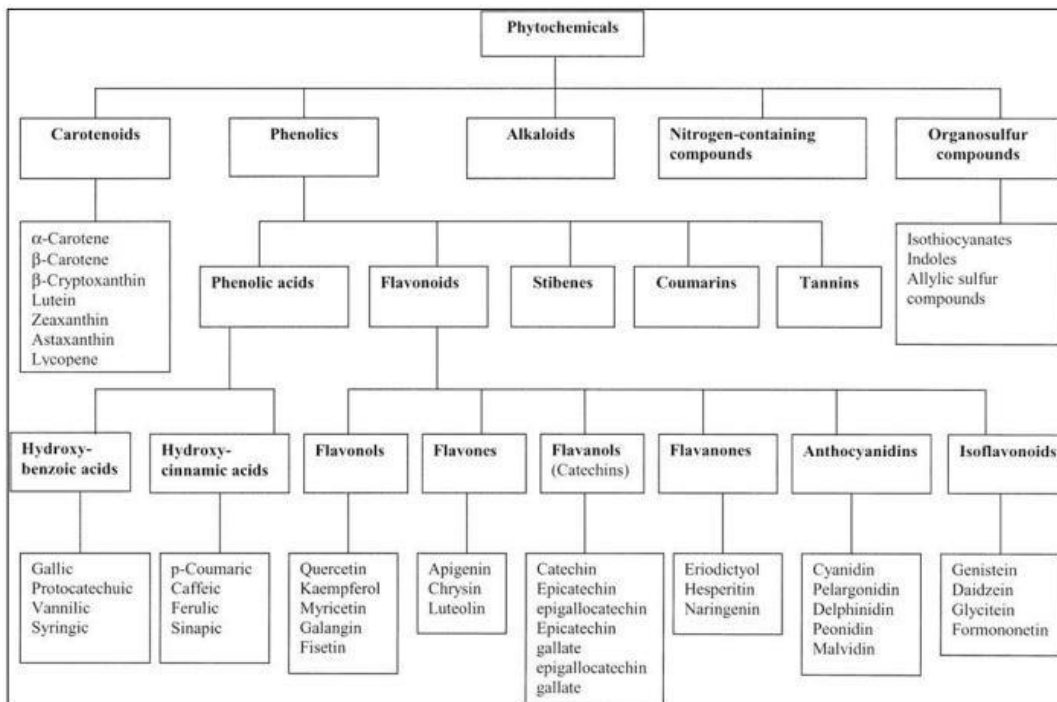


Figure 4: classification des quelques métabolites secondaires (Muanda, 2010)

2.1. les composés phénoliques (polyphénols)

Les composés phénoliques ou polyphénols forment une grande famille de composés chimiques très divers depuis les simples acides phénoliques jusqu'aux grands polymères complexes. (Hopkins, 2003)

Ces composés jouent un rôle fondamental car sont des éléments importants de qualités sensorielles (couleur et caractères organoleptiques) et nutritionnelles des végétaux (Scalbert, Morand, Manach, & Remesy, 2002).

Structurellement, ils sont caractérisés par la présence dans leur structure d'au moins un cycle aromatique (benzénique) à 6 carbones (fig 5), qui porte un nombre variable de fonctions hydroxyles (OH) (Hennebelle, Sahpaz, & Bailleul, 2004)

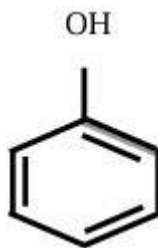


Figure 5: structure de noyau phénol (Sarni-Manchado & Cheynier, 2006)

2.1.2. Classification des composés phénoliques

Il est possible de classer les polyphénols selon le nombre de cycles phénoliques qu'ils contiennent et selon les éléments structuraux qui lient différents cycles entre eux. (Manach, Scalbert, Morand, & Remesy, 2004)

Les principales classes des polyphénols sont :

2.1.2.1. Les Acides phénoliques

Le terme d'acide phénolique peut s'appliquer à tous les composés possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique, on distingue :

a. Acides hydroxycinnamiques

Ils ont une structure générale de base de type (C6-C3) et ils existent souvent sous forme combinée avec des molécules organiques (Sarni-Manchado & Cheynier, 2006)

Tableau 2: principaux acides hydroxycinnamiques (Sarni-Manchado & Cheynier, 2006)

R1	R2	R3	Acides phénoliques
H	H	H	Acide cinnamique
H	OH	H	Acide p-coumarique
OH	OH	H	Acide caféique
OCH ₃	OH	H	Acide férulique
OCH ₃	OH	OCH ₃	Acide sinapique

b. Acides hydroxybenzoïques

sont des dérivés de l'acide benzoïque et ont une structure générale de base de type (C₆-C₁). Ces molécules existent souvent sous forme d'esters ou de glycosides. Les acides hydroxybenzoïques les plus abondants sont répertoriés dans le tableau 3

Tableau 3 : principaux acides hydroxybenzoïques (Sarni-Manchado & Cheynier, 2006)

R1	R2	R3	R4	Acides phenoliques
H	H	H	H	Acide benzoïque
H	H	OH	H	Acide phydroxy benzoïque
H	OH	OH	H	Acide protocatechique
H	OCH ₃	OH	H	Acide vanillique
H	OH	OH	OH	Acide gallique
H	OCH ₃	OH	OCH ₃	Acide syringique
OH	H	H	H	Acide salicylique
OH	H	H	OH	Acide gentsique

2.1.2.2. Flavonoïdes

a. Définition

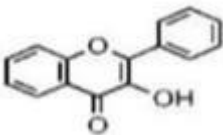
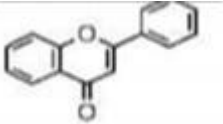
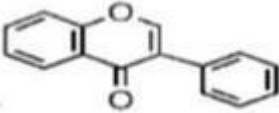
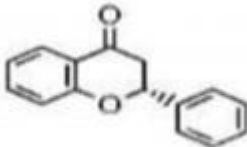
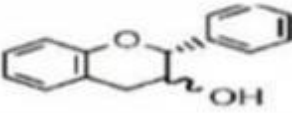
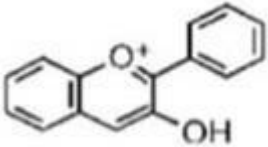
Les flavonoïdes sont l'une des plus grandes classes de composés phénoliques végétaux. Le squelette carboné de base d'un flavonoïde contient 15 atomes de carbone disposés en deux cycles aromatiques reliés par un pont à trois atomes de carbone

Différents types de flavonoïdes remplissent des fonctions très différentes dans la plante, y compris la pigmentation et la défense. (taiz & zeiger, 2002)

b. Classification des flavonoïdes

En basant sur leur squelette, les flavonoïdes peuvent être divisés en différentes classes

Tableau 4 : Structures des squelettes des principales classes des flavonoïdes (Heller et Forkmann. 1993 ; Edenharder et Grünhage. 2003 ; W-Erdman et al. 2005)

Sous classes	structure	exemple	Aliments
Flavonoles		Quercétine Kaempférol Myricétine	Oignon, poireau, brocolis, pomme, chou frisé, olive, tomate
Flavones		Utéoline Apigénine Chryssine	Persil, céleri, thym, romarin, peau des fruits
Isoflavones		Daidzein génistéine glycitein	Soja, aliments de soja, légumineuses
Flavanones		Genisteine Daidzeine Naringénine	Graines de soja et produits qui en dériverent. Fruit de genre citrus
Flavanols		Catéchine gallocatéchine	Vin rouge, thé noire, thé vert, cacao, chocolat
Anthocyanidines		Cyanidine Delphénidine Cyanidol	Raisins, vin rouge, certaines variétés de céréales, casiss

c. propriétés des flavonoïdes

- Les flavonoïdes protègent les plantes contre les radiations UV
- elles sont impliquées dans les processus de défense de la plante contre les infections bactériennes et virales.

- Peuvent moduler la distribution d’auxine, comme elles fonctionnent comme des signaux moléculaires de reconnaissance entre
- les bactéries symbiotiques et les légumineuses afin de faciliter la fixation de l’azote moléculaire.
- Agissent sur la régulation de l’élargissement des tiges et interviennent dans la maturité des fruits.
- Sont à l’origine des goûts amers et astringents afin de repousser les animaux herbivores (**Harrar, 2012**)

2.1.2.3. Les tannins

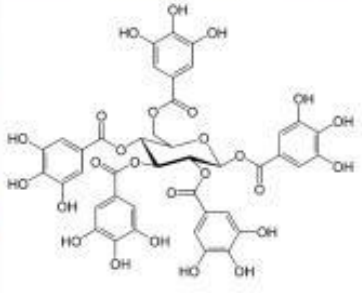
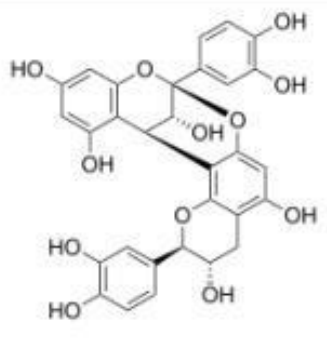
Les tannins sont des polymères phénoliques solubles dans l’eau et ayant un poids moléculaire entre 500 et 3000. Ils ont l’aptitude à précipiter les alcaloïdes, la gélatine et les protéines (**Sereme et al., 2010**).

Les composés phénoliques présentent à des concentrations relativement élevées dans les feuilles de plantes ligneuses très diverses. Les tanins sont isolés dans les vacuoles (**Raven et al., 2014**)

a. Classification des tannins

On distingue deux groupes de tannins différents par leur structure et par leur origine biogénétique et sont subdivisées en deux groupes: Tannins hydrolysables et non hydrolysables ou condensés (**Okuda et Ito, 2011; Adamczyk et al., 2013**)

Tableau 5:deux groupes des tannins

Tannins	Définition	Structure chimique
Tanins Hydrolysables	Il s’agit d’oligo- ou de poly-esters de sucre, souvent le glucose avec des molécules d’acide-phénols. Ils seront alors classés selon la nature de l’acide-phénol en question : les tanins galliques seront dérivés de l’acide gallique alors que les tanins éllagiques seront dérivés de l’acide hexadroxyphénique (Thomas, 2016).	
Tanins Condensés	Ce sont des polymères flavaniques constitués d’unités flavan-3-ols. Ces molécules vont être liées entre elles par des liaisons C-C (type B) ou C-O (typeA). Selon la définition, les homo-polymères sont des tanins condensés présentant uniquement des flavan-3-ols alors que les hétéropolymères présenteront des monomères dse classes différentes (Thomas, 2016).	

2.2. Les alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des molécules d'origine naturelle. On les trouve principalement chez les végétaux, mais aussi chez les animaux et chez certains micro-organismes. (**Zenk et Juenger, 2007**). Généralement, les alcaloïdes sont produits dans les tissus au cours de croissance: jeunes feuilles, jeunes racine. Chez de nombreuses plantes, elles se localisent dans les pièces florales, les fruits ou les graines, ces substances sont trouvées concentrées dans les vacuoles (**Krief, 2003**).

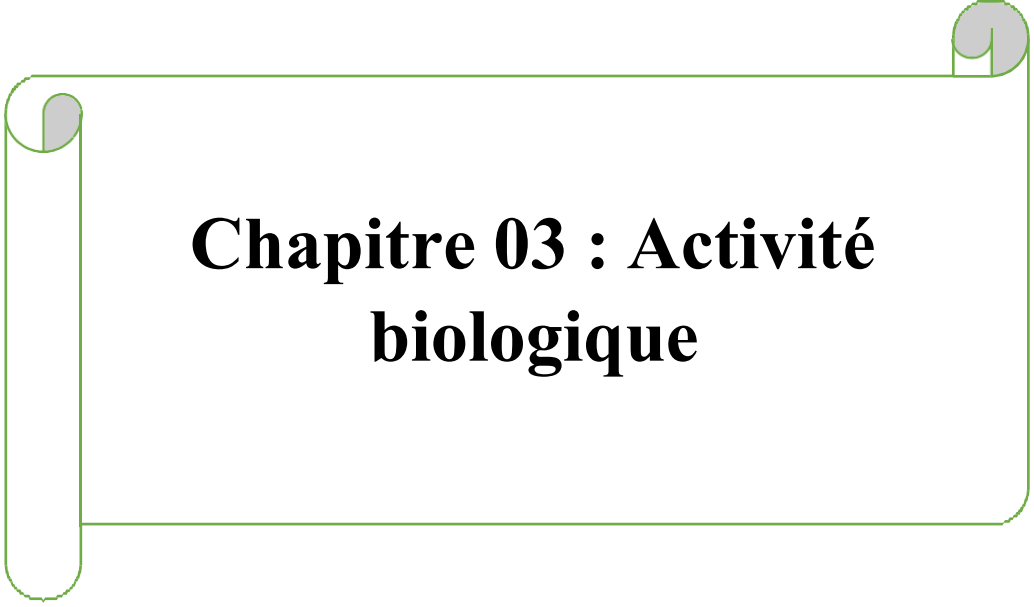
La plupart des alcaloïdes sont dérivés des acides aminés tels que le tryptophane, l'aspartate, (**Cyril, 2001**) Leur structure chimique de base est un hétérocycle azoté sauf pour quelques substances dans lesquelles l'azote est extra cyclique (c'est le cas de la colchicine et de l'éphédrine par exemple).(**Judd & Kellogg, 2002**)

Ils agissent directement sur le système nerveux avec des effets sur la conscience et la motricité. Les alcaloïdes sont amers et utilisés comme apéritifs (**Bruneton, 1993**)

2.3. Les terpènes

Ils sont des hydrocarbures naturels de structure cyclique ou de chaîne ouverte, largement répandus dans le règne végétal, provenant de la voie de l'acide mevalonique (**Bhat et al., 2005**). Leur particularité structurale est la présence dans leur squelette d'unité isoprénique à 5 atomes de carbone (C₅H₈) dérivées du 2-méthylbutadiène (**Bakkali et al., 2008**).

La famille des terpènes comprend des hormones (Gibbérellines et acide abscissique), des pigments caroténoïdes (Carotène et xanthophylle), des stérols (Ergostérol, sitostérol, cholestérol), Ainsi qu'une grande partie des huiles essentielles qui confèrent aux plantes leur parfum ou leur gout (**Hopkins, 2003**) .



Chapitre 03 : Activité biologique

1. Activité antioxydante

Le stress oxydant est impliqué dans le développement de nombreuses maladies telles que les pathologies cardiovasculaires, les cancers, les inflammations et les troubles neurologique (zhang & jope, 1999) . Le resvératrol exerce ses principaux effets biologiques grâce à son pouvoir antioxydant (Orallo, 2006) .Cette activité peut être évaluée in vitro par sa capacité à piéger les radicaux libres ou à chélater les métaux catalysant les réactions oxydatives. En particulier, le resvératrol neutralise l'anion superoxyde, un agent clé dans les dommages oxydatifs. À des concentrations micromolaires, il inhibe également l'oxydation des vésicules lipidiques et des lipoprotéines de faible densité (LDL) (Zou, Huang, Chen, Wei, Cao, & Wu, 2000)

1.1. Les radicaux libres

Les radicaux libres sont des atomes ou des molécules possédant un électron célibataire, ce qui les rend particulièrement réactifs. En effet, cet électron tend à s'apparier, provoquant l'instabilité d'autres molécules. Ces dernières, une fois altérées, se transforment à leur tour en radicaux libres, déclenchant ainsi une réaction en chaîne(Dacosta, 2003) .

1.1.1. Sources

1.1.1.1. Sources endogènes

Les réactions enzymatiques jouent un rôle majeur dans la formation des espèces réactives de l'oxygène (ERO), notamment à travers des enzymes telles que la NADPH oxydase, la lipoxygénase et la xanthine oxydase (présente dans le foie).La mitochondrie, essentielle au bon fonctionnement cellulaire, est le principal site de la respiration cellulaire. Lors de ce processus, l'oxygène est consommé et les réactions de transfert d'électrons (liées à la production d'énergie) génèrent efficacement des ROS. De plus, certains métaux comme le fer et le cuivre présents dans l'organisme peuvent interagir avec des espèces moins réactives pour former des radicaux hydroxyles (Poprac, Jomova, Simunkova, Kollar, Rhodes, & Valko, 2017)..

1.1.1.2. Sources exogènes

Les espèces réactives de l'oxygène (ERO) peuvent également être produites en réponse à divers facteurs environnementaux tels que la pollution, la consommation d'alcool, certains médicaments, une exposition prolongée aux rayons solaires, un effort physique intense ou encore le tabagisme (Kalam, Gul, Singh, & Ankati, 2015) ..Dans les contextes biologiques soumis à un stress oxydatif, les radicaux libres impliqués possèdent en commun la présence d'un électron non apparié, généralement localisé sur un atome d'oxygène ou d'azote. Cette particularité justifie leur classification en espèces réactives de l'oxygène (ERO) et en espèces réactives de l'azote (ERA ou RNS)(Weidinger & Kozlov, 2015)

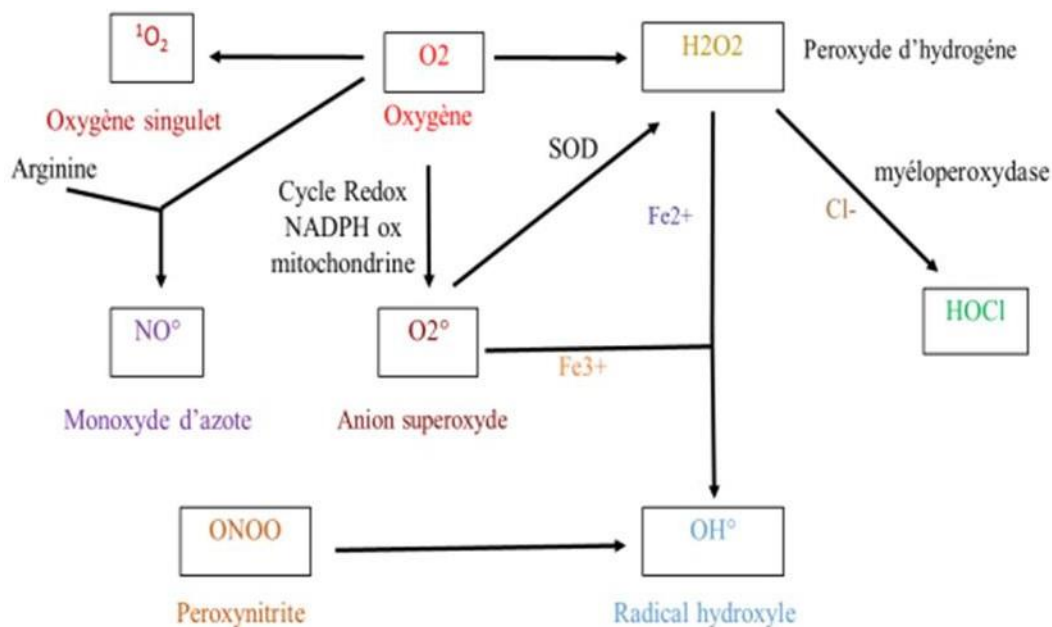


Figure 6 : Origine des différents radicaux libres oxygénés et espèces réactives de l'oxygène (Alain Favier, 2003).

1.2. Stress oxydatif

À l'état quiescent, un équilibre est maintenu entre la production des espèces réactives de l'oxygène (ERO) et la capacité antioxydante intracellulaire. (Michel, Bonnefont Rousselot, Mas, & Draï, 2008) .Dans ces conditions, les cellules conservent un état redox physiologique optimal. (Garnier, Le Moel, & Beaudoux, 2005).On parle alors d'un équilibre entre les agents oxydants et les défenses antioxydantes. Toutefois, cet équilibre peut être rompu dans certaines circonstances, notamment en cas de production excessive de radicaux libres — d'origine endogène (inflammation) ou provoquée par des facteurs environnementaux

pro-oxydants tels que le tabac, l'alcool ou la pollution — ou en raison d'une diminution des capacités antioxydantes, liée par exemple à un apport insuffisant en micronutriments antioxydants ou à une inactivation enzymatique.

Une combinaison de ces facteurs peut également être en cause. Ce déséquilibre entre la production de radicaux libres et les mécanismes de défense antioxydante entraîne une altération de l'état redox cellulaire, appelée stress oxydatif (Ece, et al., 2007) ..Ce stress oxydatif se manifeste par des processus d'oxydation touchant diverses macromolécules biologiques : les acides gras polyinsaturés (AGPI), via l'attaque des doubles liaisons par les radicaux libres ; les (Hausswirth & Gauche, 2006) .protéines, par des modifications structurales ; et l'ADN, par la rupture des chaînes bicaténares Source spécifiée non valide. .L'analyse de ces produits d'oxydation permet ainsi d'évaluer l'intensité du stress oxydatif.

1.3. Antioxydants

Au fil de l'évolution, les organismes vivant en milieu oxygéné, dont l'Homme, ont développé des systèmes de protection contre les effets nocifs du stress oxydatif. Ces mécanismes de défense incluent notamment les antioxydants. La définition de ce terme a évolué avec le temps. Selon (Chipault, 1962) .. un antioxydant alimentaire est une substance capable, même à faible dose, d'empêcher ou de ralentir considérablement l'oxydation de composés sensibles comme les graisses. Une définition plus générale, proposée par(Halliwell & Gutteridge, 1989)..

décrit un antioxydant comme une substance qui, présente en faible concentration par rapport à un substrat oxydable, peut significativement retarder ou prévenir l'oxydation de ce substrat. Cette définition est pertinente car elle n'impose pas un mécanisme d'action unique et souligne l'importance du rapport entre la quantité d'antioxydant et celle du substrat oxydable.

Enfin (Mantle, Anderton, Falkous, Barnes, Jones, & Perry, 1998).. soulignent que certaines molécules comme l'acide urique sont efficaces pour neutraliser certains radicaux libres (comme les hydroxyles) mais inefficaces contre d'autres (comme les oxoferryles). Ainsi, ils suggèrent d'abandonner le terme générique "antioxydant", jugé trop vague, au profit d'une terminologie plus précise, indiquant la nature spécifique de l'espèce oxydante ciblée (par exemple : anti-HO•, anti-LOO•).

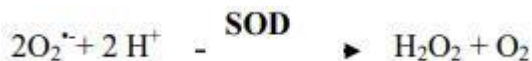
1.4. Mode d actions des antioxydants

1.4.1. Antioxydants enzymatiques

Les antioxydants enzymatiques jouent un rôle préventif en intervenant dès les premières étapes de la formation des radicaux libres. À l'inverse, certains composés non enzymatiques comme l'ascorbate, le tocophérol, l'ubiquinone, l'urée ou encore le glutathion (GSH) agissent comme des « briseurs » de chaînes radicalaires en neutralisant directement ces radicaux oxydants (Buettner & Jurkiewicz, 1993). Il est important de noter que les différentes enzymes antioxydantes n'ont pas toutes la même importance fonctionnelle (Harris, 1992)

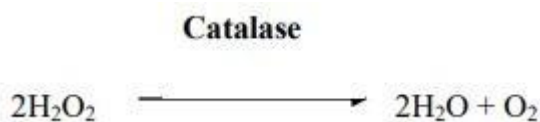
Le système enzymatique antioxydant repose principalement sur trois enzymes : la super oxyde dismutase (SOD), la catalase et la glutathion peroxydase (GPx). Ces enzymes agissent de manière complémentaire pour neutraliser les espèces réactives comme l'ion super oxyde et le peroxyde d'hydrogène, aboutissant à la production d'eau et d'oxygène moléculaire

- Le superoxyde dismutase :

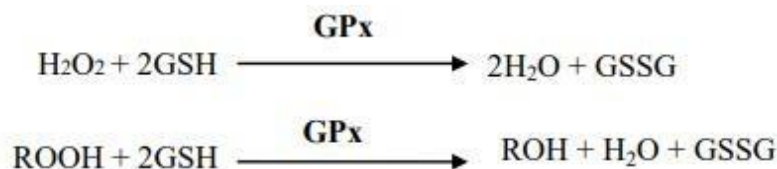


Il existe trois types de SOD : SOD ferreux (Fe-SOD), SOD à cuivre (Cu-SOD) et SOD à manganèse (Mn-SOD).

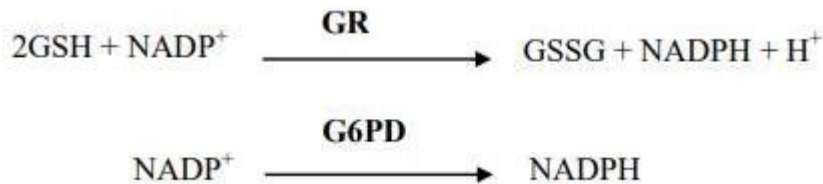
- La catalase :



- Les glutathion peroxydases et réductases



La glutathion réductase (GR), quant à elle, a pour rôle de régénérer le GSH à partir du GSSG. Au cours de cette réaction, la glutathion réductase utilise un cofacteur, le NADPH. Cette réaction produit du NADP⁺ qui sera régénéré en NADPH pour une utilisation ultérieure, par une autre enzyme, le G6PD (glucose-6-phosphate-déhydrogénase) :



Au total, le mécanisme réactionnel invoqué dans la détoxification active peut être résumé dans le schéma suivant :

1.4.2. Les antioxydants non enzymatiques

comme les vitamines E (α -tocophérol) et vitamines C (acide ascorbique) et les polyphénols issus des végétaux (flavonoïdes, xanthones, coumarines, caroténoïdes, dérivés d'acide phénolique, tanins, anthocyanines,...etc). La plupart de ces composants ne sont pas synthétisés par l'organisme et doivent être apportés par l'alimentation.(Favier, 2003)

2. Activité antibactérienne

2.1. Généralité

L'activité antibactérienne désigne la capacité d'une substance (naturelle ou synthétique) à inhiber la croissance ou à tuer des bactéries. Elle est évaluée en laboratoire à l'aide de tests microbiologiques tels que la méthode de diffusion sur gélose (méthode de Kirby-Bauer), la détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI) ou de la concentration minimale bactéricide (CMB)(Balouiri, Sadiki, & Ibsouda, 2016)..

2.2. Description des bactéries étudiées

➤ *Bacillus cereus* 14579 ATCC

Bacillus est un genre majeur de bactéries, regroupant des bacilles à Gram positif, formant des endospores, aérobies ou anaérobies facultatifs. Il s'agit d'un taxon présentant une grande diversité phénotypique et phylogénétique. Les espèces de *Bacillus* sont largement répandues dans l'environnement (RITSUKO, RYUJI, KIYOSHI, & HIROMU, The Study of Diversity in Sporulation among Closely Genetically Related *Bacillus cereus* Strains, 2022)

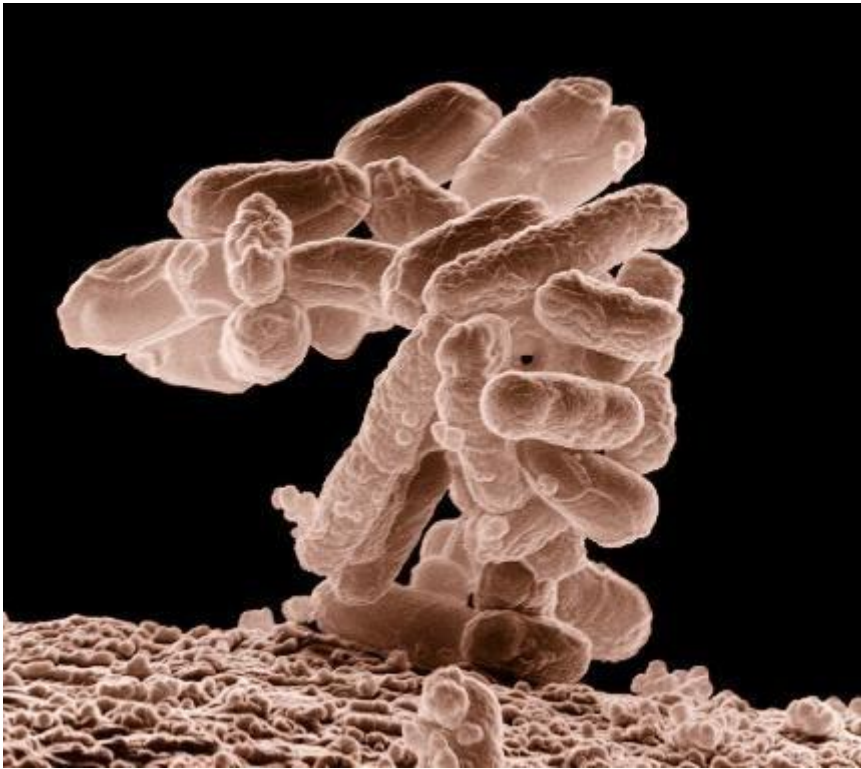


Figure 7 : Photo microscopique de bacterie
Bacillus cereus (Nishimura2003).

➤ ***Staphylococcus aureus* 25923 ATCC**

Elles sont représentées sous forme de cocci isolés et peuvent former des grappes ressemblant à des grappes de raisin (*Kloos & Bannerman, 1994*) ..Ces bactéries sont des anaérobies facultatifs, non mobiles et n'ont pas la capacité de sporuler. Les staphylocoques présentent une tolérance aux fortes concentrations de sel ainsi qu'une résistance à la chaleur.

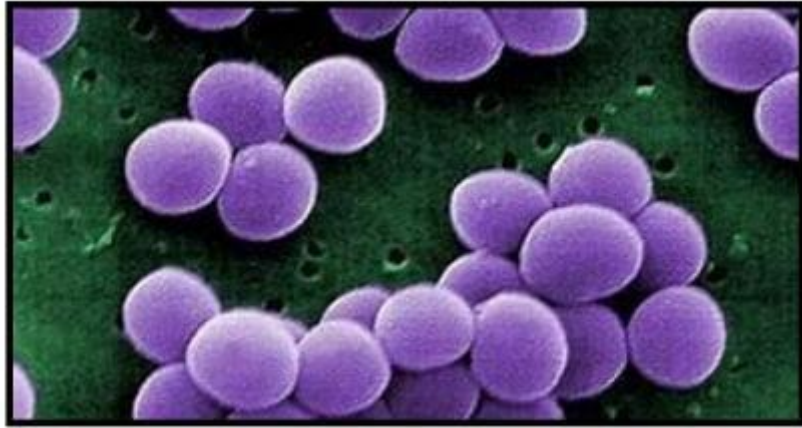


Figure 8 : Photo microscopique de bactérie *Staphylococcus aureus* (kaper, 2004)

➤ ***Escherichia coli* 25922 ATCC**

Un habitat majeur d'*Escherichia coli* est le tractus intestinal inférieur. En effet, *E. coli* a été isolée pour la première fois par Theodor Escherich à partir d'un échantillon de selles humaines en 1886. Parmi les premières bactéries à coloniser le tractus intestinal des nourrissons humains, *E. coli* établit une population stable d'environ 10^8 UFC/g de fèces à l'âge adulte. Le tractus intestinal est un environnement pauvre en oxygène, et *E. coli* est une bactérie anaérobie facultative. (Hufnagel, DePas, & Chapman, 2015).

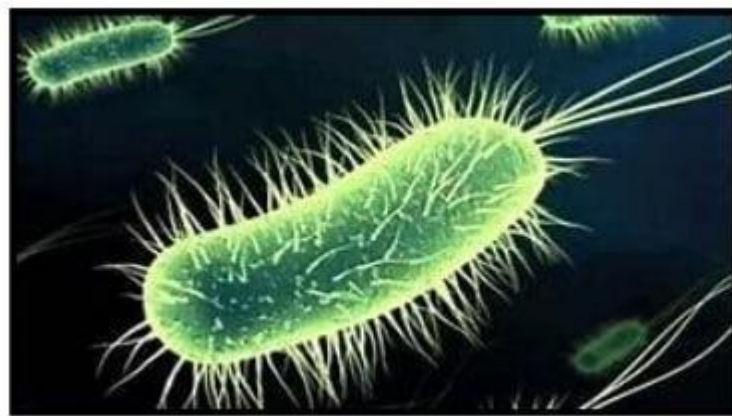


Figure 9 : Photo microscopique de bactérie *Escherichria coli* (kaper, 2004)

➤ ***Salmonella typhimurium* 13311 ATCC**

Les salmonelles sont des bactéries communément retrouvées dans le monde animal (Le Minor & Véron, 1989). Ces bactéries représentent certainement le genre le plus complexe et le plus vaste de la famille des Enterobacteriaceae (Grimont *et al.*, 2000). Les bactéries du genre *Salmonella* sont des bacilles à Gram négatif, généralement mobiles. Ces

bâtonnets, de 2 à 3 μm de long, sont mésophiles et peu exigeants sur le plan nutritionnel (*Le Minor et Richard, 1993*).



Figure 10 : Photo microscopique de bactérie *salmonella tyhimiurum* (**Moyées2011**).



Deuxième Partie : partie expérimentale



Chapitre 01 : Matériels Et Méthodes

1. Matériel végétal

➤ Identification de la plante

Notre identification végétale a été réalisée au laboratoire de biologie végétale, faculté des sciences naturelles et de la vie, université de Mohamed Boudiaf à M'sila. Le matériel végétal utilisé dans cette étude expérimentale est la partie aérienne de la plante *Atriplex halimus* L.L. récoltée en 2025 dans la wilaya de M'sila.

➤ La récolte

La plante a été collectée dans la wilaya de M'sila par le docteur Belkassam Abdelouahab, qui exerce à l'université de M'sila. Elle a ensuite été séchée à température ambiante dans un endroit bien ventilé et stockée dans des sacs en papier pour une utilisation future.

➤ But de travail

Les buts de notre étude sont :

- Extraction des substances bioactives de l'espèce *Atriplex halimus* par macération
- Etudes phytochimiques à la recherche de certains composés actifs, en particulier les flavonoïdes
- Activités biologiques (antioxydant et antimicrobienne).

➤ broyage

Les feuilles d'*Atriplex halimus* L. sont broyées en poudre fine à l'aide d'un broyeur électrique puis tamisée à 0,5 mm.

2. Caractérisation quantitatives des extraits

L'extraction par macération dans le méthanol aqueux permet d'obtenir des composés phénoliques à partir des feuilles et tiges de la plante.

2.1 Principe de macération

La macération est un procédé qui consiste à laisser séjourner un solide dans un liquide pour en extraire les composés solubles, ou bien pour qu'il absorbe ce liquide afin d'en obtenir le parfum ou la saveur, pour le conserver ou pour qu'il s'y décompose. Les solvants alcooliques sont capables d'augmenter la perméabilité des parois cellulaires en

facilitant l'extraction d'un plus grand nombre de molécules polaires, de moyenne et de faible polarité (Dahmani & Dahmani, 2018).

2.2. Extraction type solide/liquide

➤ Préparation des extraits

- Après le broyage une quantité de 50g de poudre des parties aériennes de la plante est macéré dans une solution qui contient méthanol (80 : 20 v /v) .
- Le mélange a été placé dans un agitateur linéaire pendant 1 heure .
- nous mettons le mélange au réfrigérateur pendant 24 heures .
- ensuite filtré par papier filtre
- cette opération est répétée trois fois
- Après filtration par papier filtre, le filtrat est concentre au Rotavapeur
- Séchage.
- Récupération du produit.
- Conserver à + 4 ° C jusqu'à utilisation (figure 1)

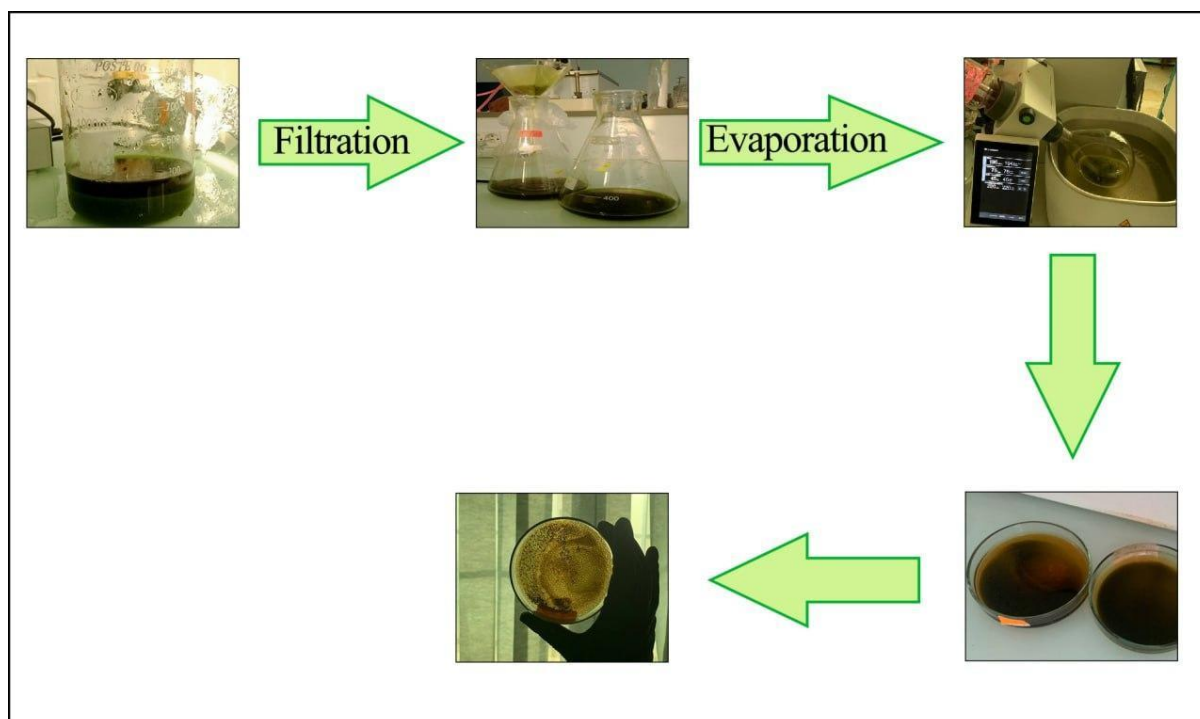


Figure 11 : Les différentes étapes de l'extraction (A: Macération, B: Filtration, C: Evaporation, D ,E :

➤ Calcul du rendement de l'extrait

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.

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

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

2.3. Extraction type liquide /liquide

Les composés phénoliques et les flavonoïdes ont été extraits de l'extrait méthanolique sec à l'aide de deux solvants organiques reconnus pour leur efficacité dans l'extraction de ces composés : l'acétate d'éthyle et le n-butanol.

Dans un premier temps, mettre l'extrait brut de la plante dans un bécher et ajouter 80 ml d'eau distillée chaude et bien mélanger.

Dans une ampoule à décanter placer l'extrait brut et mélangé avec 30mL d'acétate d'éthyle dans une ampoule à décanter. Le mélange a été vigoureusement agité, puis laissé au repos jusqu'à la séparation en deux phases : une phase organique (coté supérieur) et une phase aqueuse (coté inférieur). La phase organique a été récupérée et transférée dans un récipient en verre. Cette opération a été répétée trois fois.

La même procédure a été suivie avec le n-butanol, en remplaçant simplement l'acétate d'éthyle par ce solvant.

A la fin de cette d'extraction a permet d'obtenir deux extraits organiques sont :

- Extrait d'acétate d'éthyle (EAcOET.)
- Extrait n-butanol (En-BuOH.)

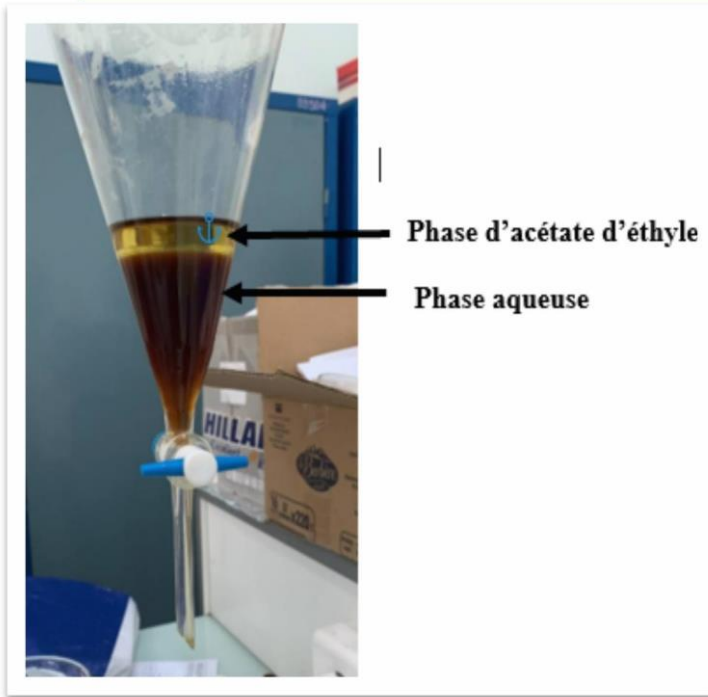


Figure 12 Extraction liquide liquide par l'acétate d'éthyle



Figure 13 Extraction liquide liquide par n-butanol



Figure 14 : Méthode d'extraction des flavonoïdes

3. Caractérisation qualitatives des extraits

Chromatographie sur couche mince (CCM)

La chromatographie sur couche mince (CCM) est une méthode de séparation chimique des composés chimiques. Il s'agit d'une analyse qui présente des aspects qualitatifs et quantitatifs et fonctionne comme ceci : un échantillon - c'est-à-dire le composé chimique à analyser - est appliqué sur une fine couche de matériau absorbant sur une plaque de verre ou de plastique. Cette fine couche, également appelée support stationnaire, interagit avec l'échantillon et un solvant qui se déplace le long du support, séparant ainsi les composants de l'échantillon en fonction de leurs interactions chimiques.

➤ Principe :

Le principe de la chromatographie sur couche mince repose sur l'entraînement d'un échantillon dissous par une phase mobile à travers une phase stationnaire. Après que l'échantillon a été déposé sur la phase stationnaire, les substances migrent à une vitesse qui dépend de leur nature et de celle du solvant (Antonot et al., 1998).

➤ Mise en œuvre pratique :

Préparation des plaques CCM :

Les plaques utilisées sont des plaques en gel de silice de type Kiesel gel 60F254 de 0.25 mm d'épaisseur, déposées sur feuille d'aluminium. Ces plaques sont découpées selon les dimensions : 5 cm de large, et 10 cm de long

- à environ 1 cm du bas de la plaque, tracer délicatement une ligne au crayon à papier
- indiquer sur cette ligne trois positions des dépôts que nous avons effectués

➤ Préparation de la phase mobile La phase mobile :

est constituée par un mélange de solvants organiques. Pour cela, différents systèmes solvants ont été essayés pour définir ceux qui donnent les meilleures séparations

Tableau 6 : les différents Systèmes utilisés pour la CCM de gel de silice (Belkassam, 2009).

Systèmes solvants	N°	Proportion	Référence
Hexane / Acétet dethyle	1	(1 : 4)	(Belkassam, 2009)
CH ₂ Cl ₂ / heptone	2	(4 : 1)	
Hexane / chloroforme / MeOH	3	(7 : 4 : 0,25)	
CH ₂ Cl ₂ / MeOH	4	(9,5 : 0,5)	

➤ des dépôts :

Les extraits de la plante sont solubilisés dans le chloroforme et sont déposés sur la plaque à l'aide d'une pipette Pasteur à des points repères situés à 1 cm du bord inférieur de la plaque, on peut effectuer plusieurs dépôts successifs du même analyte en même endroit, cette pratique permet de concentrer l'analyte. La même procédure a été suivie avec l'extrait d'acétate d'éthyle et l'extrait n-butanol dans la même plaque.

➤ Développement des plaques :

Chaque plaque est placée dans un bécher contenant des solvants organiques. La plaque est disposée verticalement dans le bécher. La lecture des résultats se fait lorsque les solvants organiques atteignent la ligne située à 1 cm du bord supérieur de la plaque.

➤ Révélation :

Pour la lecture des résultats, la plaque est séchée à température ambiante, puis placée dans une chambre à UV à une longueur d'onde de 365 nm. Le comportement des composés organiques est exprimé par le taux d'absorption R_f , calculé selon la formule suivante :

$$R_f = d / D$$

d : la distance parcourue par la molécule .

D : la distance parcourue par la phase mobile (front du solvant).

4. Activités biologiques

Nous avons effectué deux essais pour évaluer les activités biologiques.

Activité antioxydante

➤ Le test du DPPH

De nombreuses méthodes sont utilisées pour l'évaluation de l'activité antioxydante des composés phénoliques purs ou des extraits. Le test de DPPH a été utilisé au cours de notre étude. C'est une méthode colorimétrique basée sur la capacité des substances dites antioxydantes à donner un électron au radical synthétique DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle). Cette réduction se traduit par un changement de la couleur violette de la solution éthanolique de DPPH vers une coloration jaunâtre (Figure 13).

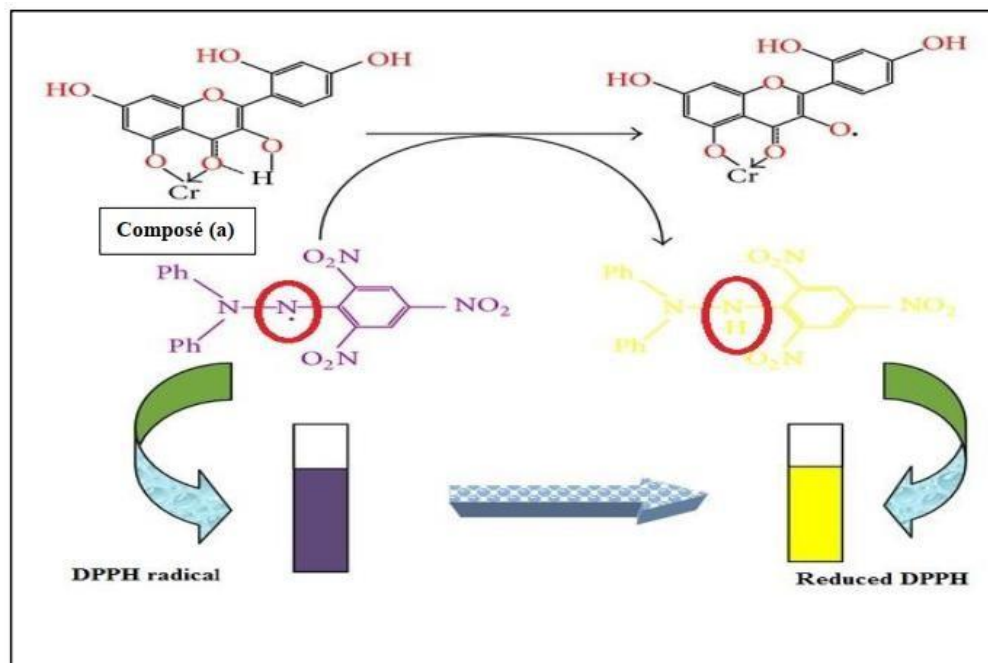


Figure 15 :

La forme réduite DPPH et la forme radical DPPH

➤ Mode de opération

Activité antioxydante des extraits de plantes par dosage du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) :

La solution de DPPH est préparée en dissolvant 4 mg de DPPH dans 100 mL de méthanol. La méthode consiste à répartir différentes concentrations de dilutions de l'extrait de plante dans une microplaque de 96 puits, chaque puits ayant une capacité de 200 μ L. Ensuite, 160 μ L de la solution méthanolique de DPPH est ajoutée à chaque puits.

Le mélange est incubé à température ambiante et dans l'obscurité pendant 30 minutes. Après l'incubation, la variation d'absorbance est mesurée à une longueur d'onde de 517 nm. Le pourcentage d'inhibition est ensuite calculé, ce qui permet de déterminer l'efficacité relative des composés ou des extraits végétaux en tant qu'antioxydants.

L'activité antioxydante est estimée en pourcentage d'inhibition ou pourcentage d'activité antioxydante, selon la formule suivante :

- % d'activité antioxydante = $[(Abs_{\text{control négatif}} - Abs_{\text{échantillon}}) / (Abs_{\text{control négatif}})] \times 100$
- $Abs_{\text{control négatif}}$ est l'absorbance du témoin (contenant tous les réactifs sans le produit à tester).
- $Abs_{\text{échantillon}}$ est l'absorbance du test.

Le graphique de la variation du pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration permet de déterminer l'IC50 correspondant à 50 % d'inhibition, ce qui constitue l'activité antioxydante. Cette valeur est comparée à celle trouvée pour le composé de référence.

5. Évaluation de l'activité antibactérienne

➤ Principe :

L'activité antibactérienne est évaluée par la méthode d'aromatogramme qui permet de déterminer la sensibilité des différentes espèces bactériennes. Elle consiste à placer des disques en papier de Whatman de 6 mm de diamètre sur un milieu gélosé ensemencé avec une suspension de différentes souches bactériennes testées.

Après incubation, les colonies se développent à la surface de la gélose, laissant des zones vierges autour des puits appelées zones d'inhibition. Le diamètre de ces derniers est proportionnel à l'activité bactériostatique de l'extrait sur la souche testée. Plus il est élevé, plus la souche est dite sensible. Cette activité peut s'exprimer directement en indiquant le diamètre de la zone d'inhibition en millimètre. (Hayes et Markovic, 2002).

➤ Matériel bactériologique et milieux:

• Origine des souches bactérienne

L'étude de l'activité antimicrobienne des composantes essentielles de *Atriplex halimus* L. a été réalisée. Deux bactéries à Gram positif ont été testées : *Bacillus cereus* (ATCC 11778) et *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), ainsi que deux bactéries à Gram négatif : *Escherichia coli* (ATCC 25922) et *Salmonella enterica* (ATCC 43972).

➤ Préparation des milieux de culture

La gélose Muller Hinton stérile prête à l'usage sont coulée dans des boîtes de pétri stériles de 90 mm de diamètre à raison de 4mm d'épaisseur répartie uniformément dans les Boîtes.

➤ Préparation des dilutions d'extrait

Les extraits bruts de *Atriplex halimus* L. ont été dilués par les mêmes solvants utilisés pendant la macération (extrait brut, extrait d'acétate d'éthyle et extrait n-butanol). On prépare 4 tubes en verre stériles pour préparer les différentes concentrations avec quatre

dilutions successives (Sm, 1/2,1/4,1/8). Le premier contient la solution mère le deuxième contient 1ml de l'extrait avec 1ml DMSO. On ajoute dans le troisième tube (1/4) 1ml DMSO et 1ml de l'extrait du deuxième tube (1/2) On répète le procédé jusqu'ont terminé

➤ **Préparation des disques**

Les disques sont préparés à partir de papier filtre, d'un diamètre de 6 mm. Après un tube à essai, il est stérilisé en autoclave à 120C0 pendant 30 minutes

➤ **Préparation des bactéries**

Différentes souches bactériennes sont transplantées dans des boîtes de pétri puis incubées à une température de 37 pendant 24 heures pour obtenir une jeune culture, une seule de ces colonies est utilisée pour préparer le vaccin en le plaçant dans des tubes contenant du sérum physiologique stérile

➤ **Culture**

- Cette culture est réalisée en milieu stérile en présence d'une flamme Bunsen.
- Un écouvillon stérile est plongé dans le tube contenant la solution physiologique.
- Nous essuyons la boîte de pétri et la tournons à un angle de 60 degrés, en veillant à ce que l'écouvillon tourne sur lui-même à la fin de la rotation.
- Ce processus est réalisé avec tous les types de bactéries à étudier.
- Après cela, les disques qui sont placés dans les concentrations préalablement préparées sont placés ; elles ont été trempées à l'extrait à l'aide de micropipettes et déposés délicatement sur la surface de gélose (MH).
- Ensuite, les boîtes de pétri sont placées dans l'incubateur à une température de 35 pendant 24 heures .
- Enfin, les résultats sont lus, avec l'apparition d'une zone claire autour des disques.



Chapitre 02 : Résultats et Discussions

1. Evaluation des techniques d'extraction :

Atriplex halimus L est une plante médicinale contenant des principes actifs qui agissent directement sur les processus physiologiques de l'organisme humain. Elles sont utilisées aussi bien en médecine traditionnelle qu'en phytothérapie moderne. Dans le but de rechercher les différentes classes des substances secondaires dans les strates d'*Atriplex halimus* L ,

nous avons effectué des tests phytochimiques, utilisant différents solvants à polarité permettant de séparer des composés. La détection de ces composés chimiques par étude qualitative et quantitative (flavonoïdes) totaux, CCM) et en utilisant le spectrophotomètre UV ainsi que différentes techniques d'analyse.

1.1. Rendements d'extraits :

Pour évaluer les activités biologiques de notre plante, nous avons préparé différents extraits. grâce à des solvants de polarité différente. Le méthanol a été utilisé dans une extraction solide-liquide de la plante. L'extrait brut obtenu a été fractionné par extraction liquide- liquide pour donner l'extrait acétate d'éthyle (EAc) et l'extrait butanol (En-Bu).

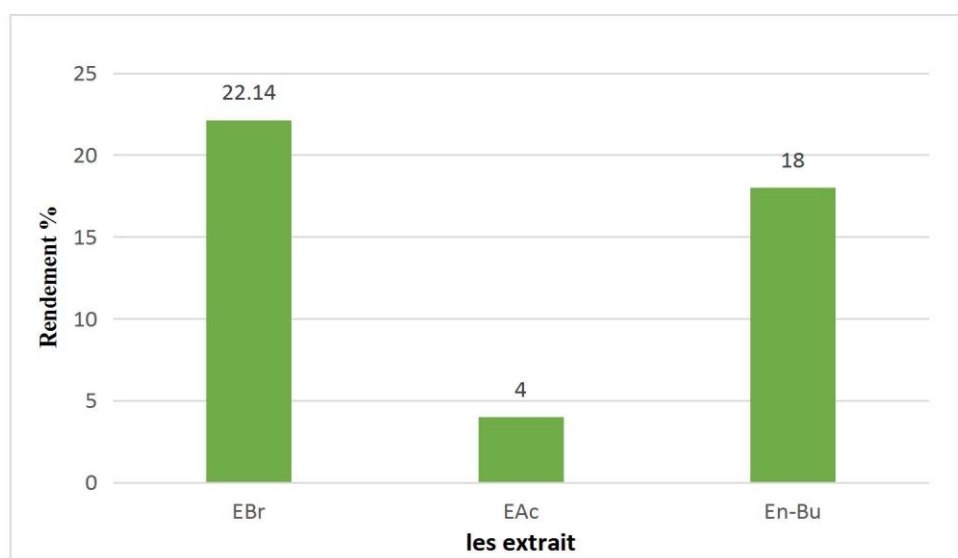


Figure 16 : Rendement des différents extraits de l'espèce *Atriplex halimus*L.

Le rendement est calculé par rapport au poids de la matière sèche de rendu en poudre, les résultats ont été exprimés en pourcentage.

D'après les résultats, (fig 15) les rendements sont variables selon le type d'extrait. Où le rendement d'extrait acétate d'éthyle (EAc) le faible rendement (4%), l'extrait botanique (18%). On note aussi que le rendement de l'extrait brut représente le rendement le plus élevé

(22,14%).

D'une étude entreprise par (El- Aid ;2025) un rendement de (31.33%) L'extrait brut a été obtenu à partir de la partie aérienne de la plante *Atriplex halimus* L, C'est un pourcentage nettement supérieur à celui obtenu dans notre cas (22.14%).

En outre, Belhadj Tahar et al. (2015) ont apporté des valeurs inférieures du pourcentage de rendement dans les extraits acétate d'éthyle et botanique de partie aérienne d'*Atriplex halimus*L. (0,40 %, 5,96 % respectivement) à celles obtenues dans notre travail.

2. Analyse qualitative des extraits de la plante *Atriplex halimus* L .

2.1.Chromatographie sur CCM

Pour effectuer une analyse qualitative du contenu phénolique de l'extrait brut (Ebrt) de la plante *Atriplex halimus* L.en utilisant la technique de chromatographie sur couche mince (CCM). Cette technique permet de déplacer, de séparer et d'analyser les composés chimiques présents dans l'extrait. L'un des avantages de cette technique est sa facilité de mise en œuvre par rapport aux autres techniques de chromatographie.

Dans notre étude, nous avons séparé les composés chimiques grâce à 4 systèmes de solvants de polarité différente. Après analyse par chromatographie sur couche mince, les taches les substances obtenues ont été identifiées par leur couleur et leur valeur Rf sous lumière UV.Les résultats sont présentés dans les figures et le tableau joints.

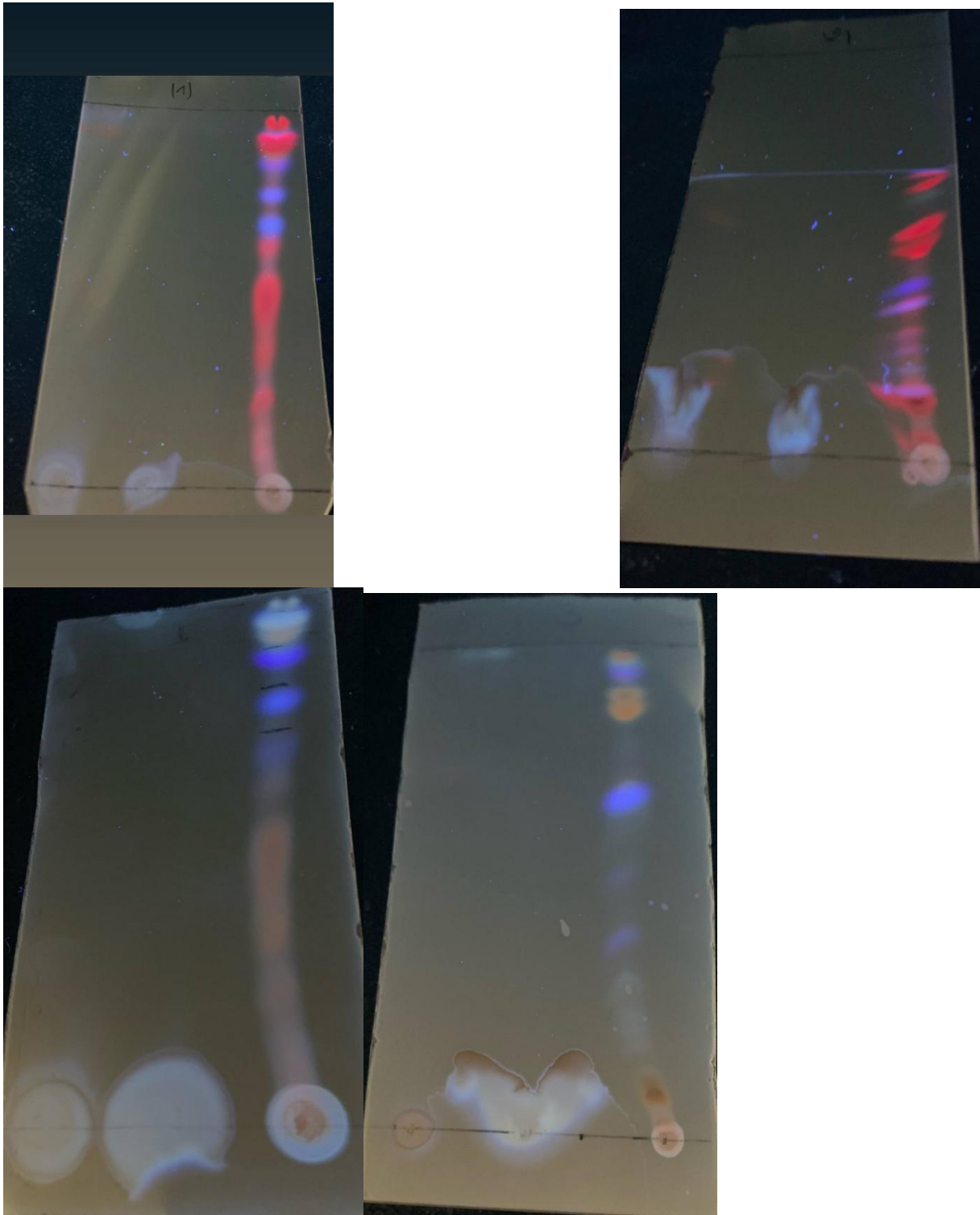


Figure 17 : Révélation de plaque CCM de gel de silice de EBrt, EAcoEt et EnBuOH de *Atriplex halimus* L. sous lampe UV365 nm de S1, S2, S3, S4.

Tableau 7 : les rapports frontaux(Rf) et les couleurs des spots obtenus dans 4 systèmes par

Numéro de system	Extrait brut	
	N des spots	RF (cm)
Système 1 Hexane / Acétet d'éthyle	1	0,97
	2	0,87
	3	0,78
	4	0,68
System 2 CH₂ Cl₂ / heptone	1	0 ,38
	2	0,20
	3	0,70
System 3 Hexane / chloroforme / MeOH	1	0,66
	2	0,77
	3	0,86
	4	0,96

CCM dans l'extrait brut de la plante

Dans les études de chromatographie sur couche mince (CCM) pour l'extrait brut, extrait butanolique et acetate d'éthyle, les résultats de l'extrait brut tous systèmes, qui sont des systèmes à haute polarité, ont produit plusieurs spots mais la fraction d'extrait n-butanol et acetate d'éthyle ne contienne que un spots dans tous les systemes .

Les résultats obtenus par le nombre de spots présentes sur les plaques indiquent que L'extrait brut contient un plus grand nombre de composés que les autre extraits .

3. Résultats activité biologiques de la plante :

3.1. Activité antioxydante :

L'activité antioxydante se définit comme la capacité d'une substance à neutraliser les radicaux libres, molécules instables impliquées dans divers processus de dégradation cellulaire.

Pour évaluer cette activité dans nos extraits, nous avons eu recours à la méthode du DPPH, un radical libre stable caractérisé par une couleur violet foncé.

En présence d'un antioxydant, le radical DPPH est réduit, ce qui entraîne une décoloration progressive de la solution vers une teinte jaune pâle.

La vitesse ainsi que l'intensité de ce changement de couleur dépendent directement de la nature, de la concentration, et de l'efficacité de la substance antioxydante testée.

L'extrait brut : Les résultats sont présentés dans figure suivante.

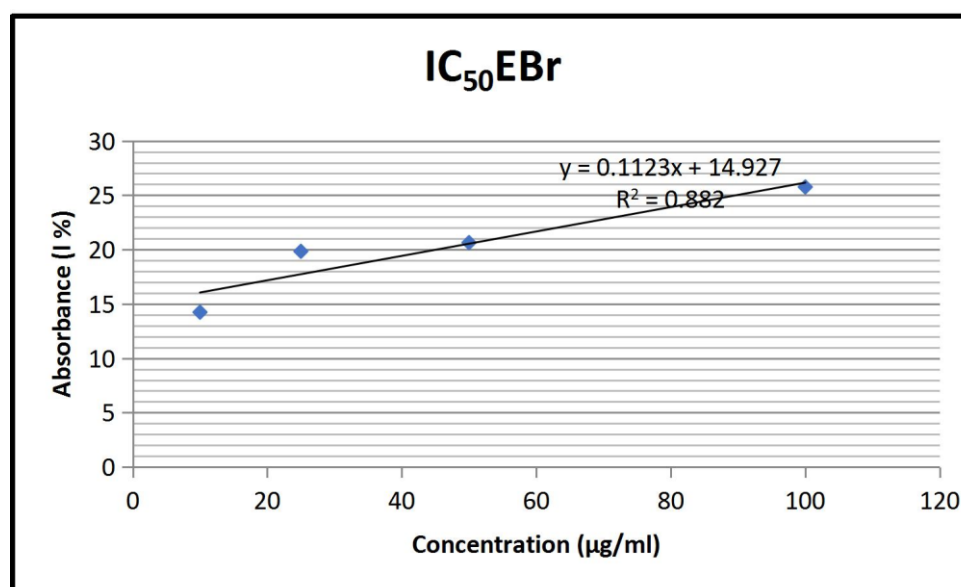


Figure 18:l'effet antioxydant d' EBr

$$IC_{50} = 313,21 \mu L / ml$$

L 'extrait d'acétate d'éthyle :Les résultats sont présentés dans figure suivante.

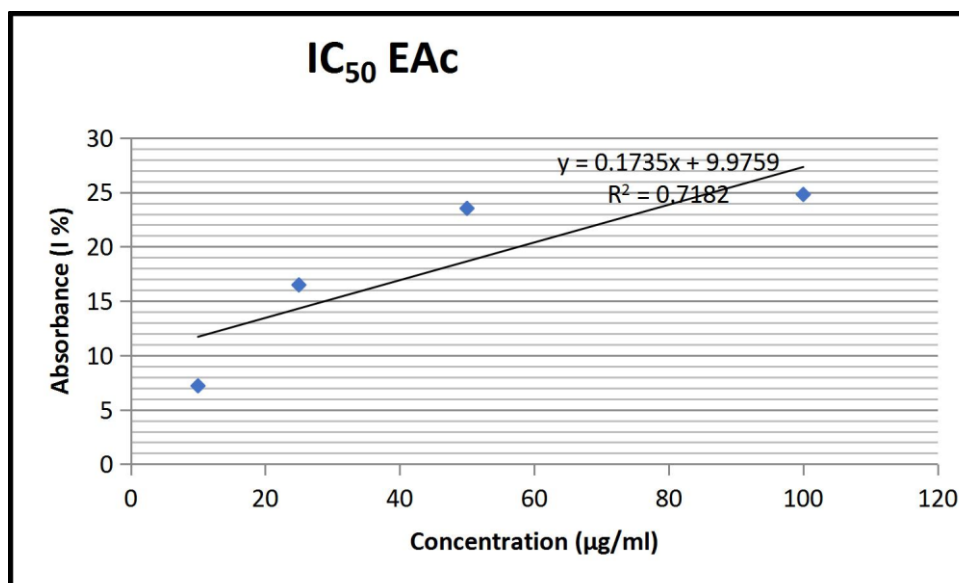


Figure 19: l'effet antioxydant d'EAc

$$IC_{50} = 231,35 \mu L / ml$$

L'extrait n-butanol : Les résultats sont présentés dans figure suivante

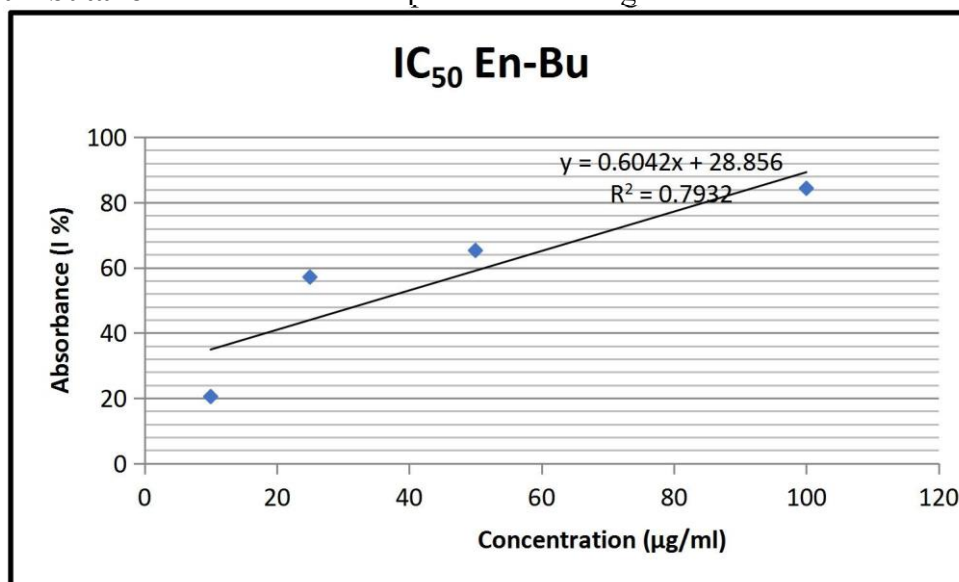
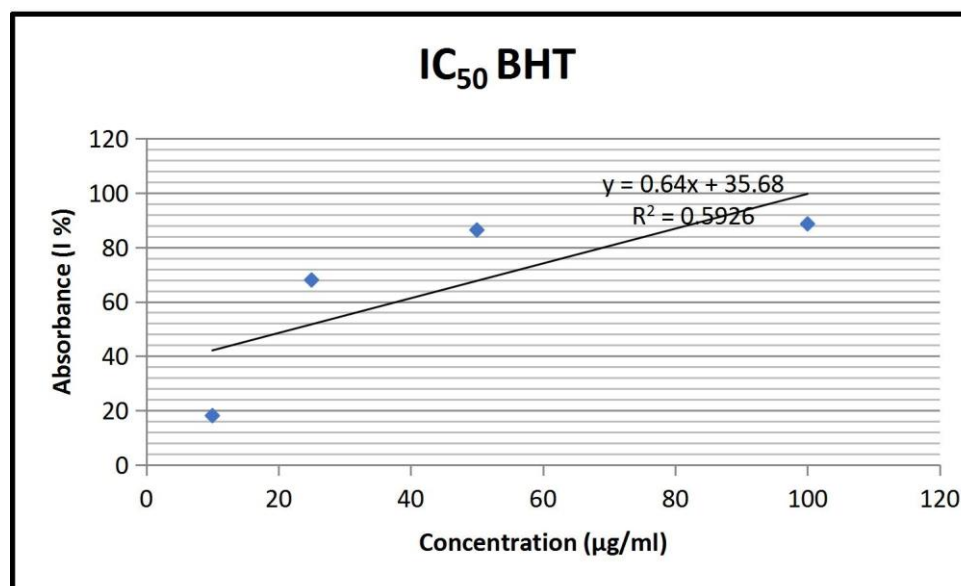


Figure 20: L'effet antioxydant d'En-Bu

$$IC_{50} = 35,01 \mu L / ml$$

témoin BHT :Les résultats sont présentés dans figure suivante



$$IC_{50} = 22,37 \mu\text{L} / \text{ml}$$

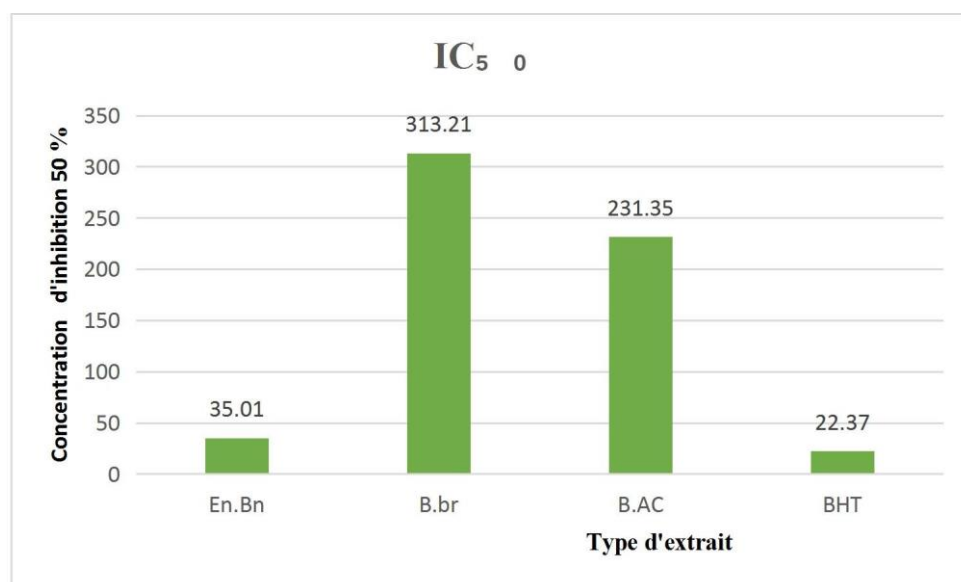


Figure 21 : IC₅₀ des différents extraits

Les résultats expérimentaux obtenus ont montré que la concentration d'IC₅₀ d'DPPH des extraits brut et acétate d'éthyle d'*A.halimus* sont de (313,21 µg / ml 231,35µg / ml, respectivement). Ces concentrations inhibitrices sont significativement plus élevées que

Chapitre 02 : Résultats et Discussions

celle du témoin, dont l'IC₅₀ est estimée à 22, 37 µg / ml Quant à extrait butanolique, 35,01 µg / ml il a révèlent la meilleure activité par rapport au témoin

L'étude de **Belhadj Tahar et al. (2015)** sur l'extraits acétate d'éthyle montrent la même efficacité de notre avec des IC₅₀ de 230 µg/ml et L'extrait butanolique est très faible de notre avec 405 µg/ml

3.2. L'activité antibactérienne

Le dépistage de l'activité antibactérienne des extraits méthanolique de la plante *Atriplex halimus* L. obtenus vis-à-vis de quatre souches bactériennes a été réalisé par la méthode de diffusion sur disques et la technique de la dilution pour la détermination des valeurs des concentrations.

Tableau 8 : Les diamètres des zones d'inhibition

Souches bactérien	E.Br	E.Ac	En-Bu
<i>E. coli</i>	-	-	-
<i>Bacillus cereus</i>	-	-	-
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	7	-
<i>Salmonella enterica</i>	6.5	6	6, 4

L'activité antibactérienne de différents extraits obtenus à partir d'*Atriplex halimus* L. a été évaluée contre quatre types de bactéries à Gram positif et à Gram négatif.

Les résultats du tableau montrent que les souches bactériennes *Staphylococcus aureus* sont sensibles à l'extrait acétate d'éthyle et non sensibles à l'extrait brut et butanolique, tous les extraits, ils ont montré une activité antibactérienne moyenne. Ces extraits se sont révélés efficaces contre la bactérie *Salmonella enteric* et par contre le souche bactérienne *e.coli* et *Bacillus cereus* non sensible a tous les extrait

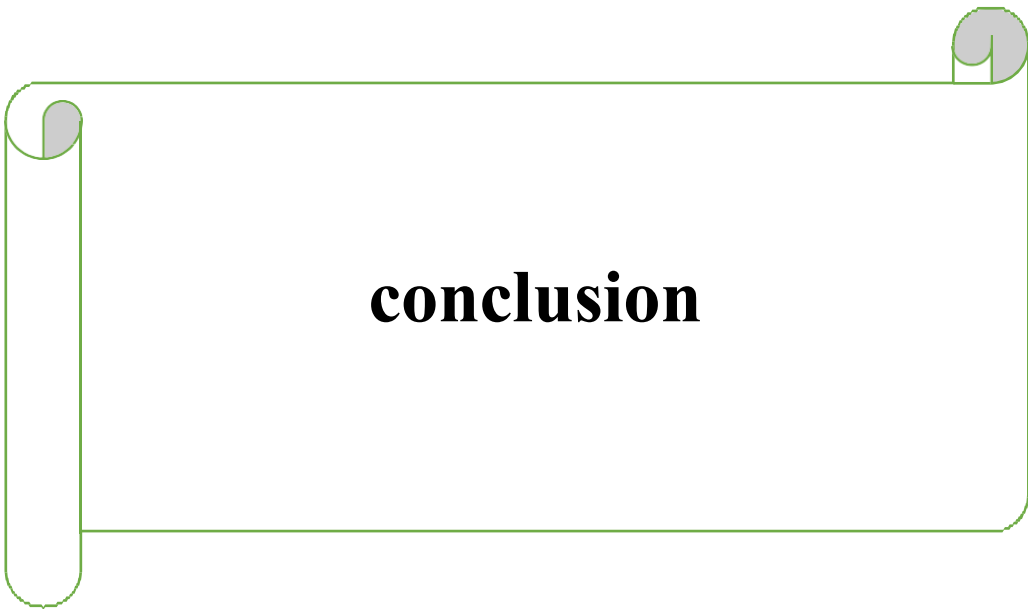
Dans les travaux de **Chaouche et al. (2021)**, l'extrait méthanolique d'*Atriplex halimus* L. de la région d'El Oued possède une activité antibactérienne contre la souche

Chapitre 02 : Résultats et Discussions

Staphylococcus aureus (15 mm) Ce résultat contredit nos résultats., Ce pendant aucun effet n'a été obtenu avec la souche *Escherichia coli* comme nos résultats

En parallèle, notre résultat n'est en accord pas avec les résultats publiés par **(Gattouche, Zenkhri, Belfar, & Tabchouche, 2020)** sur l'activité antibactérienne de l'extrait butanol de la même espèce végétal. Il a démontré un fort pouvoir inhibiteur contre plusieurs bactéries. Les résultats obtenus ont indiqué que pour *Staphylococcus aureus* le diamètre de la zone d'inhibition 9,5 mm, et pour la souche *E.coli* , un diamètre de 10 mm. Toutefois, aucune activité antibactérienne n'a été enregistrée pour L'extrait acétate d'éthyle pour *e coli* et *Staphylococcus aureus* et *Salmonella enterica* .

il y a plusieurs facteurs pourraient influencer l'activité antibactérienne notamment la composition chimique d'une plante, l'origine Géographique, le solvant et le méthode d'extraction.



conclusion

conclusion

L'Algérie, de par sa position géographique, abrite une biodiversité exceptionnelle caractérisée par une richesse notable en plantes aromatiques et médicinales. De nombreuses espèces végétales sont utilisées dans la médecine traditionnelle, sans pour autant avoir été évaluées scientifiquement.

Notre travail a pour objectif d'évaluer les activités biologiques et phytochimiques de la plante *Atriplex halimus* L. A l'issue de cette expérimentation nous avons abouti à un certain nombre de constatations :

Dans le cadre de l'étude phytochimique, les composés actifs de la plante ont été extraits à l'aide de méthanol, acétate d'éthyle et n-butanol, et après une séparation par chromatographie sur couche mince (CCM), les résultats ont indiqué que l'extrait brut d'*Atriplex halimus* L. est riche en composés polaires.

L'étude de l'activité antioxydante par le test du piégeage du radical libre DPPH a dévoilé un important pouvoir antioxydant de l'extrait n-butanol qui se rapproche à celui du témoin (BHT) dont les valeurs d'IC₅₀ sont de 35,01 et 22,37 μL / ml, respectivement.

Les résultats de l'activité antibactérienne de les extraits d'*Atriplex halimus* L. a révélé un pouvoir antibactérien moyenne principalement sur les souches *Staphylococcus aureus* et *Salmonella enterica*. Néanmoins, il n'a présenté aucun pouvoir d'inhibition sur *Escherichia coli* et *Bacillus cereus*.

les extraits d'*Atriplex halimus* L. constituent une source potentielle intéressante de composés bioactifs d'origine naturelle, susceptibles de contribuer à leurs effets antioxydants et antibactériens observés. Ces résultats restent préliminaires et peuvent fournir une base pour la recherche de nouveaux composés et d'autres études pour mieux évaluer la composition chimique et d'autres activités biologiques de cette espèce.



Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **A .Ouldkadour.,(2019)"** Etude de l'effet antifongique des extraits bpolyphénolique de *Atriplex halimus* L., sur la croissance de certains champignons dermatophyte". thèse de doctorat. , université Abdlhamid Ibn Badis de Mostaganem, pp20-23
- **Cyril, T. (2001).** *Étude des métabolismes primaires et secondaires de racines transformées de Catharanthus roseus, vue du développement d'un modèle cinétique.* Université de Montréal.
- **Bahorun, T. (1997).** Substances Naturelles actives. La flore Mauricienne: une source d'approvisionnement potentielle. *Food and Agricultural Research Council (FARC)*, 83-94.
- **Balouiri, M., Sadiki, M., & Ibsouda, S. (2016).**Methods for in vitro evaluating antimicrobial. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 6(2), pp. 71-79.
- **Bruneton, J. (1993).** *Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales.* Paris: Lavoisier, Techniques et Documentation.
- **Buettner, G., & Jurkiewicz, B. (1993).** Ascorbate free radical as a marker of oxidative stress: An EPR study. *Free Radical Biology and Medicine*, 14, 49–55.
- **Chipault, J. (1962).***Antioxydants for food use. In : Autoxidation and antioxidants.*
- **Dacosta, Y. (2003).** *Les phytonutriments bioactifs.* Yves Dacosta.
- **Ece, A., Gürkan, F., Celik, F., Boşnak, M., Yel, S., Balik, H., & Erel, O. (2007).** Paraoxonase, total antioxidant activity and peroxide levels in marasmic children: relationships with leptin. *Clinical Biochemistry*, 40(9-10), pp. 634-639.
- **Favier, A. (2003).** Le stress oxydant : Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *Actualité Chimique*, 108–117.
- **Garnier, J., Le Moel, G., & Beaudoux, J. (2005).***Actualité en pharmacie et biologie. 13ème Série.* Paris.
- **Gattouche, S., Zenkhri, L., Belfar, M., & Tabchouche, A. (2020).** Phytochemical Screening, Anti-Bacterial and Anti-Oxidant Activities of Some Aerial Parts Extracts in *Atriplex halimus* L., from Ouargla (Algeria. *Asian Journal of Research in Chemistry*.
- **Halliwell, B., & Gutteridge, J. (1989).***Free Radicals in Biology and Medicine.*
- **Harrar, A. (2012).** *Activités antioxydante et antimicrobienne d'extraits de Rhamnus alaternus L.* Sétif: Université Ferhat Abbas.
- **Harris, E. (1992).** Regulation of antioxidant enzymes. *The FASEB Journal*, 2675–2683.
- **Hauswirth, C., & Gauche, E. (2006).** Stress oxydant, complémentation nutritionnelle en antioxydants et exercice. *Sciences et Motricité*(58), pp. 43-66.

- **Hennebelle, T., Sahpaz, S., & Bailleul, F. (2004).** Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. *Phytothérapie*, 6, 3-6.
- **Hopkins, W. (2003).** *physiologie végétale*. Bruxelles: de boeck université.
- **Hufnagel, D., DePas, W., & Chapman, M. (2015, 6 19).** The Biology of the Escherichia coli Extracellular Matrix. *Microbiology Spectrum*, 3(3).
- **Judd, C., & Kellogg, S. (2002).** *Botanique systématique : une perspective phylogénétique*. (Boeck, Éd.) Paris.
- **Kalam, S., Gul, M., Singh, R., & Ankati, S. (2015).** Implications in Etiology of Chronic Diseases and Their Amelioration through Nutraceuticals. *Pharmacologia*, pp. 11-20.
- **Kloos, W., & Bannerman, T. (1994).** Update on clinical significance of coagulase-negative staphylococci. *Clinical Microbiology Reviews*, 7(1), 117-140.
- **Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., & Remesy, C. (2004).** Polyphenols: Food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition*, 79, 727-747.
- **Mantle, D., Anderton, J., Falkous, G., Barnes, M., Jones, P., & Perry, E. (1998).** Comparison of methods for determination of total antioxidant status: application to analysis of medicinal plant essential oils. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 121(4), pp. 385-391.
- **Michel, F., Bonnefont Rousselot, D., Mas, E., & Drai, J. (2008).** Biomarkers of lipid peroxidation: analytical aspects. *Annales de Biologie Clinique*, 66(6), pp. 605-620.
- **Muanda, F. (2010).** *Identification de polyphénols, évaluation de leur activité antioxydante et étude de leurs propriétés biologiques*. Metz: Université Paul Verlaine-Metz.
- **Orallo, F. (2006).** Comparative Studies of the Antioxidant Effects of Cis- and Trans-Resveratrol. *current médicale chemistry*, pp. 87-98.
- **Poprac, P., Jomova, K., Simunkova, M., Kollar, V., Rhodes, C., & Valko, M. (2017).** Targeting Free Radicals in Oxidative Stress-Related Human Diseases. *Trends in Pharmacological Sciences*, 38(7), 592-607.
- **Raven, P., Evert, R., Eichhorn, S., & Bouharmont, J. (2003).** *Biologie végétale* (éd. 7th ed.). Éditions du Seuil.
- **RITSUKO, K., RYUJI, Y., KIYOSHI, I., & HIROMU, T. (2022, 5 19).** The Study of Diversity in Sporulation among Closely Genetically Related Bacillus cereus Strains. *Biocontrol Science*, 27(3), p. 144.
- **Sarni-Manchado, P., & Cheynier, V. (2006).** *Les polyphénols en agroalimentaire*. paris: Tec & Doc.
- **Scalbert, A., Morand, C., Manach, C., & Remesy, C. (2002).** Absorption and metabolism of polyphenols in the gut and impact on health. *Biomed. Pharmacother*, 56, 276-282.
- **taiz, L., & zeiger, E. (2002).** *Plant Physiology*. (3, Éd.) Sunderland, MA: Sinauer Associates.

- **Weidinger, A., & Kozlov, A. (2015).** Biological activities of reactive oxygen and nitrogen species: oxidative stress versus signal transduction. *Biomolecules*, 5(2), pp. 472-484.
- **zhang, l., & jope, r. (1999).** Oxidative stress differentially modulates phosphorylation of ERK. *Neurobiology of Aging*, 271-278.
- **Zou, J., Huang, Y., Chen, Q., Wei, E., Cao, K., & Wu, J. (2000).** Effects of resveratrol on oxidative modification of human low density lipoprotein. *Chinese Medical Journal*, 113(2), pp. 99-102.
- **Miara M. D., Bendif H., Rebbas K., Rabah B., Hammou M. A., Maggi F. (2019).** Medicinal Plants and Their Traditional Uses in the Highland Region of Bordj Bou Arreridj (Northeast Algeria). *J Herb Med* 16: 100262. doi: 10.1016/j.hermed.2019.100262
- **Idm'hand E., Msanda F., Cherifi K. (2020).** Ethnobotanical Study and Biodiversity of Medicinal Plants Used in the Tarfaya Province, Morocco. *Acta Ecol Sin* 40 (2): 134-144. doi: 10.1016/j.chnaes.2020.01.002
- **Talamali A, Dutuit P, Le Thomas A, Gorenflot R, 2001.** Polygamie chez *Atriplex halimus* L. (Chenopodiaceae). *Comptes Rendus de L'Acad. des Sci. Ser. III-Sci. De la Vie*, 324 : 107-113.
- **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.
- **Kadereit G, Mavrodiev EV, Zacharias EH, Sukhorukov AP, 2010.** Molecular phylogeny of Atripliceae (Chenopodioideae, Chenopodiaceae): implications for systematics, biogeography, flower and fruit evolution, and the origin of C4 photosynthesis. *Am. J. Bot*, 97: 1664-1687.
- **Walker, D. J., Lutts, S., Sánchez-García, M., Correal, E., (2014).** *Atriplex halimus* L.: Its biology and uses. *Journal of Arid Environments*, 100-121.
- **Ouldkadour.A. (2019).** " Etude de l'effet antifongique des extraits bpolyphénolique de *Atriplex halimus* L., sur la croissance de certains champignons dermatophyte". Thèse de doctorat. , université Abdlhamid Ibn Badis de Mostaganem, pp20-23
- **Guettoche. S., (2021).** Etude phytochimique d'*Atriplex halimus* et la détermination de son activité biologique (Région Ouargla Algérie) (Doctoral dissertation, Université Kasdi Merbah Ouargla).
- **Ozenda, P. (1991).** Flore et végétation du sahara, France : édition Centre National de la Recherche Scientifique (C.N.R.S), 3ème édition, 662.
- **Walker D.J., Lutts S., Sanchez-Garcia M. & Correal E., 2014 -** *Atriplex halimus* L.: its biology and uses. *J. Arid Envir.* 100-101 :111-121.

- **Gourri.M, Zidane.L and Douira.A, (2014)**"la phytothérapie et les infections urinaires (la phelonéphrite et la cystite) au Sahara Marocaine (Tan-Tan)", journal of animal et plant sciences. Vol 20(3), pp3171-3193.
- **Bhat S.V., Nagasampigi B.A. Sivakumar M. (2005):** Chemistry of Natural Products; Ed 1: NAROSA, SPRINGER, p 115-252.Boisseau M.R, 1996. Données actuelles sur l'hémostase. Phlébologie, 42 (2) ,p175 –186.
- <https://www.iceland.is/iceland-abroad/fr/english/embassys-jurisdiction/algeria>.



Annexe

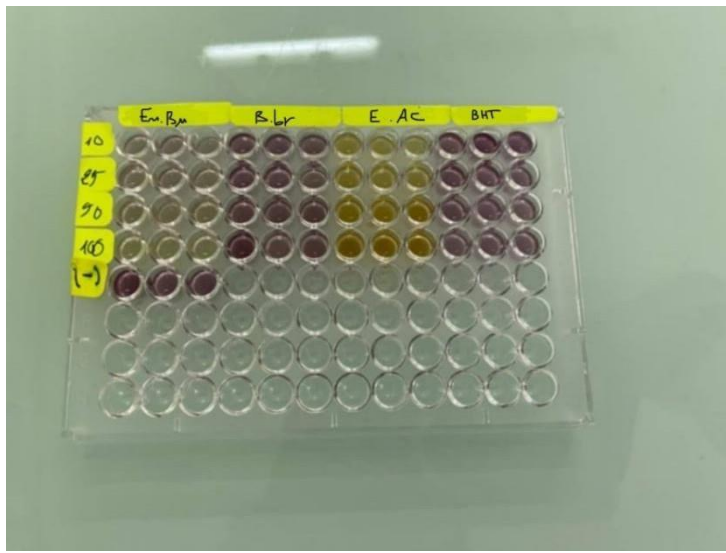


Figure : teste DPPH

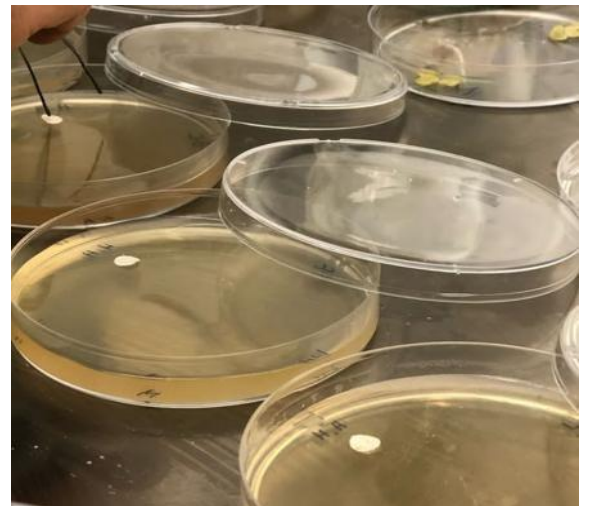
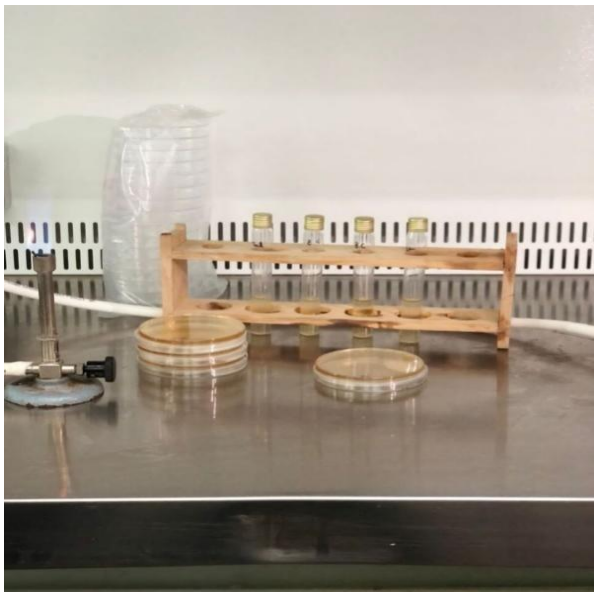


Figure: des etapes de test antibacterienne

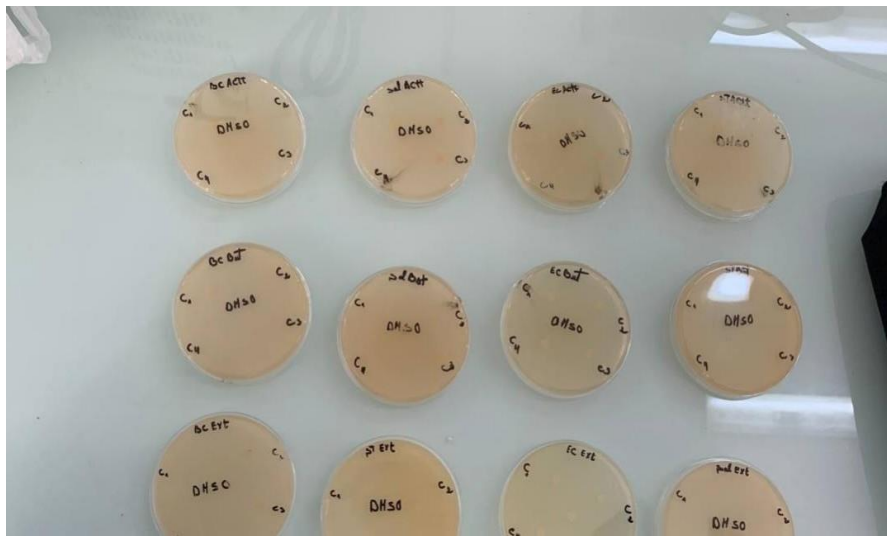


Figure: L'effet de l'extrait de de la plante sur les souches bactériennes testée en présence différent concentration

Résumé

Notre travail s'inscrit dans le cadre de la valorisation phytochimique et biologique d'une plante médicinale largement utilisée dans la médecine traditionnelle, *Atriplex halimus* L. (de la famille des Chenopodiaceae). Les extraits ont été obtenus à partir de la partie aérienne de la plante par des solvants de polarités différentes : méthanol, acétate d'éthyle et n-butanol. L'analyse phytochimique qualitative, réalisée par chromatographie sur couche mince (CCM), a révélé une richesse en composés polaires tels que les flavonoïdes, tanins, alcaloïdes et composés phénoliques totaux.

L'activité antioxydante a été évaluée par le test de piégeage du radical libre DPPH, où l'extrait au n-butanol a montré une capacité antioxydante notable avec une valeur IC_{50} de 35,01 $\mu\text{g/mL}$, se rapprochant de celle du témoin standard BHT (22,37 $\mu\text{g/mL}$).

L'évaluation de l'activité antibactérienne, testée sur plusieurs souches bactériennes (*Staphylococcus aureus*, *Salmonella enterica*, *Escherichia coli* et *Bacillus cereus*), a montré une activité modérée principalement sur *Staphylococcus aureus* et *Salmonella enterica*, tandis qu'aucune inhibition n'a été observée contre *E. coli* et *Bacillus cereus*.

Mots clés : *Atriplex halimus* L., activité antioxydante, activité antibactérienne, CCM, composés polaires, DPPH.

Abstract

Phytochemical and Biological Evaluation of *Atriplex halimus* L. (Chenopodiaceae Family)

Our study focuses on the phytochemical and biological valorisation of *Atriplex halimus* L. (family Chenopodiaceae), a medicinal plant widely used in traditional medicine. Extracts were obtained from the aerial parts of the plant using solvents of different polarities: methanol, ethyl acetate, and n-butanol. Qualitative phytochemical analysis by thin-layer chromatography (TLC) revealed a richness in polar compounds including flavonoids, tannins, alkaloids, and total phenolic compounds.

The antioxidant activity was evaluated using the DPPH free radical scavenging assay. The n-butanol extract demonstrated significant antioxidant capacity with an IC_{50} value of 35.01 $\mu\text{g/mL}$, approaching that of the standard BHT (22.37 $\mu\text{g/mL}$).

Antibacterial activity assessment, tested against several bacterial strains (*Staphylococcus aureus*, *Salmonella enterica*, *Escherichia coli*, and *Bacillus cereus*), showed moderate activity primarily against *Staphylococcus aureus* and *Salmonella enterica*, while no inhibition was observed against *E. coli* and *B. cereus*.

Keywords: *Atriplex halimus*, antioxidant activity, antibacterial activity, TLC, polar compounds, DPPH.

ملخص :

أُتي هذا العمل في إطار ترمين الخصائص الكيميائية النباتية والبيولوجية لنبات طبي سُخدم على نطاق واسع في الطب التقليدي، وهو *Atriplex halimus* L. من فصيلة *Chenopodiaceae* تم الحصول على المستخلصات انطلاقاً من الجزء الهوائي للنبات باستخدام مذبات ذات طبيعة مختلفة: الميثانول، أسيتات الإيثيل، وn-بيوتانول.

كشفت التحاليل الكيميائية النباتية النوعية، المنجزة بتقنية الكروماتوغرافيا على الطبقة الرقيقة (CCM)، عن غنى النبات بالمركبات القطبية مثل الفينولات، التانينات، الفلوات، والمركبات الفينولية الكلية.

تم تقييم النشاط المضاد للكسدة باستخدام اختبار اصطياد الجذور الحرة DPPH، حيث أظهر المستخلص المأخوذ بواسطة n-بيوتانول ذرة مضادة للكسدة ملحوظة بقيمة IC_{50} بلغت 35.01 ميكروغرام/مل، وهي ربة من يمة الشاهد المعياري 22.37 BHT ميكروغرام/مل.

أما بالنسبة لتقييم النشاط المضاد للبكتيريا، والذي تم اختباره على عدة سللت بكتيرية *Staphylococcus aureus*، *Salmonella enterica*، *Escherichiacoli*، و *Bacillus cereus*، فقد أظهر النشاط فعالية متوسطة، خاصة ضد *Staphylococcus aureus* و *Salmonella enterica*، بينما لم تسجل أي فعالية مثبطة تجاه *E. coli* و *Bacillus cereus*.