

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحيى جيجل

Faculté des Sciences de la Nature et de la  
Vie  
Département : Biologie Moléculaire et  
Cellulaire



كلية علوم الطبيعة و الحياة  
قسم: البيولوجيا الجزيئية و الخلوية

## MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

En Vue de l'obtention du diplôme de

MASTER ACADÉMIQUE EN BIOLOGIE

Filière : Sciences Biologiques

Option : Sciences Pharmacologiques

Thème

**Les activités biologiques des constituants bioactifs de la plante  
médicinale « *Atriplex halimus* »**

### Membres de Jury

Présidente: Mme. AZZOUZ W.

Examinatrice: Dr. LEBSIR D.

Encadreur : Dr. LARICHE N.

### Présenté par :

ZAIMEN Sarra

ABOUR Yousra

ZAIDI Nor el-houda

Année Universitaire 2019-2020

Numéro d'ordre (bibliothèque) : .....

## Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier **DIEU** le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

*En seconde lieu et avant de présenter ce travail, nous tenons à remercier très chaleureusement tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre, ont contribué à sa réalisation :*

*Que notre encadreur **Dr. LARICHE N**, trouve ici notre profonde reconnaissance et notre profonde estime pour avoir cru en notre capacité, pour sa profonde confiance et son attention durant toute la période de réalisation de ce travail. Ses conseils et ses orientations sont gravés dans notre mémoire et guideront à jamais notre prochain pas dans la poursuite de notre carrière.*

*Merci, encore merci, bien que ces mots ne soient pas suffisants pour vous remercier.*

*Nous voudrions exprimer notre gratitude à l'ensemble des membres du jury **M<sup>me</sup>. AZZOUZ W et Dr. LEBSIR D** qui nous ont fait l'honneur d'examiner ce travail.*

*Nos remerciements s'adressent également à tous nos professeurs pour leurs générosités et la grande patience qu'ils ont eu malgré leurs charges académiques et professionnelles.*

*Nous tenons également à remercier tous ceux et celles qui nous ont aidés de près ou de loin dans la réalisation de ce travail et nous ont soutenu dans les moments difficiles.*

## ***Dédicace***

*Avec nos sentiments de gratitude les plus profonds, on dédie ce modeste travail à :*

### ***A nos chers parents***

*Aucune dédicace ne saurait exprimer notre respect, et notre considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour notre instruction et notre bien être. Nous vous remercions pour tout le soutien que vous nous avez porté.*

*Nous espérons que votre bénédiction nous accompagne toujours. Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que nous ne vous en acquitterons jamais assez. Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorde santé, bonheur et longue vie et fait en sorte que nous ne vous décevrons jamais.*

### ***A nos adorables frères et sœurs***

*En témoignage de notre affection fraternelle, de notre profonde tendresse et reconnaissance, nous vous souhaitons une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu, le tout puissant, vous protège et vous garde.*

### ***A nos chers amis***

*En souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de notre respect le plus profond et notre affection la plus sincère.*

*A tous ceux qui ont participé au développement de ce travail, à tous ceux que nous avons oublié de les mentionner.*

*Aux personnes qui nous ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à nos côtés, et qui nous ont accompagné durant notre chemin d'étude supérieure, nos aimables amis, collègues d'étude.*

# Sommaire

Remerciements et dédicace

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction ..... 1

## Chapitre I: Etude botanique de la plante médicinale *Atriplex halimus*

I.1. La famille des Chénopodiacées.....	3
I.1.1. Description botanique .....	3
I.1.2. Répartition géographique .....	3
I.2. Le genre <i>Atriplex</i> .....	3
I.2.1. Répartition géographique dans le monde .....	4
I.2.2. Répartition en Afrique.....	5
I.2.3. Répartition en Algérie .....	6
I.3. L'espèce <i>Atriplex halimus</i> .....	8
I.3.1. Taxonomies et systématiques .....	8
I.3.2. Répartition géographique .....	9
I.3.3. Physiologie de l' <i>Atriplex</i> .....	9
I.4. Caractéristiques botaniques d' <i>Atriplex halimus</i> .....	10
I.5. Principales substances bioactives d' <i>Atriplex halimus</i> .....	12
I.6. Utilisation d' <i>Atriplex</i> et les domaines d'applications.....	15
1.6.1. En médecine.....	15
1.6.2. En alimentation .....	15
1.6.3. Arbustes fourragers.....	16
1.6.4. Autres utilisations.....	16

## Chapitre II: Les activités biologiques de l'*Atriplex halimus*

II .1. Activité antioxydante d' <i>Atriplex halimus</i> .....	17
II .2. Activité antibactérienne d' <i>Atriplex halimus</i> .....	22
II .3. Activité néphro-protectrice d' <i>Atriplex halimus</i> .....	23
II .4. Activité hépato-protectrice d' <i>Atriplex halimus</i> .....	26
II .5. Activité hypoglycémiant de l'extrait méthanolique d' <i>Atriplex halimus</i> .....	29
II .6. Effet antifongique des extraits polyphénoliques d' <i>Atriplex halimus</i> .....	32
II .7. Activité anticancéreuse d' <i>Atriplex halimus</i> .....	37
II .8. Activité antilithiasique d' <i>Atriplex halimus</i> .....	39
<b>Conclusion &amp; perspectives</b> .....	<b>41</b>
<b>Références bibliographiques</b> .....	<b>43</b>

# Liste des figures

<b>Figure 01 :</b> Photographie de l' <i>Atriplex halimus</i> .....	8
<b>Figure 02 :</b> Répartition de l' <i>Atriplex halimus.L</i> en Algérie.....	9
<b>Figure 03 :</b> la tige d' <i>Atriplex halimu</i> .....	10
<b>Figure 04 :</b> Les feuilles d' <i>Atriplex halimus</i> .....	11
<b>Figure 05 :</b> Les fleurs d' <i>Atriplex halimus</i> .....	12
<b>Figure 06 :</b> La graine d' <i>Atriplex halimus</i> .....	12
<b>Figure 07 :</b> Teneur en eau (%) de la partie aérienne d' <i>Atriplex halimus</i> .....	13
<b>Figure 08:</b> Les concentrations des extraits d' <i>Atriplex halimus</i> et de la quercétine inhibitrices de 50 % du radical DPPH (IC50).....	18
<b>Figure 09 :</b> Pouvoir réducteur de l'acide ascorbique. ....	19
<b>Figure 10:</b> Pouvoir réducteur des extraits d' <i>Atriplex halimus</i> .....	19
<b>Figure 11:</b> Examen histologique du rein des rats.....	26
<b>Figure 12 :</b> Effet des extraits des feuilles (A) et des tiges (B) des trois provenances de l' <i>A. halimus</i> sur la croissance de <i>C. albicans</i> par la méthode d'aromatogramme (p=0).....	33
<b>Figure 13:</b> Effet des extraits des feuilles (A) et des tiges (B) des trois provenances de l' <i>A. halimus</i> sur la croissance de <i>C. tropicalis</i> par la méthode d'aromatogramme (p=0).....	33
<b>Figure 14 :</b> Effet des extraits de l' <i>Atriplex halimus</i> sur la croissance de <i>Candida albicans</i> .....	34
<b>Figure 15 :</b> Effet des extraits de l' <i>Atriplex halimus</i> sur la croissance de <i>C. tropicalis</i> .....	34
<b>Figure 16 :</b> Effet de l'Amphotéricine B sur la croissance de <i>C. tropicalis</i> et de <i>Candida albicans</i> .....	34
<b>Figure 17 :</b> Effet des extraits des feuilles (a1, a2) et des tiges (b1, b2) de l' <i>A. halimus</i> sur la croissance de <i>Candida albicans</i> par la méthode de contact direct.....	35
<b>Figure 18 :</b> Effet des extraits éthanoliques des feuilles (a1, a2) et des tiges (b1, b2) de l' <i>A. halimus</i> sur la croissance de <i>C. tropicalis</i> par la méthode de contact direct (p=0).....	36
<b>Figure 19:</b> Fréquence d'usage des plantes les plus citées .....	37

<b>Figure 20:</b> Conséquences de l'usage des plantes.....	<b>38</b>
<b>Figure 21 :</b> Cinétique de l'effet de l'extrait aqueux sur la cristallisation oxalo-calcique.....	<b>39</b>
<b>Figure 22 :</b> Pourcentage d'inhibition de l'acide citrique et de l'extrait d' <i>A. halimus</i> à différentes concentrations.....	<b>40</b>

# Liste des tableaux

<b>Tableau 01:</b> Nombre approximatif des espèces d'Atriplex dans diverses régions et pays arides et semi- arides du monde.....	5
<b>Tableau 02:</b> Les Atriplex en Afrique du nord.....	5
<b>Tableau 03:</b> Répartition des différentes espèces d'Atriplex dans l'Algérie.....	6
<b>Tableau 04:</b> Caractéristiques des zones plantées et la zone non plantée (mise en défens).....	7
<b>Tableau 05 :</b> Classification d'espèce <i>Atriplex halimus</i> .....	8
<b>Tableau 06:</b> Teneur en matière sèche et la composition chimique des feuilles vertes d' <i>Atriplex halimus</i> .....	13
<b>Tableau 07:</b> Analyse phytochimique des extraits aqueux et organiques d' <i>Atriplex halimus</i> .....	13
<b>Tableau 08 :</b> Dosage des polyphénols, flavonoïdes et tanins totaux des extraits d' <i>Atriplex halimus</i> .....	14
<b>Tableau 09 :</b> Teneur totale en phénoliques, flavonoïdes, flavonoïdes et caroténoïdes des feuilles et tiges d' <i>A. halimus</i> .....	20
<b>Tableau 10:</b> Activités antioxydantes basées sur le dosage ABTS des parties aériennes d' <i>A. halimus</i> (F (fleurs), T(tiges)).....	21
<b>Tableau 11:</b> Les 14 composés chimiques identifiés de l'huile essentiel d' <i>Atriplex halimus</i> .....	22
<b>Tableau 12:</b> Activité antimicrobienne des huiles essentielles des parties aériennes d' <i>Atriplex halimus</i> .....	23
<b>Tableau 13:</b> les valeurs biochimiques sanguines dans les groupes témoin et expérimentale .....	24
<b>Tableau 14 :</b> les paramètres de stress oxydatif dans les reins des groupes témoins et expérimentaux .....	24
<b>Tableau 15 :</b> Les coefficients de corrélation et les niveaux significatifs de différents composants .....	25



<b>Tableau 16:</b> Poids corporel initial, gain de poids corporel et poids relatif du foie dans les groupes témoins et expérimentaux.....	<b>27</b>
<b>Tableau17 :</b> Les activités des enzymes hépatiques et sériques dans les groupes témoins et expérimentaux.....	<b>27</b>
<b>Tableau 18:</b> Des Enregistrement semi-quantitatif des dommages architecturaux sur analyse histopathologique du foie de contrôle et traité.....	<b>28</b>
<b>Tableau 19:</b> Réduction de l'hyperglycémie induite par le glucose chez les rats traités par l'extrait méthanolique d' <i>Atriplex halimus</i> .L et glucophage.....	<b>30</b>
<b>Tableau 20 :</b> Effet de l'extrait méthanolique d' <i>Atriplex halimus</i> sur la glycémie des rats normoglycémique .....	<b>32</b>

# Liste des abréviations

**ABTS** : Acide 2,2'-Azino-Bis(3éthylbenz-Thiazoline-6-Sulfonique)

**Ah**: *Atriplex halimus*

**AhC** : Atriplexe halimus curatif

**AhP** : Atriplexe halimus préventif

**ALP** : Phosphatase alcaline

**ALT** : Alanine aminotransférase

**AO / EB** : orange acridine / bromure d'éthidium

**ARNm** : L'acide ribonucléique messenger

**AST** : Aspartateaminotrasférase

**Bax**: La protéine Bcl-2-associated X

**Bcl-2** : B-cellymphoma 2

**BZ** : Benzène

**CAT** : Catalase

**CB** : cellulose brute

**CMI** : La concentration minimale d'inhibition

**DPPH** (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) radical

**EAG**: Equivalent d'acide gallique

**EAT**: Equivalent d'acide tannique

**EQ**: Equivalent de quercétin

**ERN** : espèces réactive de nitrogène

**FRAP**: Ferric Reducing antioxidant Power),

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

**G2 / M** : Les phases du cycle cellulaire.

**GAE** : Equivalents d'Acide Gallique

**GSH** : Taux De Glutathion Réduit

**GST** : Glutathion S-transférase

**HepG2** : Carcinome Hépatocellulaire Humain

**IC50**:Concentration inhibitrice médiane

**LDH** : Lactate Deshydrogénase

**MAT** : matière azotée totale

**MCF-7** : Lignée Cellulaire D'adénocarcinome Du Sein Humain

**MDA** : 3,4-Méthylènedioxyamphétamine

**MS** : matière sèche

**P53**:tumorprotein 53

**PCR** : Polymerase Chain Reaction

**SD** : standard de déviation

**TCC**:Les Contenants Totales En Caroténoïdes

**TFC**: Les contenants totaux en flavonoïdes

**TFLC**:Les contenants totaux en flavonols

**TPC**:les contenants totaux en phénoliques

**WANA** : l'Ouest Asiatique et l'Afrique du Nord



# **Introduction**

Les végétaux supérieurs constituent des éléments vitaux de la diversité biologique, ils servent essentiellement au bien être humain et constituent des ressources précieuses pour la majorité des populations rurales en Afrique, plus de 80% de cette population s'en sert pour assurer leurs soins de santé (**Jiofack et al., 2010**). En dehors des plantes cultivées, plusieurs plantes sauvages peu connues, revêtent une grande importance culturelle et un fort potentiel économique pour la nutrition, l'alimentation des bétails (**Prache et al., 2011**) et les applications phytothérapeutiques (**Bouzouina et al., 2016**), en raison de leur bioactivité puissante et de leur toxicité relativement faible (**Kontogianniet al., 2013**).

En Algérie, les industries pharmaceutiques, mais également des médecins et des chimistes cherchent à mieux connaître le patrimoine des espèces spontanées utilisées en médecine traditionnelle. Leurs modes d'utilisation, leurs indications dans diverses pathologies ainsi que leurs principes actifs (**Maizak .K et al., 1993**).

Les plantes médicinales contiennent un grand nombre de molécules actives d'intérêt multiple mis à profit dans l'industrie, l'alimentation, la cosmétologie et en dermatopharmacie. Parmi ces molécules, on retrouve, les coumarines, les alcaloïdes, les acides phénoliques, les tanins, les lignanes, les terpènes et les flavonoïdes (**Bahorun, 1997**). 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**), et décrite comme un hyper accumulateur métallique (**Lotmani et al., 2011 ; Mesnoua et al., 2016**). Cette plante est souvent cultivée comme plante fourragère car elle tolère les conditions de sécheresse sévères et peut pousser dans des sols très alcalins et salins (**Talamali et al., 2001**). Cette plante est aussi connue pour ses intérêts économiques, elle a la propriété de produire une biomasse foliaire abondante même pendant des périodes défavorables de l'année (**Kessler, 1990**), avec une bonne valeur nutritive (**Stringi, 1991; Abdelguerif, 2004**).

Elle peut également contribuer à la valorisation et à l'amélioration des sols marginaux et dégradés. Ainsi que ce type de plantes peut améliorer la production végétale et animale dans plusieurs zones steppiques (**Le Houérou, 1992**). En médecine traditionnelle, le cocktail de minéraux d'*Atriplex halimus* a un effet antidiabétique et réduit les maladies cardiaques (**Chikhi et**

**al., 2014).** En outre, cette espèce de salière est également utilisée dans le traitement de l'anémie et des rhumatismes (**Aouissat et al., 2011**) ainsi, les infections urinaires et la lithiase (**Emam, 2011**). En plus, l'effet de contrôle des parasites dans les essais vétérinaires (**Bayoumi et El-Shaer, 1992**) et des activités antimicrobiennes contre diverses bactéries pathogènes à Gram positif et négatif. (**Abd El-Rahman et al., 2006**).

Notre travail vise à obtenir des connaissances et un aperçu sur les activités biologiques des constituants bioactifs de la plante médicinale '*Atriplex halimus*'. Dans le cadre du sujet, nous fournissons des informations détaillées sur l'*Atriplex halimus* et les diverses études appliquées pour déterminer les activités biologiques des phytocomposants.

Le premier chapitre est consacré à l'étude bibliographique de l'espèce sélectionnée comportant des études botanique et chimique détaillée sur la plante étudiée et leur domaine d'application.

Dans le deuxième chapitre nous avons illustré à travers plusieurs études, menées ces dernières années sur l'*Atriplex halimus*, les activités biologique des constituants bioactif de cette plante.

# **Chapitre I**

**Etude botanique de la plante médicinale**

*Atriplex halimus*

Les plantes représentent la source majeure des traitements traditionnels dans le monde entier. Elles sont caractérisées par leurs effets thérapeutiques importants et leurs effets secondaire très rares. L'usage de la médecine traditionnelle est très répandu et revêt une importance sanitaire et économique croissante. Dans les pays en voie de développement, l'utilisation courante de la médecine traditionnelle est accessible et abordable, particulièrement pour les patients les plus pauvres du monde vu le cout élevé de certains médicaments ainsi que leur indisponibilité sur le marché. *L'Atriplex halimus* est l'une de ces nombreuses plantes utilisées dans la phytothérapie traditionnelle (**Slamni et Gharbi, 2018**). Lors de ce chapitre nous allons présenter la plante médicinale *Atriplex halimus* et mettre le point sur les caractéristiques botaniques, la répartition géographique et les domaines d'applications de cette plante.

## I. La famille des Chénopodiacées

### I.1.1. Description botanique

Les chénopodiacées forment une vaste famille de 1400 espèces présentes partout dans le monde. Ce sont pour la plupart des plantes herbacées ou arbustives, principalement avec des feuilles alternes, parfois opposées. Très souvent, les feuilles et la tige sont succulentes. Cela vient que beaucoup d'espèces sont des espèces halophiles et thermophiles. Les fleurs des chénopodiacées sont généralement minuscules et verdâtres. Elles sont groupées en épis, en grappes ou en panicules lâches. Les principaux genres de chénopodiacées sont *Beta* (bette), *Chenopodium* (*chénopodes*), *Halimione et Atriplex* (*arroches*), *Salicornia* (*salicornes*), *Sueda et Salsola* (*soudes*) (**Stanley et al., 2003**).

### I.1.2. Répartition géographique

La large répartition géographique de la famille, se trouvant simultanément dans les déserts d'Eurasie et d'Australie, est indicatrice de son ancienneté. Des fossiles de pollen appartenant à des Chenopodiaceae ont été datés du Maastrichtien, ce sont les plus anciens fossiles de toutes les Caryophylliidae. Des études moléculaires et morphologiques ont montré que les Chenopodiaceae étaient très proches des Amaranthaceae, et, selon certains, les deux familles peuvent être fusionnées.

## I.2. Le genre *Atriplex*

Les halophytes sont des plantes naturellement adaptées aux milieux salés (**Flowers et al., 1986**).

De point de vue écologique les halophytes sont classées en trois catégories:



- Les halophytes proprement dit: tolèrent des taux relativement faibles, de 40 à 100 Mm dans une solution de sol.
- Les euhalophytes: pouvant supporter des concentrations salines de l'ordre de 100 à 500 mM, tel que l'Atriplex pp.
- Les hyperhalophytes: se développant à des concentrations salines excédant celles de l'eau de mer, tel que Suedaspp, Salicorniaspp (**Le Houérou, 1993**).

L'Atriplex, l'une des espèces dotée d'un grand polymorphisme lié à sa diversité d'habitat (**Le Houérou, 1992**), sont des plantes arbustes vivaces appartenant à la famille des chénopodiacées. Ces arbustes sont considérés comme des plantes fourragère. Les espèces d'Atriplex qui ont suscité un intérêt particulier sont: *Atriplex halimus*; *Atriplex glauca*; *Atriplex malvana*; *repanda*; *atacamensis*; *mollis*; *semibaccata*; *canescens*; *vesicaria*. Mais il existe environ cinq espèces seulement présentant un réel rôle pratique dans un avenir immédiat. Il renferme plusieurs espèces distinguables par leur morphologie, leur cycle de développement et par leur adaptation écologique. Elles sont réparties dans la plupart des régions du globe et leur nombre total est estimé à 400 espèces dont 48 sont propres aux régions du bassin méditerranéen (**Mâalem et al., 2011**). Ce sont des Xero halophytes capables a évolué naturellement dans les écosystèmes salés. Cependant, dans la Phase de germination, elles restent sensible au stress salin comme le reste des plantes (**Mâalem et al., 2010**).

L'Atriplex est un type fréquent dans beaucoup de régions arides et semi-arides, dans les zones sèches dans le monde, surtout dans les habitats qui combinent la salinité et la sécheresse des sols. et donc forme une utile matériel à tous les mécanismes physiologiques impliqués dans Résistance au stress salin (**Kachout et al., 2016**).

### **I.2.1. Répartition géographique dans le monde**

Les plantes du genre Atriplex sont présentes dans la plupart des régions du globe. Le nombre approximatif, de ces espèces, dans divers régions et pays arides et semis arides du monde, est récapitulé dans le tableau 01 ci-dessous (**Mâalem, 2011**).

**Tableau 01:** Nombre approximatif des espèces d'Atriplex dans diverses régions et pays arides et semi-arides du monde (Bouchoukh, 2010 ; Bouchoul et Hezla, 2017).

Pays ou régions	Nombre d'espèces et/ou sous espèces	Pays ou régions	Nombre d'espèces et/ou sous-espèces
États unis	110	Baja Californie	25
Australie	78	(Mexique)	22
Bassin médité	50	Afrique du nord	20
Europe	40	Texas	20
URSS	40	Afrique du sud	20
Proche orient	36	Iran	18
Mexique	35	Syrie	17
Argentine	35	Palestine / Jordanie	17
Californie	32	Algérie / Tunisie	16
Chili	30	Bolivie / Pérou	

### I.2.2. Répartition en 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).

**Tableau 02:** Les *Atriplex* en Afrique du nord (Mâalem, 2011, Bouchoul et Hezla, 2017).

Espèces spontanées		Espèces naturalisées		Espèces introduites
Annuelles	Vivaces	Annuelles	Biannuelles	Vivaces
<b>A.chenopodioides</b>	<i>A.colorei</i>	<i>A.inflata</i>	<i>A.semibaccata</i>	<i>A.nummularia</i>
<b>A.dimorphostegia</b>	<i>A.coriacca</i>			<i>A.lentiformis</i>
<b>A.hastata</b>	<i>A.glauca</i>			
<b>A.littoralis</b>	<i>A.halimus</i>			
<b>A.patula</b>	<i>A.malvana</i>			

<b>A.rosea</b>	<i>A.mollis</i>		
<b>A.tatarica</b>	<i>A.portulacoides</i>		
<b>A.tornabeni</b>			

### I.2.3. Répartition en Algérie

En Algérie, l'Atriplex est spontané dans les étages bioclimatiques semi-arides et arides des plus grandes superficies correspondent aux zones dites steppiques (Batna, Biskra, Boussaâda, Djelfa, Saïda, M'sila, Tébessa, Tiaret) (**Berri, 2008**). En Algérie, les chercheurs ont dénombré 13 espèces natives dont cinq pérennes et huit annuelles (tableau 03) (**Qezel et Santa, 1962**).

**Tableau 03:** Répartition des différentes espèces d'Atriplex dans l'Algérie (**Qezel et Santa, 1962 ; Bouchoul et Hezla, 2017**).

Espèces	Nom	Localisation
<b>Annuelles</b> (Différent généralement par la forme des feuilles, du port et des valves fructifères)	<i>A.chenopodioides</i> <b>Batt</b>	Bouhanifia (Mascara) (très rare).
	<i>A.littoralis</i> L.	Environ d'Alger (rare).
	<i>A.hastata</i> L.	Assez commune dans le Tell et très rare ailleurs.
	<i>A.patula</i> L.	Assez commune dans le Tell et très rare à Aflou.
	<i>A.tatarica</i> L.	Annaba et Stif (très rare)
	<i>A.rosea</i> L.	Biskra et sur le littoral d'Alger et d'Oran (très rare)
	<i>A.dimorphostegia</i>	Sahara septentrional (assez commune), sahara central (rare).
	<i>A.tornabeni</i> Tineo.	Sahel d'Alger, Golfe D'Arzew (très rare)
<b>Vivaces</b>	<i>A.portulacoides</i> L.	Assez commune dans le Tell

(Différent généralement par la forme des feuilles, la taille de l'arbrisseau, le port des tiges et l'aspect du périanthe).	<i>A.halimus L.</i>	commune dans toutes l'Algérie.
	<i>A.mollisDesf.</i>	Biskra et Oued –el-khir (très rare).
	<i>A.coriacciaForsk.</i>	
	<i>A. glauca L.</i>	Commune en Algérie

Des résultats consignés dans le tableau 4 souligne le taux moyen de trois espèces *Atriplex* (Yahiaoui et al., 2014).

**Tableau 04:** Caractéristiques des zones plantées et la zone non plantée (mise en défens) (Yahiaoui et al., 2014 ; Bouchoul et Hezla, 2017).

Zone plantée	Zone non plantée<<Mise en défens>>			
	<i>Atriplex canescens</i>	<i>Atriplex nummularia</i>	<i>Atriplex halimus</i>	
Hauteur (m)	>1	>1	≤1	//
Taux de lignification (%)	90	90	70	//
Régénération	Nulle	Nulle	Nulle	présente
Taux de réussite (%)	50	50	65	//
Taux de recouvrement (%)	22	22	25	35
Végétation	<b>Ac-Rr-Nm-Ls-Ph</b>	<b>An-Aha-Ls-Ph-Rr</b>	<b>Ah-Aha-Ls-Rr-As-Ph</b>	<b>St-Aha-As-Ls-Ph</b>

**Ah:** *Atriplex halimus*, **Aha:** *Artemisia herba alba*, **As:** *Atractylis Serratuloides*, **Ac:** *Atriplex canescens*, **An:** *Atriplex nummularia*, **Nm:** *Noaeamucronata*, **Ls:** *Lygeum spartum*, **Ph:** *Peganum harmala*, **Rr:** *Retamaretam*, **St:** *Stipatenacissima*.

### I.3. L'espèce *Atriplex halimus*

#### I.3.1. Taxonomies et systématiques

Nom commun : Arroche ou pourpier de mer.

Nom arabe : Guettaf (Martinez et al., 2003).

**Tableau 05** : Classification d'espèce *Atriplex halimus* (Martinez et al., 2003).

<b>Embranchement</b>	<i>Spermatophyte ou Magnoliopyta.</i>
<b>Sous-embranchement</b>	<i>Angiospermes</i>
<b>Classe</b>	<i>Dicotylédones ou Magnoliopsida.</i>
<b>Sous classe</b>	<i>Caryophyllidae.</i>
<b>Ordre</b>	<i>Caryophyllales</i>
<b>Famille</b>	<i>Chénopodiacées.</i>
<b>Genre</b>	<i>Atriplex.</i>
<b>Espèce</b>	<i>Atriplex halimus</i>



**Figure 01** : Photographie de l'*Atriplex halimus* (Martinez et al., 2003).

### I.3.2. Répartition géographique

Cette espèce est très commune dans le Sahara septentrional et les montagnes du Sahara central, dans les sols rocaillieux, talus argileux et les zones un peu salées (Ortiz-Dorda et al., 2005). En Europe, l'*Atriplex halimus* 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, Saida, Tebessa et Tiaret) (Pouget, 1980).



Figure 02 : Répartition de l'*Atriplex halimus* en Algérie (Bouchoucha et Ouazeta, 2018).

### I.3.3. Physiologie de l'*Atriplex*

En 2004, Mulas & Mulas trouvent que l'*Atriplex halimus* est bien adaptée aux terrains salino-argileux et aux milieux caractérisés par des précipitations annuelles inférieures à 150 mm, résiste très bien au froid même au-delà de  $-10^{\circ}\text{C}$  et il a une bonne tolérance aux conditions défavorables du milieu.

Cette espèce est considérée comme halophyte et croît dans toutes les zones gypseuses salées, (basses plaines littorales, dépressions continentales). Elle croît également sur les sols non salés et même sur les grès (Ziani, 1970). Elle convient, de plus, bien aux sols sableux sur horizons salés.

Si l'*Atriplex halimus* n'est pas broutées par le bétail, il peut atteindre 4 m de hauteur ; de plus, il appartient aux espèces d'*Atriplex* les plus appétibles pour le bétail dans les zones arides du WANA (l'Ouest Asiatique et l'Afrique du Nord) (**Bouchoul et Hezla, 2017 ; Tiedeman et Chouki, 1989**).

#### 1.4. Caractéristiques botaniques d'*Atriplex halimus*

L'*Atriplex halimus* est un arbuste de 1 à 3 m de haut , très rameux , multicaule formant des touffes pouvant atteindre de 1 à 3 m de diamètre , A port variable , dressé ou étalé, érigé ou intriqué (**Francllet et Le Houérou, 1971**).

La zone de répartition d'*Atriplex halimus* s'étend des zones semi-arides aux zones humides ; il est facilement identifiable grâce à son port droit caractéristique et aux branches fructifères très courtes et recouvertes de feuilles (**Le Houérou, 1992**).

##### ✚ La tige

Les tiges sont ligneuses, vaguement anguleuses dans leur longueur, très rameuse (**Bonnier et al., 1996**). Elles sont de couleurs blanc grisâtre plus ou moins anguleux entièrement feuillée (**Nègre, 1961**).

Généralement les tiges sont érigées, robustes et terminés par des grappes allongées (**Ozenda, 1983**).



**Figure 03** : la tige d'*Atriplex halimus*.

### ✚ Les feuilles

Les feuilles sont ovales triangulaire de grande dimension jusqu'à 6 cm de longueur plus ou moins atténuée, cunéiforme à la base, obtus, les supérieurs plus étroits aigus.

Les feuilles sont alternes, brièvement mais nettement pétiolées, plus ou moins charnues, luisantes, couvertes de poils vésiculeux blanchâtres (trichomes), ovales, entièrement ou légèrement sinués, de 0,5 à 1cm de large sur 2 à 4 cm de long.



**Figure 04 :** Les feuilles d'*Atriplex halimus*.

### ✚ Système racinaire

Le système racinaire est formé par une racine principale de 50 à 90 cm de profondeur avec de rares racines secondaires de même longueur ou parfois plus longue dès qu'elles sortent plusieurs racines tertiaires fines et courtes (**Garcia et al., 1996**).

### ✚ Les fleurs

Les fleurs sont monoïques, inflorescences en panicules d'épis, terminales et nues, avec des fleurs mâles au sommet et des fleurs femelles à la base.

La période de floraison est entre Mai et Décembre. En 2013, Selon Talamali et ces collaborateurs, il existerait 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.





Figure 05 : Les fleurs d'*Atriplex halimus*.

#### ✚ La graine

La graine est entourée du péricarpe membraneux de 2mm de diamètre, aplatie en une disposée suivant les genres dans un plan vertical ou horizontal (Quezel et Santa, 1962). L'orientation de la disposition de la graine est importante à examiner pour séparer les genres. La graine est d'une teinte roussâtre (Franclet et Le Houérou, 1971 ; Quezel et Santa, 1962 ; Mesbah, 1998 ; Mâalem, 2002). Les graines sont comprimés latéral de 0,9 à 1,1 mm, de couleur noir ou roussâtre (Castroviejo, 1990).

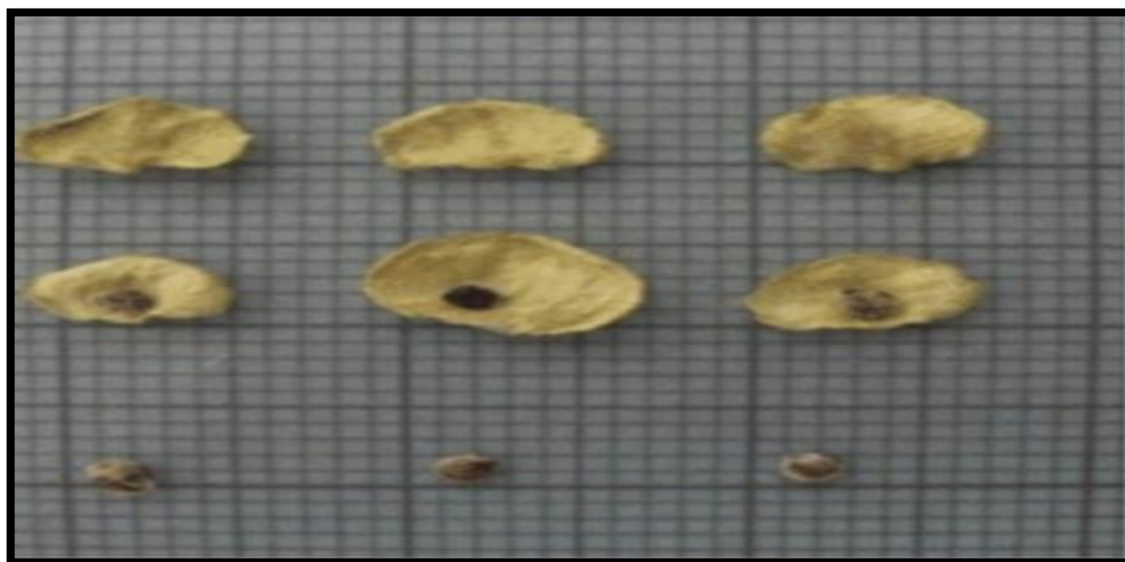
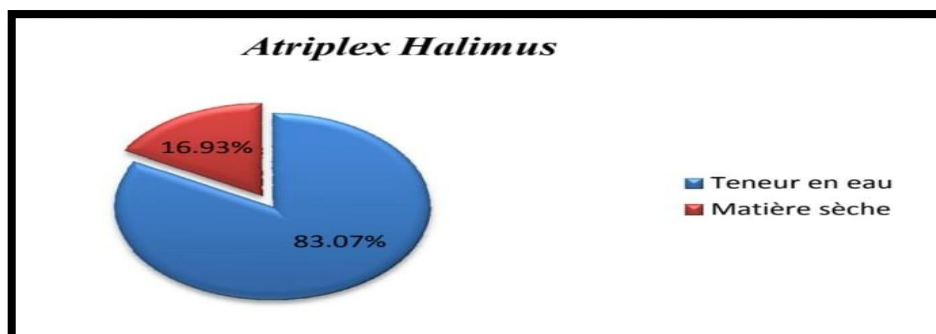


Figure 06 : La graine d'*Atriplex halimus*.

### I.5. Principales substances bioactives d'*Atriplex halimus*

La composition chimique de l'*A. halimus* dépend de plusieurs paramètres tels que le climat, l'âge de la plante et la saison (Abbade et al., 2004).

L'analyse des échantillons de la plante médicinale *Atriplex halimus* qui a été collecté en Mars 2019 dans la région du Maarif (wilaya de M'Sila) montre un taux d'humidité très élevé équivalents à 83,07% ce qui montre que plus de  $\frac{3}{4}$  du poids de la plante fraîche est constitué par l'eau et le reste '16.93%' étant de la matière sèche (Figure 07) (Difallah et Djellal, 2019).



**Figure 07 :** Teneur en eau (%) de la partie aérienne d'*Atriplex halimus* (Difallah et Djellal, 2019).

Les feuilles sont riches en protéines et iode, en gomme, en vitamines C, A et D, en chrome, en saponines, en acide oxalique, en carotène et en oligo-éléments (fer, magnésium, potassium, sodium, phosphore et calcium) dans toute la plante (Laouedj, 2017).

**Tableau 06:** Teneur en matière sèche et la composition chimique des feuilles vertes d'*Atriplex halimus* (Slamani et Gerbi, 2018)

MS(%)	MAT(%MS)	CB*(%MS)	Na(%MS)	Ca(%MS)	K(%MS)	P (%MS)	Mg(%MS)
34.2	15.1	15.4	4.41	1.77	2.59	0.21	0.32

\*MS : matière sèche ; MAT : matière azotée totale ; CB : cellulose brute

L'extrait aqueux de l'*A. halimus* ainsi que le jus pressé des feuilles provoquent un effet hypoglycémiant chez des rats normaux et diabétiques (Aharonson et al., 1969) et grâce à son contenu riche en fibre, il facilite la digestion, augmente la réplétion gastrique et hydrate le contenu du bol fécal (Slamani et Gerbi, 2018).

Le tableau suivant présente les résultats des tests de détection des différents composés chimiques présents dans les extraits d'*Atriplex halimus* pour confirmer la présence des flavonoïdes et des tanins dans tous les extraits de la plante.

**Tableau 07:** Analyse phytochimique des extraits aqueux et organiques d'*Atriplex halimus* (Malecky, 2005).

Extrait	flavonoïde	Terpénoïdes	Quinones	Tanins	Saponines

Aqueux	+	-	-	+	-
Méthanol	+	-	+	+	-
Acétone	+	+	+	+	-
Hexane	+	+	+	+	-

Les flavonoïdes et les tanins font partie des polyphénols. Les terpénoïdes sont des composés possédant une structure moléculaire construite d'un monomère à 5 carbones appelé isoprène. Les triterpénoïdes sont des précurseurs de la synthèse des stéroïdes dans les plantes. Les quinones sont des cycles aromatiques caractérisées par la présence d'un cycle benzénique substitué par deux fonctions cétone connues pour leur activité antimicrobienne (Malecky, 2005).

L'étude quantitative des extraits bruts d'*Atriplex halimus* au moyen des dosages spectrophotométriques avait pour objectif la détermination de la teneur en composées phénoliques, flavonoïdes et tannins totaux. Les résultats sont exprimés dans le tableau suivant :

**Tableau 08** : Dosage des polyphénols, flavonoïdes et tanins totaux des extraits d'*Atriplex halimus*. Chaque valeur représente la moyenne de 3 répétitions  $\pm$  SD. (EAG : Equivalent d'acide gallique, EQ : Equivalent de quercétin, EAT : Equivalent d'acide tannique) (Malecky, 2005).

Extrait	Polyphénols totaux ( $\mu\text{g}$ EAG/mg E)	Flavonoïdes totaux ( $\mu\text{g}$ EQ/mg E)	Tannins totaux ( $\mu\text{g}$ EAT/mg E)
Aqueux	28.10 $\pm$ 9.66	17.70 $\pm$ 0.65	32.30 $\pm$ 0.97
Méthanol	14.44 $\pm$ 0.82	22.79 $\pm$ 0.32	29.47 $\pm$ 4.59
Acétone	28.75 $\pm$ 10.78	31.94 $\pm$ 0.00	76.18 $\pm$ 19.79
Hexane	13.36 $\pm$ 0.41	43.96 $\pm$ 0.25	19.67 $\pm$ 0.70

D'après les résultats on peut noter que la teneur en flavonoïdes est plus élevée dans les extraits préparés par les solvants les moins polaires. La teneur la plus élevée en tannins est observée dans l'extrait d'acétone avec une concentration de 76.18  $\mu\text{g}$  EAT/mg E, suivi par les extraits aqueux et méthanolique avec des concentrations proches (32.30 et 29.47  $\mu\text{g}$  EAT/mg E, respectivement), alors que l'extrait d'hexane représente la teneur la plus faible (19.67  $\mu\text{g}$  EAT/mg E).

Les résultats trouvés sont proches de ceux indiqués par **(Benhammou et al., 2009 ; Benhammou et al., 2014)**, dont la teneur en polyphénols totaux dans les feuilles de la plante est de 10.12 µg EAG/mg E pour l'extrait méthanolique.

Une autre étude réalisée par Belhadj-Tahar en 2018 indique que la fraction butanolique de l'extrait d'*A. halimus* présente une teneur élevée en phénols totaux égale à 3,64 mg EAG/g E et celle des flavonoïdes égale à 0,12 mg EQ/g E, alors que la teneur des tanins est égale à 1,036 mg EC/g E. La fraction de l'acétate d'éthyle dans la même étude a montré des teneurs en polyphénols, en flavonoïdes et en tanins totaux égales à 1,61 mg EAG/g E, 0,05 mg EQ/g E et 0,12 mg EC/g E, respectivement.

## **1.6. Utilisation d'Atriplex et les domaines d'applications**

### **1.6.1. En médecine**

Les phytothérapeutes d'Arabe indigène utilisent les feuilles pour traiter les maladies cardiaques, le diabète (décoction) et le rhumatisme **(Walker et al., 2014)**.

*A. halimus* est également utilisée pour soigner les inflammations des voies urinaires (cystites) et les lithiases urinaires **(Belouad, 2001; Emam, 2011)**.

En effet les feuilles d'*A. halimus* sont utilisées, en décoction, contre les calculs rénaux **(Ghourri et al., 2013)**. Grâce à leurs propriétés anti oxydantes, certains flavonoïdes ont un effet protecteur des tissus du foie contre le cancer **(Emam, 2011)**.

### **1.6.2. En alimentation**

L'*Atriplex halimus* est un arbuste réputé pour la valeur nutritive et énergétique de ses feuilles tendres comme aliment pour les nomades et la population locale steppique, en effet, au printemps, dans plusieurs régions en Algérie (Djelfa) et en 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 de saponines pendant la cuisson ne rend pas cet aliment très savoureux, sa consommation reste très acceptable par la population locale **(Francelet et Le Houérou, 1971)**.

Les feuilles de l'arroche marine sont consommées crues dans les salades, dans certains pays d'Europe. Elles peuvent aussi être cuites à la vapeur ou à la poêle. Dans la région de Gafsa en Tunisie, elles servent à la préparation d'un couscous spécial, le bethboutha. Dans les zones arides d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient, elle constitue un fourrage très apprécié du bétail

(notamment pour les dromadaires). Les feuilles sont riches en protéines, vitamines C, A et D et en chrome. Une autre arroche était connue dans l'antiquité. Ce que Dioscoride (médecin, pharmacologue et botaniste) décrit sous le nom grec d'atraphaxis (atra noir, phaxis poil) comme un végétal cultivé dans les jardins, pourrait être l'arroche des jardins (*Atriplex hortensis*). En application, elle servait à traiter les inflammations.

Graines – cuites : Il peut être broyé dans un repas et utilisé comme épaississant dans les soupes, ou mélangé avec des céréales pour faire du pain. La graine est petite et délicate. La plante donnerait une manne comestible.

### **1.6.3. Arbustes fourragers**

L'*Atriplex halimus* est un arbuste autochtone présente un grand intérêt comme une plante fourragère dans les régions arides et semi-arides en raison de sa rusticité, sa bonne valeur fourragère, sa résistance élevée à la sécheresse, sa faculté de tolérer des taux de salinité importants, le maintien de son feuillage vert durant toute l'année et sa tolérance au pâturage. L'*Atriplex halimus* est riche en protéines, il constitue une source importante en matière azotée pour le cheptel, essentiellement en période de disette (**El-Shatnawi et turuk, 2002**). Sa culture pourrait être envisagée comme source de fourrage dans les zones de grande fragilité écologique.

### **1.6.4. Autres utilisations**

Les cendres de la plante brûlée sont utilisées comme alcali dans la fabrication du savon. La plante fait une superbe haie résistante au vent à faible croissance qui peut être laissée pousser non taillée ou peut être taillée. Il est particulièrement précieux dans les zones maritimes, réussissant directement sur la côte, mais peut également être utilisé à l'intérieur des terres. La plante est extrêmement tolérante à la taille et peut repousser même lorsqu'elle est coupée en vieux bois .la plante tire le sel du sol et a donc été utilisée dans des projets de régénération du sol pour désaliniser le sol.



## **Chapitre II**

**Les activités biologiques de**

***l'Atriplex halimus***

La plante médicinale '*Atriplex halimus*' et par sa richesse en constituants bioactives, elle possède des activités biologique multiples. Au cours de ces dernières années et afin de mettre en évidence l'effet thérapeutique des extraits de cette plante, les chercheurs ont évalués ses activités biologiques par des tests et malgré ça plusieurs mécanismes d'actions des substances bioactifs de cette espèce médicinale restent inconnus et non pas encore élucidés. Lors de ce chapitre nous allons présenter certains de ces études réalisées sur cette plante.

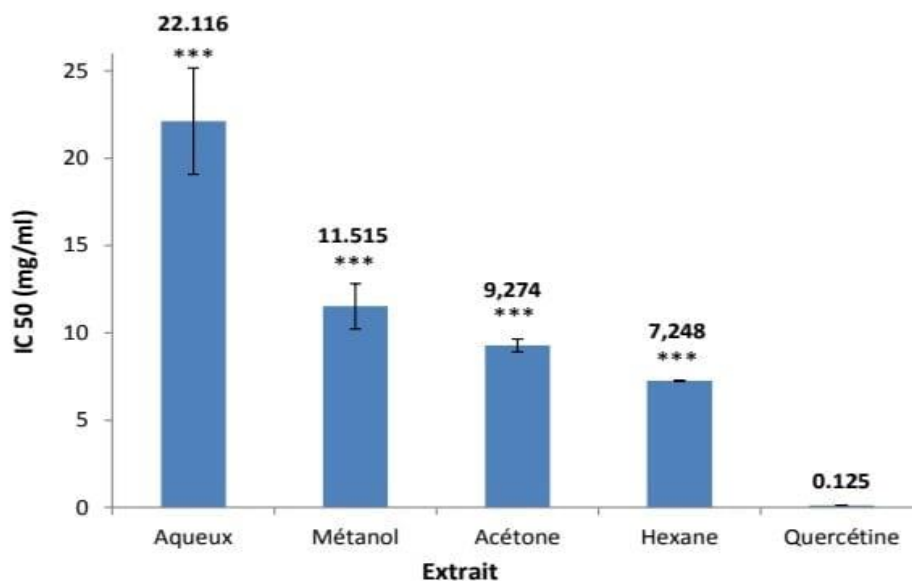
### II .1. Activité antioxydante d'*Atriplex halimus*

Les plantes médicinales représentent une source inépuisable des composés bioactifs tels que les antioxydants naturels. Ces derniers sont des substances capables de neutraliser ou de réduire les dommages causés par les radicaux libres dans l'organisme. Ces substances ont pour rôle d'une manière directe ou indirecte, d'empêcher les espèces réactives de l'oxygène (ERO) et les espèces réactive de nitrogène (ERN) d'atteindre les cibles biologiques (acides nucléiques, protéines, lipides...), pouvant assister considérablement les mécanismes cellulaires (**Bouhadjra, 2011**).

En 2018, Boulaouad et ces collaborateurs ont évalué l'activité antioxydante des partie aérinnes (feuille et fleurs) de la plante *Atriplex halimus*, qui a été récoltée en Décembre 2017 dans la région de Draa El-Hadja à M'sila. Dans le but de l'extraction des composés actifs de la plante *Atriplex halimus* une série de quatre macérations a été effectuée par des solvants à différentes polarités (l'hexane, l'acétone, le méthanol et l'eau distillée). Ils ont fait l'étude quantitative des extraits bruts d'*Atriplex halimus* au moyen des dosages spectrophotométriques pour déterminer la teneur en composées phénolique, ils ont trouvé que les flavonoïdes et les tanins sont présents dans tous les extraits de la plante, les terpénoïdes sont présents dans les extraits d'acétone et d'hexane alors que les quinones sont présentes dans tous les extraits à l'exception de l'extrait aqueux.

Boulaouad et ces collaborateurs ont utilisé deux méthodes pour étudier l'activité antioxydante de l'*Atriplex halimus* : l'effet de piégeage du radical DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) et le pouvoir réducteur des ions ferriques (FRAP : Ferric Reducing antioxidant Power), le potentiel réducteur des extraits est lié à la présence des molécules capables de donner des électrons (les antioxydants) (**Ferreira et al., 2006**). Les résultats de cette recherche sont présentés dans le diagramme ci-dessous, qui indique la concentration des extraits d'*Atriplex halimus* et de la quercétine capable d'inhiber 50 % du radical DPPH (IC50).



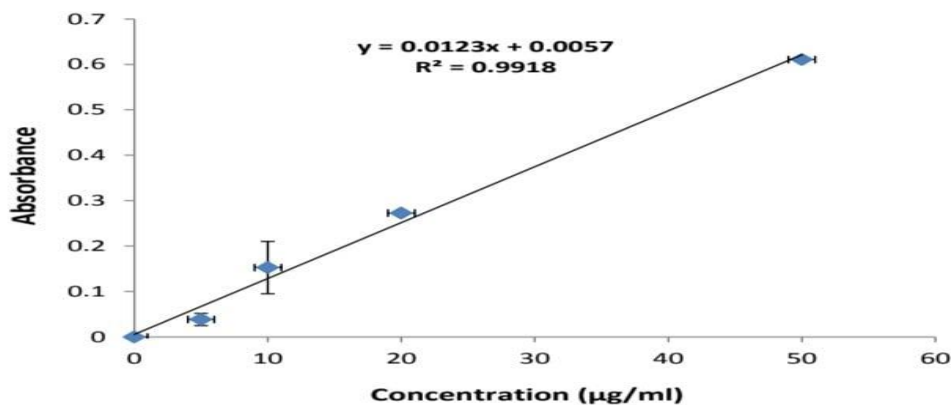


**Figure 08:** Les concentrations des extraits d'*Atriplex halimus* et de la quercétine inhibitrices de 50 % du radical DPPH (IC<sub>50</sub>). Comparaison par rapport au quercétine, ( $p < 0.001$ )\*\*\*. Les valeurs représentent la moyenne de trois répétitions  $\pm$  SD (Boulaouad et al.,2018).

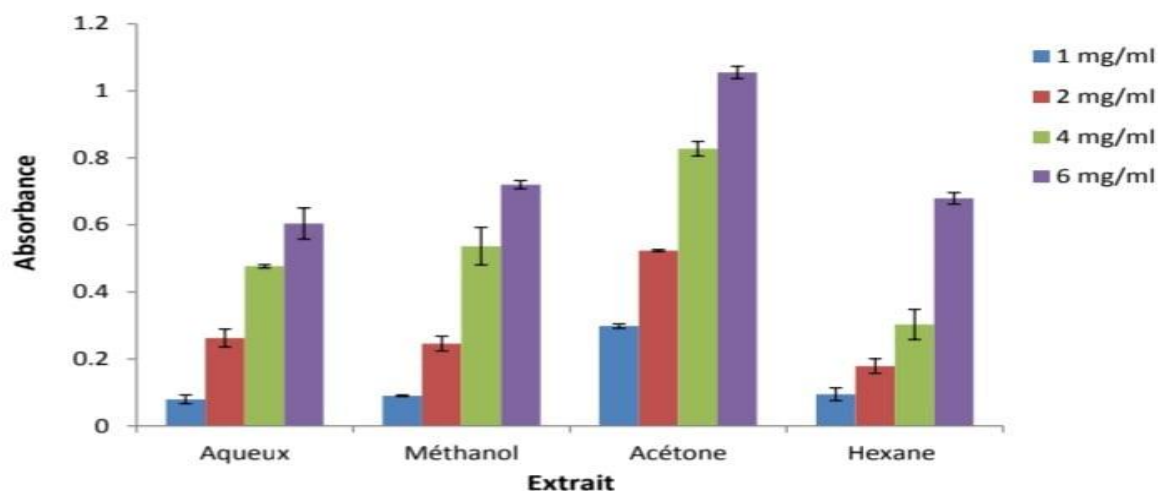
Les profils de l'activité antiradicalaire obtenus révèlent que les quatre extraits étudiés possèdent une activité antioxydante dose-dépendante et faible avec des valeurs très élevées des IC<sub>50</sub>. La meilleure activité est observée pour l'extrait d'hexane avec une IC<sub>50</sub> de 7.24 mg/ml, suivi par l'extrait d'acétone (IC<sub>50</sub> = 9.26 mg/ml), l'extrait méthanolique (IC<sub>50</sub> = 11.39 mg/ml) et enfin l'extrait aqueux (IC<sub>50</sub> = 21.90 mg/ml). Le standard utilisé (la quercétine) présente une activité antioxydante très élevée par rapport aux extraits avec une IC<sub>50</sub> de 0.124 mg/ml. Ces résultats révèlent que l'activité antioxydante des extraits d'*Atriplex halimus* est proportionnelle à leurs teneurs en flavonoïdes selon l'ordre suivant : extrait hexanique > acétonique > méthanolique > aqueux (Figure 08).

Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par (Benhammou et al., 2009, 2014) qui montrent aussi que l'activité antiradicalaire contre le radical DPPH des extraits méthanoliques préparés à partir des feuilles et des tiges d'*A. halimus* est très faible avec des valeurs élevées des IC<sub>50</sub> obtenues (31.83 et 20,58 mg/ml, respectivement).

Aussi dans la même étude et par le teste de FRAP, la capacité réductrice des extraits et de l'acide ascorbique (un standard qui est utilisé comme contrôle positive) a été évaluée, les résultats sont présentés dans les figures suivantes :



**Figure 09 :** Pouvoir réducteur de l'acide ascorbique. Chaque point représente la moyenne de trois répétitions  $\pm$  SD (Boulaouad et al.,2018).



**Figure 10 :** Pouvoir réducteur des extraits d'*Atriplex halimus*. Chaque valeur représente la moyenne de trois répétitions  $\pm$  SD (Boulaouad et al.,2018).

Les résultats obtenus montrent que tous les extraits d'*Atriplex halimus* présentent une capacité réductrice dose dépendante, l'augmentation de l'absorbance dans le milieu réactionnel indique l'augmentation de la réduction de fer. Cependant, leur activité est nettement inférieure à celle de l'acide ascorbique qui a montré à son tour un effet dose-dépendant, dont la valeur d'absorbance la plus élevée (0.61) est obtenue pour la concentration 50  $\mu$ g/ml. De même que l'extrait d'acétone a montré le potentiel réducteur le plus puissant, notant que c'est l'extrait qui a montré la teneur la plus élevée en polyphénols et en tannins qui peuvent servir comme donneurs d'électrons. L'extrait méthanolique présente un pouvoir réducteur avec une absorbance maximal de 0.72 pour la dose de 6 mg/ml. L'extrait d'hexane a donné une absorbance plus élevée pour la dose 6 mg/ml, mais l'extrait aqueux a donné une absorbance plus élevée à 4 et 2 mg/ml par rapport à l'extrait d'hexane et la valeur la plus diminuée est montré par l'extrait aqueux à une dose de 1mg/ml (Figure 09 et 10).

Le potentiel réducteur des extraits est lié à la présence des molécules capables de donner des électrons (Ferreira et al., 2006). Ces derniers contribuent à l'inhibition de la formation des radicaux libres par la chélation de métaux de transition tels que le fer ( $\text{Fe}^{2+}$ ) et le cuivre ( $\text{Cu}^{2+}$ ). Les polyphénols, notamment les flavonoïdes, séquestrent ces ions métalliques au niveau de différents sites. D'après cette étude on conclure que la teneur de l'*Atriplex halimus* en substances actives est variable selon le solvant utilisé pour l'extraction et d'après le teste de DPPH et de FRAP, Cette plante possède une activité antioxydante proportionnelle à la teneur de ces extraits en flavonoïdes.

En 2019, Ould Kaddour et ces collaborateurs ont déterminé *in vitro* les activités anti-radicalaires, les teneurs en polyphénols, en flavonoïdes, en flavonols et en caroténoïdes des parties aériennes (Feuilles et Tiges) d'*Atriplex halimus* de trois sites algériens (Mazagran, Biskra et Sig). Après l'extraction ils ont quantifié les contenants totales en phénoliques (TPC), en flavonoïdes (TFC), en flavonols (TFLC) et en caroténoïdes (TCC) des feuilles et tiges d'*A. halimus*.

Pour la détermination de l'activité antioxydante, ils ont utilisé le test ABTS (acide 2,2'-azino-bis(3éthylbenz-thiazoline-6-sulfonique)). En réagissant avec le persulfate de potassium l'ABTS forme le radical  $\text{ABTS}^+$ , de couleur bleue à verte. L'ajout d'antioxydants va réduire ce radical et provoque la décoloration du mélange. Ils ont été ajouté 0,1 ml d'extraits d'*Atriplex halimus* à diverses concentrations (de 20 jusqu'à 100 mg / ml) au mélange réactionnel qui comprenait 0,9 ml d'ABTS +, après 15 min, l'absorbance a été lue à 734 nm. La décoloration du radical mesurée par spectrophotométrie à 734 nm est proportionnelle à la concentration en antioxydants.

**Tableau 09 :** Teneur totale en phénoliques, flavonoïdes, flavonoïdes et caroténoïdes des feuilles et tiges d'*A. halimus* (Ould Kaddour et al.,2019).

Localisation d'A. Halimus		TPC (mgGAE/g LE)	TFC (mgGAE/g LE)	TFLC (mgGAE/g LE)	TCC (mgGAE/g LE)
Biskra	Feuilles	85.23±1.80 <sup>c</sup>	56.71±1.63 <sup>c</sup>	30.20±0.92 <sup>b</sup>	41±0.00 <sup>b</sup>
	Tiges	66.40±0.69 <sup>d</sup>	14.86±0.89 <sup>e</sup>	54 ±0.07 <sup>f</sup>	17±3.00 <sup>d</sup>
Mazagran	Feuilles	279.33±1.17 <sup>a</sup>	98.19±1.51 <sup>a</sup>	34.87 ±1.32 <sup>a</sup>	33±00 <sup>c</sup>
	Tiges	68.11±7.76 <sup>d</sup>	64.35± 0.41 <sup>b</sup>	11.23±0.52 <sup>d</sup>	10±00 <sup>e</sup>
Sig	Feuilles	162.21±0.14 <sup>b</sup>	55.02±0.14 <sup>c</sup>	16.59±0.77 <sup>c</sup>	73±00 <sup>a</sup>

	Tiges	50.41±5.80 <sup>e</sup>	40.47±0.31 <sup>d</sup>	5.28±0.10 <sup>e</sup>	16±00 <sup>d</sup>
--	-------	-------------------------	-------------------------	------------------------	--------------------

D'après le tableau précédent, l'*A. halimus* Algérienne est une source importante de phytoconstituants, y compris des composés phénoliques, des flavonoïdes, des flavonols et des caroténoïdes, et sont couramment distribués dans les parties de la plante. Ces composés constituent une classe de métabolites végétaux secondaires ayant une activité antioxydante potentielle. Les métabolites secondaires variaient selon les écotypes et la quantité importante de flavonols a été révélée dans les tiges de Mazgran (Maz) comparativement aux tiges de Sig et de Biskra(Bis) et les extraits à partir des feuilles d'*A. halimus* ont révélé une teneur totale élevée en substances bioactives par rapport aux extraits de tiges.

**Tableau 10:** Activités antioxydantes basées sur le dosage ABTS des parties aériennes d'*A. halimus* (F (feuilles), T (tiges)) (Ould Kaddour et al.,2019).

Test	Concentration (mg/ml)	BisF	Bis T	MazF	MazT	SigF	SigT
ABTS%	20	36.36±2.96	17.16±2.07	17.90±2.40	8.48±2.03	27.56±3.15	11.79±2.94
	40	36.36±2.96	17.16±2.07	17.90±2.40	8.48±2.03	27.56±3.15	11.79±2.94
	60	81.26±8.76	37.77±0.46	26.93±1.91	34.52±1.92	53.57±00	23.42±1.45
	80	94.29±2.22	46.01±4.39	29.89±3.29	39.10±0.53	63.85±2.42	34.91±7.49
	100	96.44±1.67	62.97±0.20	43.18±5.40	45.56±3.10	73.31±3.19	39.84±4.48

Données exprimées en moyenne en (%): Pourcentage d'inhibition du piégeage des radicaux

Le tableau 10 a révélé que chaque extrait (de Bis, Maz et Sig) s'est avéré avoir une activité de piégeage dépendante de la dose par le test ABTS. Un grand effet antioxydant basé sur le dosage ABTS a été présenté par les extraits de feuilles et de tiges de Biskra. L'extrait de feuilles a révélé une décoloration plus importante d'ABTS + par rapport à l'extrait de tiges. Les chercheurs de cette étude ont conclu que la teneur en métabolites secondaires varie selon l'écotype de l'espèce et la partie végétale. Le pouvoir anti-radicalaire ne dépend pas toujours de la forte concentration d'antioxydants.

La capacité antioxydante d'*Atriplex halimus* de Biskra dépend de la présence de composés bioactifs de flavonols ainsi que de flavonoïdes, qui donnent la particularité de se substituer aux

antioxydants synthétiques dans les industries agroalimentaires, la phytothérapie et même dans l'alimentation du bétail pour prévenir les dommages pouvant être causés par les stress oxydatifs.

## II.2. Activité antibactérienne d'*Atriplex halimus*

En Décembre 2020, Ziane et ces collaborateurs ont étudié l'efficacité antibactérienne et ont identifié les principaux constituants de l'huile essentielle d'*Atriplex halimus* du sud-ouest de l'Algérie (Collecté en mars 2016 dans la région de Béchar). Ils ont isolé les huiles essentielles d'*A. Halimus* par hydrodistillation puis l'analysée par chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse pour tester la puissance antibactérienne contre trois souches bactériennes: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et *Bacillus cereus* par un test de diffusion sur disque.

Après l'analyse des huiles essentielles d'*Atriplex halimus*, ils ont identifiés 17 composés volatils et semi-volatils différents, répartis par classes chimiques distinctes: Monoterpènes oxygénés (32,62%), hydrocarbures sesquiterpéniques (15,94%), hydrocarbures monoterpéniques (23,73%) et composés soufrés (3,11%). Près de 20% de la composition de l'huile est inconnue, ce qui pourrait être dû à une information insuffisante sur leur IR dans la littérature. Environ 91,94% du total des composants représente 14 composants identifiés dans l'huile essentielle d'*A. halimus* qui sont les suivants :

**Tableau 11:** Les 14 composés chimiques identifiés de l'huile essentiel d'*Atriplex halimus* (Ziane et al.,2020)

Nbr	Nom du composant	Nbr	Nom du composant	nbr	Nom du composant
1	Octane	6	$\beta$ -Pinene	11	Thiophene,2-[(methylthio)ethynyl]
2	3-Furancarboxaldehyde	7	Myrcene	12	-
3	2-vinyl-5-methylfuran	8	$\alpha$ -Terpinene	13	Germacrene D
4	1,1,4Trimethylcyclohexane	9	Pelargonaldehyde	14	Myristicin
5	Camphene	10	p-Menthan-3-one, cis-p-		

Les résultats obtenus pour le dépistage de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle d'*A. halimus* sont résumés dans le tableau suivant:

**Tableau 12:** Activité antimicrobienne des huiles essentielles des parties aériennes d'*Atriplex halimus* (Ziane et al.,2020)

Organismes	Concentration minimale inhibitrice (µl / ml)
Escherichia coli	1,64
Staphylococcus aureus	2.4525
Bacillus cereus	0.82

Les valeurs de CMI pour l'huile essentielle de parties aériennes étaient comprises entre 0,82 et 2,4525 µl / ml. L'huile essentielle d'*A. halimus* s'est avérée avoir une activité antimicrobienne modérée à élevée. Il a montré une forte inhibition contre *B. cereus* et une faible activité contre *S. aureus*. Cette activité antimicrobienne peut être due à la composition chimique de l'huile essentielle, qui est riche en monoterpènes oxygénés. D'après cette étude ils ont conclu que l'*Atriplex halimus* possède une activité antibactérienne et a un effet significatif contre les différentes souches bactériennes (Tableau 12).

### II .3. Activité néphro-protectrice d'*Atriplex halimus*

Zeghib et ses collègues en 2019 ont réalisé une étude pour examiner l'effet curatif et préventif de l'extrait d'*Atriplex halimus* sur la néphrotoxicité induit par le benzène chez les rats. Ils ont utilisé 30 rats Albinos mâles adultes, pesant  $227,14 \pm 3,42$  g placés en cinq groupes de six rats .Ils ont mesurée les concentrations sériques d'urée, de créatinine, d'albumine, d'acide urique et de protéines totales, ainsi que l'activité LDH (Lactate Deshydrogénase) à l'aide de kits commerciaux obtenus auprès de Spinreact (Barcelone, Espagne).

La MDA (3,4-Méthylènedioxyamphétamine) a été mesurée selon la méthode décrite par Quintanilha et al (Quintanilha, 1982) et la concentration de GSH (taux de glutathion réduit) a été réalisée avec la méthode décrite par Ellman 1959 (Weckbecker, 1988), L'activité GST (Glutathion S-transférase )des tissus a été mesurée par spectrophotométrie (la méthode de Habig et ses collègue) (Habig, 1974). Ainsi la détermination de l'activité CAT ( catalase) a été testée par la décomposition du peroxyde d'hydrogène selon la méthode de Aebi (Aebi, 1984). La teneur en protéines du surnageant a été estimée par spectrophotométrie par la méthode de Bradford en utilisant de l'albumine de sérum bovin comme standard (Bradford, 1976) et après le sacrifice des rats, ils ont fait des études histopathologiques.

**Tableau 13:** les valeurs biochimiques sanguines dans les groupes témoin et expérimental (zeghib et al., 2019).

paramètres	Acide urique sérique (mg / l)	Albumine sérique (g / l)	LDH sérique (U / l)	Protéine sérique (g / l)
Control	19.67±1.33	31.83±1.33	3166±149	72.33±2.47
Ah	14.59±0.55***	39.33±1.41	2227±135**	83.83±3.42*
BZ	17.78±1.83	31.17±1.17	3324±216	68.83±1.14*
BZ+AhC	18.74±1.18	25.40±1.29	3098±118*	70±1.96
AhP+BZ	12.00±0.56***	37.6±2.23	2831±187*	65.25±2.14*

L'exposition à le BZ a provoqué une augmentation significative ( $p < 0,05$ ) du taux d'urée et une diminution significative des taux de protéines sériques ( $p < 0,01$ ). De plus aucun effet d'*Atriplex halimus* seul ou de BZ sur la concentration sérique d'albumine et l'activité LDH par rapport au témoin. Pendant ce temps, *Atriplex halimus* a récupéré les paramètres biochimiques mentionnés dans le tableau 13 pour le traitement préventif (AhP + BZ) mais le faible effet pour le traitement curatif (BZ+AhC), d'une autre manière, le traitement avec l'extrait aqueux d'*Atriplex halimus* seul n'a aucun effet sur la plupart de ces paramètres (Tableau 13).

**Tableau 14 :** les paramètres de stress oxydatif dans les reins des groupes témoins et expérimentaux (zeghib et al., 2019) .

Paramètres	MDA (nmol/mg prot)	GSH(nmol/g tissu)	GST(nmol/min/g tissu)	CAT (U/g tissu )
Control	3.78±0.33	2.97±0.21	5.96±0.32	1.16±0.044
Ah	3.98±0.18	2.42±0.31	6.26±0.65	1.21±0.25
BZ	4.52±0.065**	2.28±0.051**	4.40±0.20**	0.70±0.044***
BZ+AhC	5.26±0.085***	2.05±0.3*	5.62±0.42*	1.036±0.049**

AhP+BZ	3.49+0.19**	2.66+0.15*	6.31+0.37**	0.96+0.07*
--------	-------------	------------	-------------	------------

Les résultats présentés dans le tableau 14 montrent une augmentation significative ( $p < 0,05$ ) du taux de MDA et une diminution significative du taux de GSH ( $p < 0,01$ ), de GST ( $p < 0,01$ ) et de CAT ( $p < 0,001$ ) dans le groupe BZ par rapport à les valeurs de contrôle correspondantes, Le traitement par *Atriplex halimus* a partiellement rétabli les activités de MDA ( $p < 0,001$ ), de CAT ( $p < 0,05$ ) et de GST ( $p < 0,05$ ) pour l'effet curatif (BZ + AhC) et a totalement restauré le taux de MDA ( $p < 0,01$ ), de GSH ( $p < 0,05$ ) et les activités enzymatiques CAT ( $p < 0,01$ ) et GST ( $p < 0,05$ ) pour l'effet préventif (AhP+BZ). De plus, le traitement avec l'extrait végétal seul n'entraîne aucune modification des paramètres de stress oxydatif.

Le tableau suivant représente les coefficients de corrélation et les niveaux significatifs de différents composants de marqueurs rénaux chez le rat.

**Tableau 15 :** Les coefficients de corrélation et les niveaux significatifs de différents composants de marqueurs rénaux chez le rat (Zeghib et al., 2019).

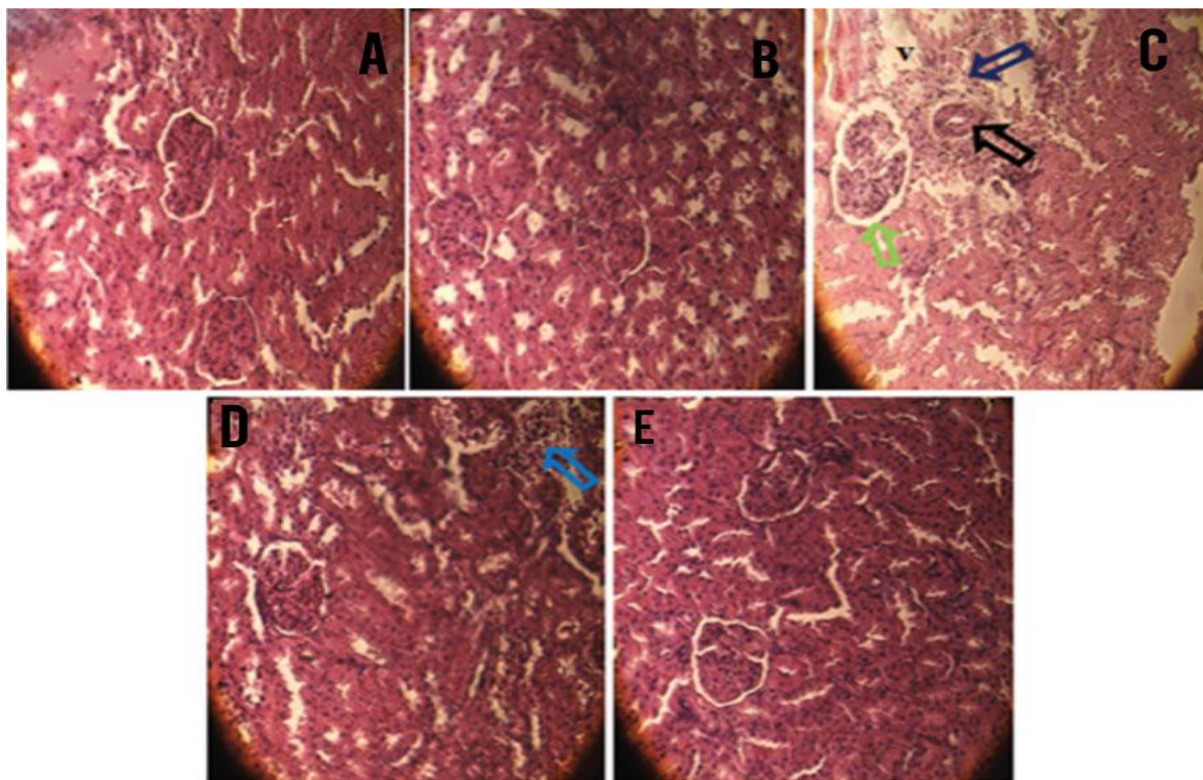
Composants	Créatinine		Urée	
	MDA	0.65	0.04	0.88
GSH	-0.75	0.012	-0.076	0.01
GST	-0.9	0	-0.83	0.03
CAT	-0.81	0.005	-0.52	0.111

Les résultats du tableau 15 représentent la corrélation entre les marqueurs rénaux sériques (créatinine et urée) et les marqueurs de stress oxydatif rénal (MDA, GSH, GST et CAT) pour les groupes expérimentaux. Les résultats de ces chercheurs montre qu'il y avait une corrélation positive significative ( $p < 0,05$ ) entre la concentration de créatinine sérique et le taux de MDA rénal. Mais il n'y avait pas de corrélation significative entre le taux de l'urée sérique et l'activité de la CAT rénale.

D'un autre coté après l'observation microscopique des coupes histologiques de rein du rat témoin et traité par *Atriplex halimus*, ils ont trouvé un parenchyme rénal normal avec des glomérules, des tubules normaux (Fig. 11 A et B). Cependant, des coupes histologiques du rein de rat exposé à le BZ ont révélé une dégénérescence sévère représentée par une nécrose et une hypertrophie glomérulaire apparente à leur architecture avec nécrose tubulaire, dilatation et



vacuolisation tubulaire. De plus, une hémorragie, des foyers d'inflammation et un grand espace de Bowman ont été observés dans les coupes rénales de ce groupe (Fig. 11C). La coupe rénale des groupes (AhP + BZ) lorsque les rats ont reçu l'extrait aqueux du traitement protecteur *Atriplex* avec BZ a indiqué une protection contre le tubule et le glomérule (Fig. 11E). Donc le traitement curatif *Atriplex* a partiellement réduit les lésions sévères des tissus rénaux (Fig. 11D)



**Figure 11:** (a) L'examen histologique du rein d'un rat témoin présentant une architecture normale  $\times 400$ . (b) Coupe rénale de rats traités par *Atriplex halimus* présentant une architecture rénale saine  $\times 400$ . (c) Rein de rats exposé au benzène montrant un foyer d'inflammation (flèche bleue), une nécrose glomérulaire (flèche noire), un grand espace d'arc (flèche verte) et une vacuolisation (V)  $\times 400$ . (d) Rein de rat traité curatif par *A. halimus* présentant un degré modéré de lésions rénales et peu de cellules inflammatoires, une protection contre les tubules et une dégradation du glomérule  $\times 400$ . (e) Des coupes rénales de rats benzéniques empêchés par *A. halimus* ont montré l'apparence normale des tubules et du glomérule  $\times 400$  (zeghib et al., 2019).

L'étude actuelle démontre que l'administration d'*Atriplex halimus* peut réduire (ou prévenir complètement) plusieurs toxicités induites par le BZ dans les reins. Ce potentiel protecteur peut impliquer les puissantes propriétés antioxydantes de cette plante en éliminant les radicaux libres et les dommages oxydatifs causés par le BZ. Par conséquent, la supplémentation alimentaire avec Ah pourrait être une méthode utile pour protéger les populations à haut risque d'intoxication chronique BZ environnementale et / ou professionnelle, et pour piéger les radicaux libres générés dans le rein.

#### II .4. Activité hépto-protectrice d'*Atriplex halimus*

Zeghib et ces collègues en 2020 ont réalisé une étude pour estimer le pouvoir préventif et curatif de l'extrait aqueux de parties aériennes d'*Atriplex halimus* contre l'intoxication hépatique du BZ chez les rats. Ils ont utilisé 30 rats mâles albinos divisés en cinq groupes de 6 rats chacun: contrôle, *Atriplex halimus*, benzène, *Atriplex halimus* + BZ (effet préventif) et BZ + *Atriplex halimus* (effet curatif). A la fin de l'expérience, le gain de poids corporel et le poids relatif du foie ont été estimés et les marqueurs des enzymes hépatiques (AST (Aspartate aminotransférase), ALT (Alanine aminotransférase), ALP (Phosphatase alcaline) et LDH ont été analysés par spectrophotométrie. Des études histopathologiques sur le tissu hépatique ont également été réalisées par la méthode de coloration à l'hématoxyline et à l'éosine.

**Tableau 16:** Poids corporel initial, gain de poids corporel et poids relatif du foie dans les groupes témoins et expérimentaux ( zeghib et al.,2020 ).

Paramètres	Poids corporel initiale(g)	Gain de poids corporel	Poids relatif du foie
Control	221.17±7.73	0.74±0.10	2.340±0.088
Ah	233±4.71	0.719±0.064	2.319± 0.052
BZ	234.2±12.1	0.38±0.031***	2.097±0.033 ***
AhP+BZ	219.25±7.16	0.76±0.072 b	2.216±0.033 **b
BZ+AhC	229.25±6.34	0.66±0.037 b	2.291±0.085 a

L'exposition à le BZ chez les rats a entraîné une diminution du gain de poids corporel ( $p < 0,001$ ) et du poids relatif du foie ( $p < 0,001$ ) par rapport aux rats témoins. Le traitement préventif Ah des rats exposés au BZ (AhP + BZ) a permis de restaurer le gain de poids corporel ( $p < 0,01$ ), le poids relatif du foie ( $p < 0,01$ ) par rapport aux rats BZ. Le traitement curatif de l'extrait aqueux d'Ah a entraîné une augmentation significative ( $p < 0,05$ ) du gain de poids corporel et du poids relatif du foie par rapport aux rats BZ (tableau 16).

**Tableau 17 :** Les activités des enzymes hépatiques et sériques dans les groupes témoins et expérimentaux (zeghib et al.,2020 ).

Paramètres	ALT hépatique	Foie AST	Sérum ALP	Sérum LDH
Control	219.9±11.5	434.1±46.1	343.5±16.5	3166±149

<b>Ah</b>	206.5 ±8.54	422.8 ±45.9	319.6 ±19.7	2227±135
<b>BZ</b>	144.68±9.06	472.8±32.4	234.0±23.6	3324±216
<b>AhP+BZ</b>	188.8±12.2	404.3 ±33.1	371.5±29.1	2831±187
<b>BZ+AhC</b>	201.1± 16.1	550.20 ±8.83	222.6±29.7	3098±118

Les résultats présentés dans le tableau 17 montre une diminution significative des activités des ALT hépatiques ( $P < 0,001$ ) et des ALP sériques ( $P < 0,05$ ), et un changement non significatif des activités des AST hépatiques et des LDH sériques dans le groupe intoxiqué au benzène par rapport au groupe témoin. . Cependant, un traitement avec un extrait aqueux d'extrait d'A. Halimus avec du benzène a fourni une protection à ces activités enzymatiques. Le traitement curatif Atriplex a atténué la diminution de l'ALT ( $P < 0,001$ ) et l'augmentation des activités LDH mais n'a pas affecté le taux sérique d'ALP par rapport au groupe benzène. Le traitement par Ah seul a diminué l'activité de la LDH sérique uniquement.

Le tableau 18 représente le classement histologique qui a été effectué selon quatre degrés de gravité : - (aucun); + (doux); ++ (modéré) et +++ (sévère).

**Tableau 18:** Des Enregistrement semi-quantitatif des dommages architecturaux sur analyse histopathologique du foie de contrôle et traité ( *zeghib et al.,2020* ) .

Paramètres	Contrôle	Ah	BZ	AhP + BZ	BZ+AhC
Fibrose portale	-	-	+++	-	-
Infiltration inflammatoire	-	-	++++	+	+++
Nécrose hépatique	-	-	++	-	++
Congestion et dilatation des sinusoides	-	-	++	-	-
Dilatation et congestion des veines hépatiques	-	-	++++	+	+
Vacuolations cytoplasmiques	-	-	++	+	-
Expansion de la voie portale	-	-	++++	-	++

Les résultats ont montré une architecture normale des cellules hépatiques avec une zone centrale et porte normale dans les groupes témoin et les groupes traité par *Atriplex halimus*, tandis que les rats intoxiqués par le BZ ont révélé de graves changements pathologiques se manifestant par une dégénérescence et une dilatation de la veine centrale, la nécrose des cellules hépatiques, la congestion et la dilatation des sinusoides hépatiques et l'accumulation de cellules inflammatoires autour de la veine centrale. De plus, une infiltration sévère des zones des voies portales avec des cellules inflammatoires, une congestion et une dilatation de la veine porte et un œdème.

Cependant, les foies de rats BZ traités avec l'extrait d'*A. halimus* ont considérablement réduit et atténué les altérations histologiques. Une congestion et une dilatation modérées de la veine centrale et une légère inflammation ont été observées dans ces groupes (Tableau 18).

Dans cette étude, ils ont montré les possibles effets pharmacologiques d'*A. halimus* contre l'hépatotoxicité induit par le benzène. L'exposition à le BZ à une dose (100 mg / kg) a entraîné une diminution du poids corporel et du poids relatif du foie. Cette étude a été en accord avec celle d'Ibrahim et ces collègues (2011) (**Ibrahim, 2011**) qui ont signalé un baisse significative du gain de poids corporel des animaux intoxiqué avec BZ, suggérant que le corps réduit les poids peuvent être dus à la dégradation globale accrue de lipides et de protéines résultant des effets directs du BZ . Leurs données concordaient avec Adeyemi et ces collègues (2009) (**Adeyemi, 2009**) qui ont signalé une réduction des activités hépatiques ALT et AST et une élévation de l'activité LDH sérique de rats exposés au benzène. En outre, l'étude de Hegazy et Kamel, (2014) (**Hegazy, 2014**) a montré que l'exposition professionnelle au benzène affectait quatre activités importantes des enzymes hépatiques (LDH, ALP, ALT et AST) dans le sérum.

D'autre part, leurs résultats montrent que le traitement des rats par *Atriplex halimus* a restauré de manière significative l'activité enzymatique hépatique ainsi ils ont trouvé que cette plante inhibe les lésions hépatiques causées par le BZ.

À la lumière des résultats obtenus, cette étude a confirmé une capacité bénéfique de l'extrait aqueux d'*Atriplex halimus* à prévenir et réduire les lésions hépatiques induites par le BZ. Il révèle également que *Atriplex halimus* est une plante médicinale robuste pour se développer en phytomédecine contre les troubles hépatiques. Par conséquent, la supplémentation alimentaire avec *Atriplex halimus* pourrait être une méthode utile pour protéger les populations à haut risque d'intoxication chronique BZ.

## II .5. Activité hypoglycémiante de l'extrait méthanolique d'*Atriplex halimus*

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 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**).

Dans le travail de Bouchoucha et Ouazeta en 2018, Les activités hypoglycémiantes et anti-hyperglycémiantes de l'extrait méthanolique des feuilles de l'*Atriplex halimus* sur des rats femelles ont été réalisés.

Le matériel végétal utilisé dans cette étude correspond à des feuilles de la plante *Atriplex halimus*, qui ont été séchées dans un endroit sec et à l'abri des rayons solaires et broyées en suivant après une macération et extraction avec le méthanol et l'éther de pétrole pour but d'extraire sélectivement le maximum de composants chimiques dans la plante. Cette étude a permis de démontrer une activité hypoglycémiante et anti hyperglycémiante de l'extrait méthanolique chez les rats qui ont été rendu hyperglycémiant temporaire et chez des rats normo-glycémiques.

Chez les rats en hyperglycémie temporaire, une injection IP (Intrapéritonéale) de de la solution du glucose (50%) et des différentes doses de l'extrait méthanolique d'*Atriplex halimus* (lots testés) ou de solution de référence glucophage (lot témoin positif) a été réalisée. Chez les groupes des rats-témoins (négatif et positif), l'administration du glucose à la dose de 50% par voie IP entraîne une hyperglycémie significative après 30 mn. Chez les rats préalablement traités avec des doses croissantes de l'extrait méthanolique de la plante, la variation de la glycémie obtenue après 30 mn de l'administration du glucose est faible par rapport au lot témoin négatif. L'extrait méthanolique d'*Atriplex halimus* et la solution de la molécule de référence « glucophage » entraînent une réduction importante du taux de la glycémie au bout de 3 heures d'expérience par rapport au lot non traité, ce qui confirme que l'extrait possède un effet hypoglycémiant important et le taux de réduction de la glycémie chez les lots traités est proportionnel avec la dose (tableau 19).

**Tableau 19:** Réduction de l'hyperglycémie induite par le glucose chez les rats traités par l'extrait méthanolique d'*Atriplex halimus* et glucophage (**Bouchoucha et Ouazeta, 2018**).

Lots	Glycémies (mg/dl)				
	0h	30mn	60mn	120mn	180mn

<b>Témoins</b>	<b>Négatif</b>	80±1	138.5±2.5	130.5±1	125±0.5	103±1
	<b>% réduction</b>	/	/	5.776	9.747	25.631
	<b>Positif (traités Par glucophage)</b>	80±1.5	135±1.5	124±1.5	107±0.25	81±0.5
	<b>% réduction</b>	/	/	8,148	20,592	40
<b>Extrait méthanolique (<i>Atriplex halimus</i>)</b>	<b>250 mg/kg</b>	80±1.25	134±2	125±1	119±1	83±0.5
	<b>% réduction</b>	/	/	6.716	11.194	38.059
	<b>500 mg/kg</b>	80±1.5	133.5±2	118±1.5	104±1	79±0.5
	<b>% réduction</b>	/	/	11.610	22.097	40.823
	<b>1000 mg/kg</b>	80±1	131±2.5	115.5±2	101.5±1	75±0.25
	<b>% réduction</b>	/	/	11.832	22.519	42.748

Chez les rats normo-glycémiques (Tableau 20) une injection (IP) de différentes doses de l'extrait méthanolique d'*Atriplex halimus* (lots testés) ou de l'eau distillée (lot témoin) a été réalisée.

Chez les rats témoins qui ont reçu que l'eau distillée, la glycémie ne varie pas significativement pendant les trois heures d'étude. L'extrait méthanolique de la plante étudié avec les trois doses 250, 500 et 1000 mg/kg entraîne une réduction dose- dépendante de la glycémie de ces rats, l'hypoglycémie induite par l'extrait méthanolique d'*Atriplex halimus* apparait important 1 heure après l'injection par rapport au lot témoin.

Ces résultats suggèrent que les composés responsables de cet effet hypoglycémiant sont extractibles dans le méthanol seraient plutôt des substances à groupements apolaires. L'extrait méthanolique d'*Atriplex halimus* a une activité hypoglycémiant et anti-hyperglycémiant importante. Il possède des molécules d'intérêt pharmacologique. En effet, les substances telles que les polyphénols et les flavonoïdes sont généralement reconnues par leurs effets hypoglycémiant (Mangambu et al., 2014 ; Kim et al., 2006 ; Huang et al., 2004 ; N'doua et al., 2015). Et cela a été confirmé par les résultats déjà obtenus qui montrent la richesse de l'extrait de cette plante par ces molécules.

Une étude antérieure montre que l'*Atriplex halimus* est extrêmement efficace pour potentialiser l'effet des antidiabétiques qui facilite l'entrée du glucose dans les cellules musculaires et adipeuses.

Les feuilles d'*Atriplex halimus* peuvent agir comme des inhibiteurs de l' $\alpha$ -glucosidase réduisant ainsi l'absorption de glucides dans l'intestin (Said et al., 2007).

**Tableau 20** : Effet de l'extrait méthanolique d'*Atriplex halimus* sur la glycémie des rats normoglycémique. (Bouchoucha et Ouazeta , 2018)

Lots		Glycémies (mg/dl)				
		0h	30mn	60mn	120mn	180mn
Témoin		64±1	63±1	61±0.5	56.5±1.5	54±1
% réduction		/	1.562	4.687	11.718	15.625
Extrait méthanolique <i>(Atriplex halimus.L)</i>	250mg/kg	64±1	62.5±0.5	59±0.25	52±0.5	47±0.5
	% réduction	/	2.343	5.468	18.75	26.562
	500 mg/kg	64±1.5	61.5±0.5	57±0.25	51±0.5	46±0.25
	%réduction	/	3.906	10.937	20.312	28.125
	1000 mg/kg	64±0.5	61±0.25	51±0.5	44±0.25	42±0.5
	% réduction	/	4.687	20.312	31.25	34.375

De même les résultats trouvés par (chikhii, 2014) confirment que l'extrait méthanolique d'*Atriplex halimus* a une activité hypoglycémiante et anti –hyperglycémiante. Les résultats de cette étude montrent que l'administration de l'extrait aqueux de l'*A. halimus* à une dose de 200 mg/kg provoque une diminution hautement significative de la glycémie après quatre semaines de traitement.

## II .6. Effet antifongique des extraits polyphénoliques d'*Atriplex halimus*

Une étude était réalisé en 2019 par Ouldkaddour pour le but d'évaluer la capacité des extraits éthanoliques des deux parties aériennes (Feuilles et tiges) de différents écotypes choisi de l'*Atriplex halimus* à inhiber la croissance des champignons dermatophytes *C. albicans* et *C. tropicalis*. Ces espèces de champignons ont été fournies, respectivement par la banque des données de l'institut pasteur d'Alger (Algérie) et l'institut Pasteur (laboratoire d'hygiène d'Oran), Ces espèces sont responsables des infections dermiques.

Deux méthodes ont été retenues pour déterminer, in-vitro, l'effet antifongique des extraits. Il s'agit de la méthode dite de disques non imprégnés ou test de diffusion sur gélose et la méthode dite de contact direct qui se base sur le contact direct des extraits polyphénoliques de l'*A. halimus* avec la souche. L'amphotéricine B (10µg/ml) a été également testée afin de contrôler la sensibilité des micro-organismes.

Les résultats obtenu par les deux méthodes montre que les extraits bruts d'*A. halimus* des écotypes utilisé ont réagi différemment contre *C. tropicalis*. Cette activité varie selon les organes végétaux et les écotypes choisis ont également présenté un faible effet antifongique contre cette espèce comparativement à l'Amphotéricine B. Aussi la sensibilité de *C. albicans* aux extraits d'*A. halimus* était à des concentrations élevées de 60, 80 et 100 mg/ml

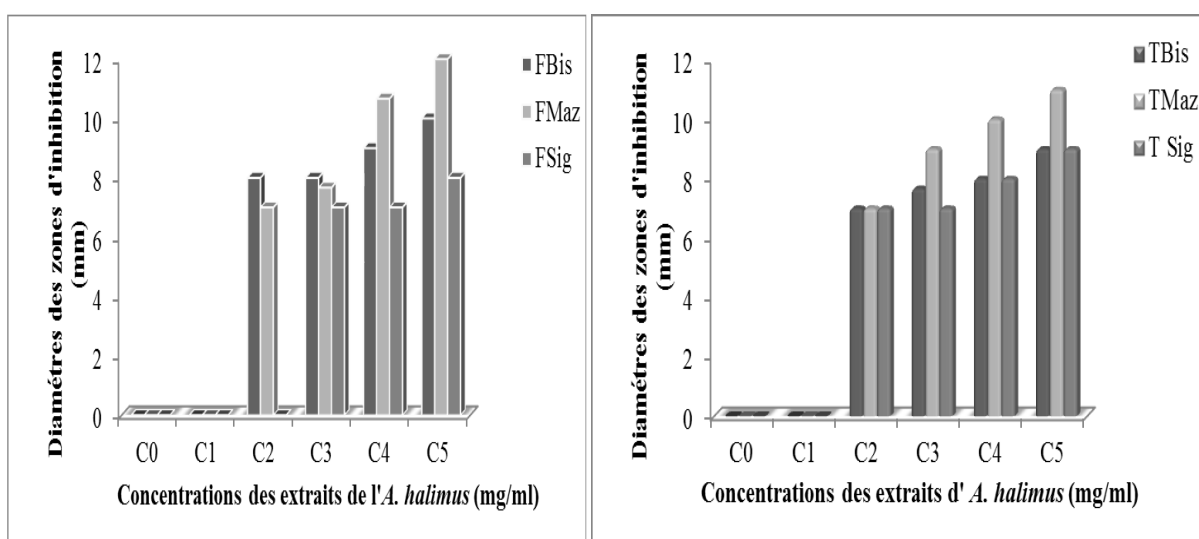


Figure 12 : Effet des extraits des feuilles (A) et des tiges (B) des trois provenances de l'*A.halimus* sur la croissance de *C. albicans* par la méthode d'aromatogramme (p=0). (Ouldkaddour ;2019)

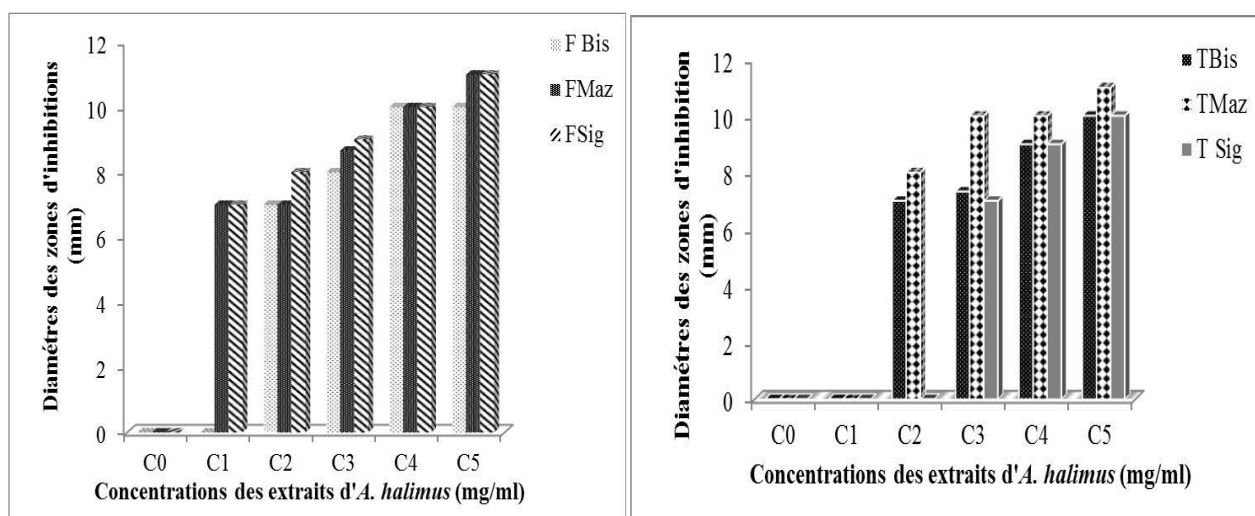


Figure 13 : Effet des extraits des feuilles (A) et des tiges (B) des trois provenances de l'*A.halimus* sur la croissance de *C. tropicalis* par la méthode d'aromatogramme (p=0). (Ouldkaddour , 2019)



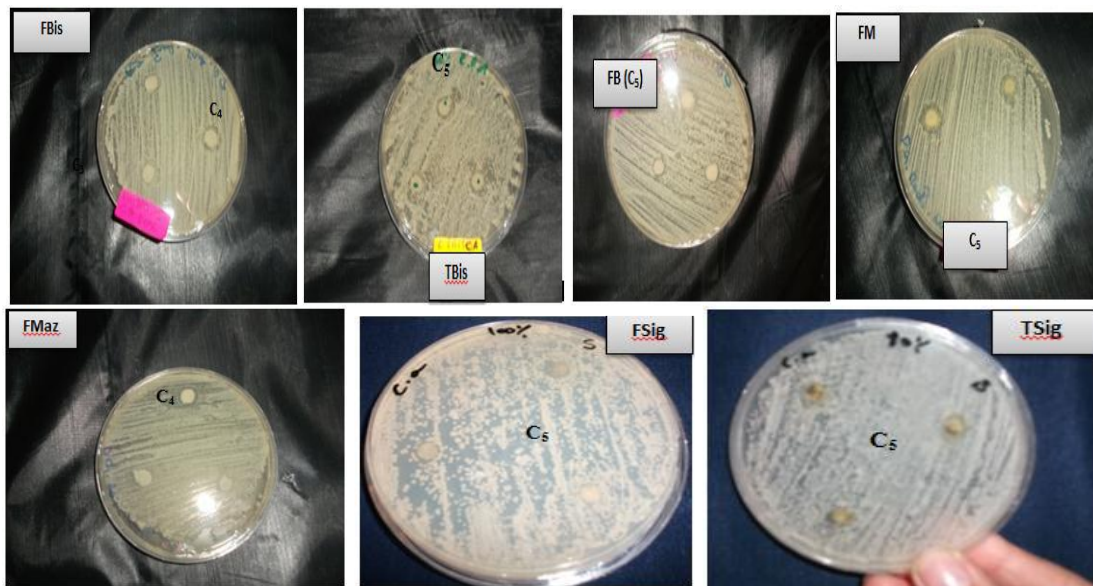


Figure 14: Effet des extraits de l'*Atriplex halimus* sur la croissance de *Candida albicans*. (Ouldkaddour ;2019)

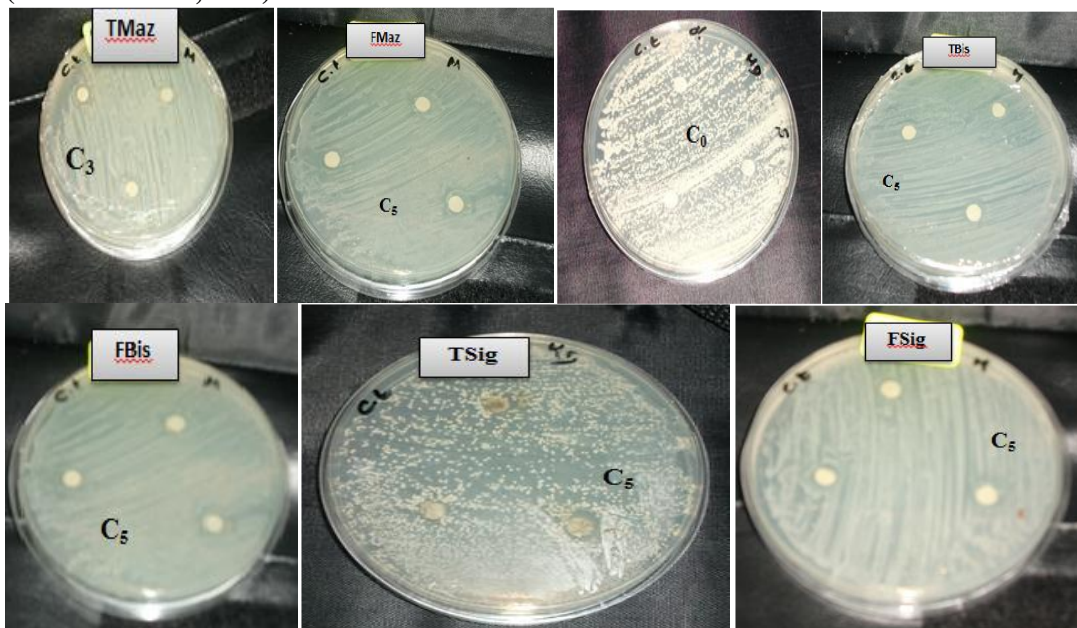


Figure 15: Effet des extraits de l'*Atriplex halimus* sur la croissance de *C. tropicalis* (Ouldkaddour, 2019).

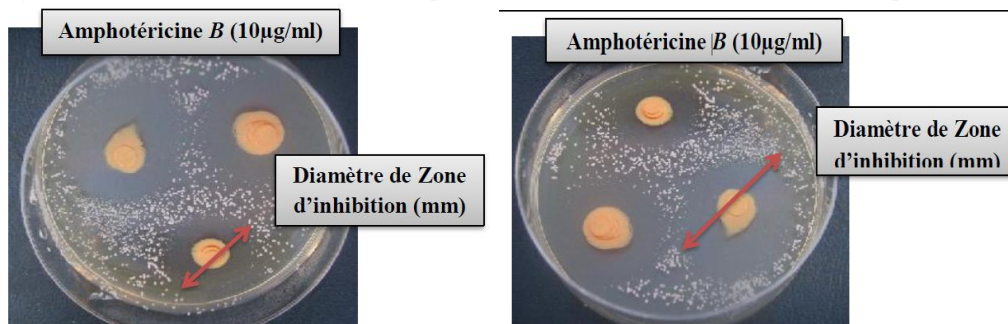
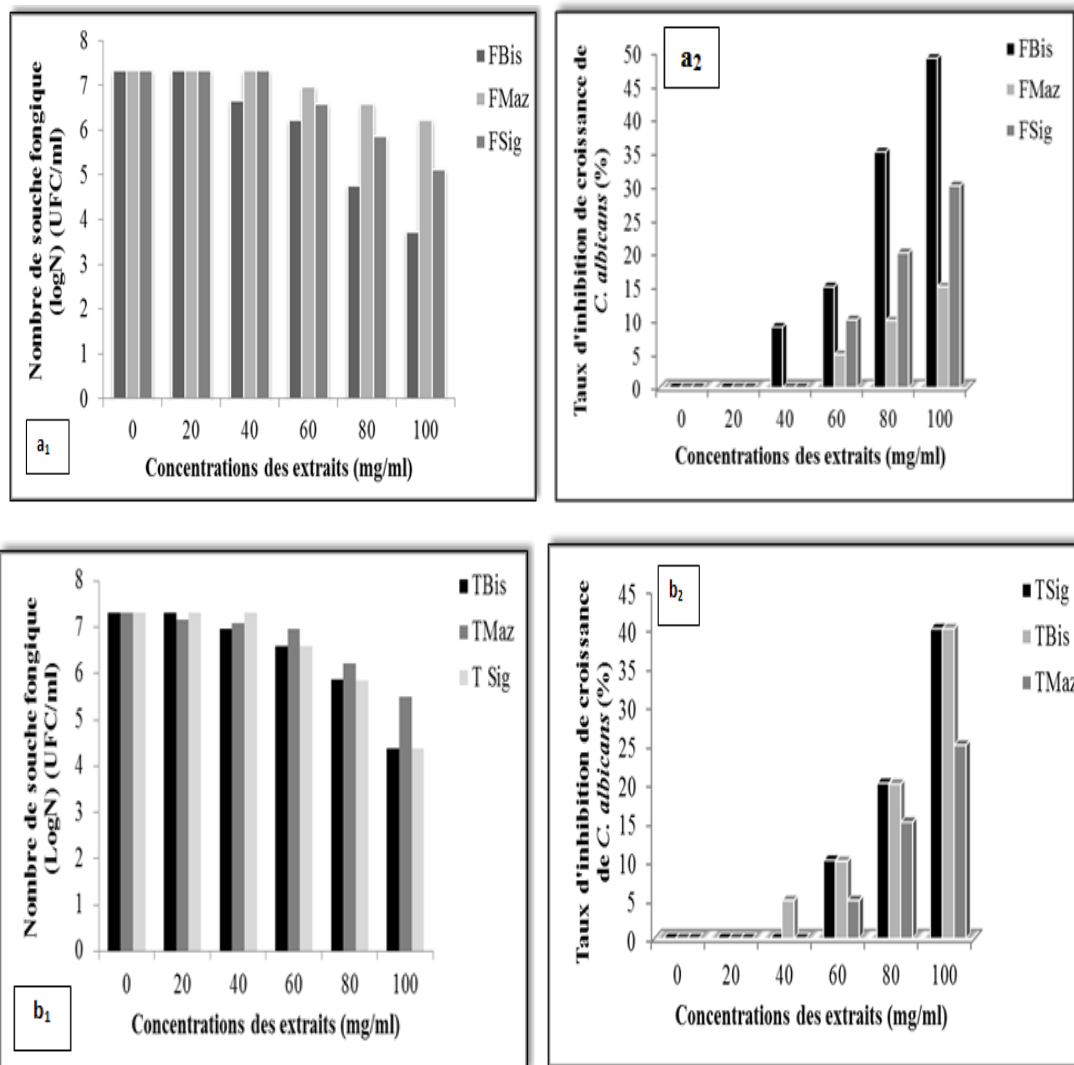
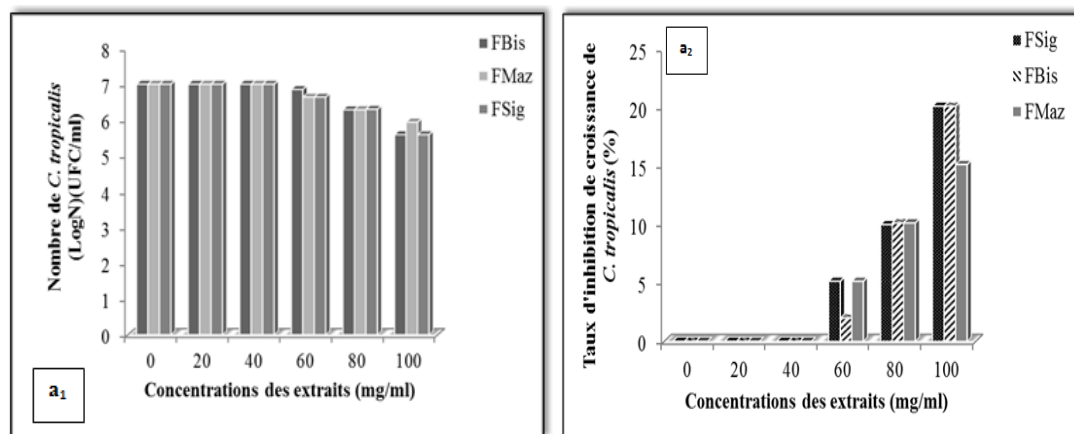
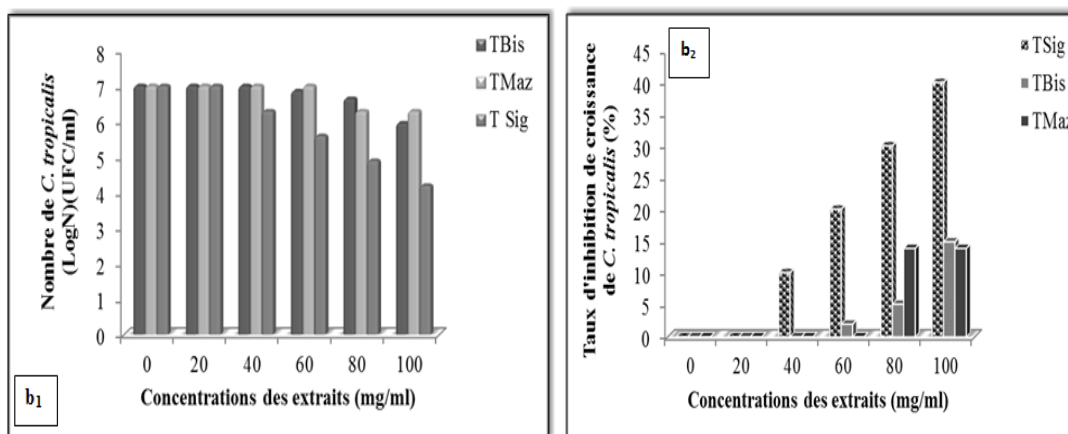


Figure 16: Effet de l'Amphotéricine B sur la croissance de *C. tropicalis* et de *Candida albicans* (Ouldkaddour, 2019).



**Figure 17 :** Effet des extraits des feuilles (a1, a2) et des tiges (b1, b2) de l'*A. halimus* sur la croissance de *Candida albicans* par la méthode de contact direct. (Ouldkaddour, 2019)





**Figure 18 :** Effet des extraits éthanoliques des feuilles (a1, a2) et des tiges (b1, b2) de l'*A. halimus* sur la croissance de *C. tropicalis* par la méthode de contact direct ( $p=0$ ) (Ouldkaddour, 2019).

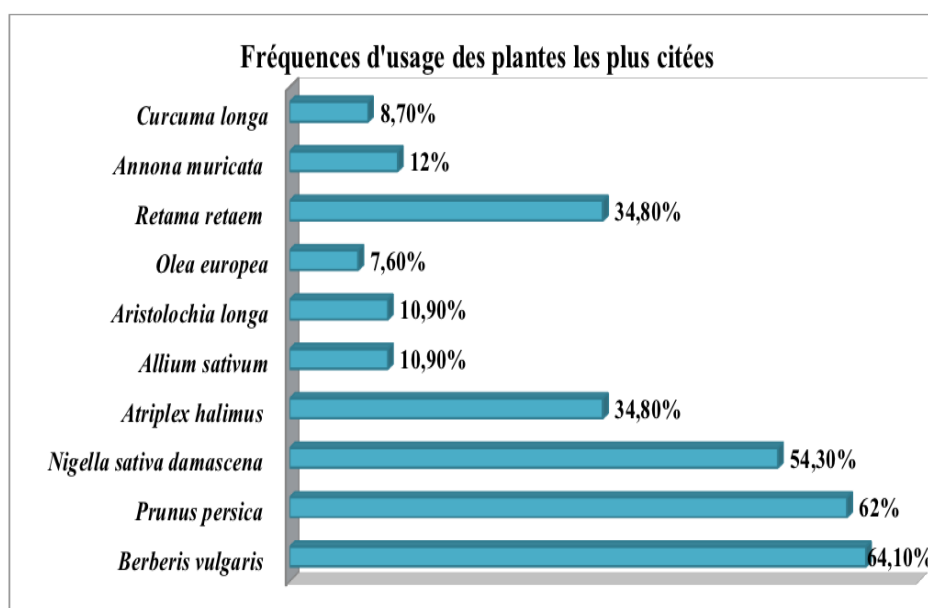
Il a été constaté, par les deux méthodes d'évaluation, une faible activité antifongique vis-à-vis de *C. albicans* et *C. tropicalis*, en comparaison à l'antibiotique de synthèse. La sensibilité des souches n'a été appréciée qu'à des concentrations élevées des extraits (60, 80 et 100 mg/ml) avec des zones d'inhibitions ne dépassant les 12 mm et des taux d'inhibition moyens. La résistance de ces deux espèces après traitement par *Atriplex halimus* peut être due à l'absence des biomolécules fortement antimicrobiennes typiques ou spécifiques dans les différents extraits, aussi à l'imperméabilité de la paroi des levures testés aux molécules bioactives détecté dans les différents extraits. Ajoutant, le caractère morphologique de dimorphismes des germes qui peuvent être à l'origine de cette résistance. En outre, la méthode et le solvant employés pour l'extraction, la période et les conditions d'échantillonnage, les conditions environnementales, ainsi que les caractères génétiques de ces derniers sont les facteurs influençant non seulement la composition phytochimique (quantitative et qualitative) mais aussi la propriété biologique.

En comparant ces résultats avec la littérature on constate que les extraits d'*A. halimus* sont inactifs contre ces champignons dermatophytes qui sont responsables de certaines affections fongiques cutanées. D'après Lewis et Ausubel (2006), l'activité inhibitrice de la croissance microbienne d'une molécule bioactive est déterminée par des valeurs de CMI s'échelonnent de 0,1 à 1mg/ml et dans un intervalle de 0,01 à 10 $\mu$ g/ml sont importantes pour les antibiotiques d'origines microbiennes et qui provoquent l'inhibition de la prolifération microbienne, donc les extraits d'*A. halimus* sont inefficaces contre ces souches dermiques comparativement à l'antifongique de référence.

## II .7. Activité anticancéreuse d'*Atriplex halimus*

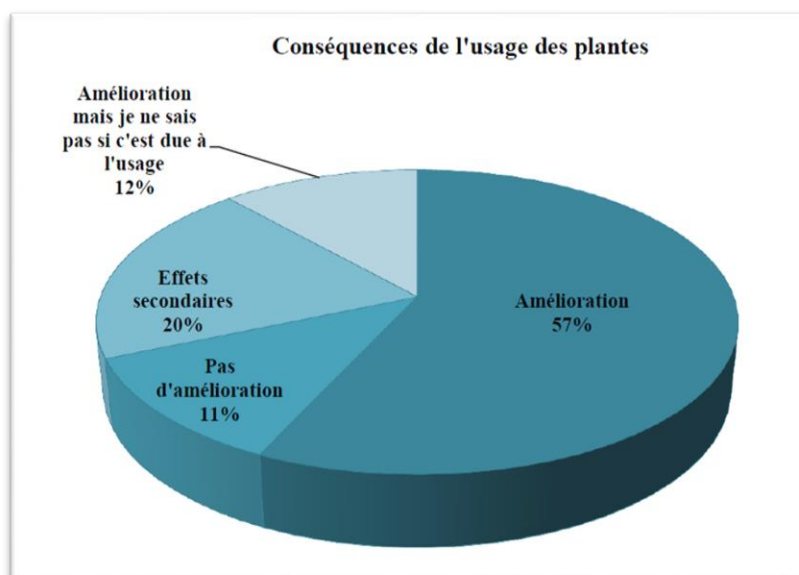
Une Enquête sur l'usage des plantes médicinales par les patientes atteintes de cancer du sein au niveau du service d'oncologie, CHU-Tlemcen (Centre Hospitalo-Universitaire) a été réalisée par

Tachema et Bendimerad en 2018 afin d'étudier la nature et la fréquence d'usage des plantes médicinales utilisées par les patientes, identifier et connaître aussi les avantages et les inconvénients de la phytothérapie dans le cadre du cancer du sein. Parmi les 130 patientes interrogées, 70,8% (92 patientes) ont eu recours à la phytothérapie, tandis que 29,2% (38 patientes) n'ont pas utilisé les plantes. Les fréquences les plus élevées ont été observées chez les patientes utilisant les plantes et appartenant aux tranches d'âge (40 - 50 ans). L'étude a permis de recenser 54 espèces de plantes. L'*Atriplex halimus* cité par les patients avec un pourcentage de (34,8%) et donc considéré parmi les plante les plus utilisés par les patientes.



**Figure 19:** Fréquence d'usage des plantes les plus citées. (Tachema et Bendimerad, 2018)

Parmi toutes les patientes interrogées : 57% déclarent avoir eu une amélioration, Cependant cette amélioration ne peut être due exclusivement à l'usage des plantes car seules des études approfondies peuvent le confirmer. Aussi des effets secondaires ont été notés ce qui signifie que la phytothérapie n'est pas anodine.



**Figure 20:** Conséquences de l'usage des plantes. (Tachema et Bendimerad, 2018)

Les femmes souffrant d'un cancer mammaire ont souvent recours à la phytothérapie, déclarent qu'elles avoir eu une amélioration ; soit après échec du traitement conventionnel ou pour se soulager des nombreux effets indésirables ou tout simplement parce que c'est une tradition thérapeutique chez la population algérienne. L'*Atriplex halimus* est considéré parmi les plantes les plus utilisées par les patientes cancéreuses. Ce travail est une étude transversale et les résultats obtenus ne peuvent être transposés sur toutes les patientes atteintes d'un cancer du sein (non représentative), cependant elle peut être entreprise ultérieurement, avec un échantillon plus large, afin de pouvoir comparer les résultats.

Une autre étude d'Ahmed Abou-Eisha (National Research Center, Egypt July 2018) se concentre sur l'activité anticancéreuse de l'extrait éthanolique d'*Atriplex halimus*. Les résultats obtenus dans ce travail indiquent que l'extrait d'*Atriplex halimus* a un effet anti-prolifératif et une forte cytotoxicité sur les cellules cancéreuses humaines. La concentration inhibitrice demi-maximale (CI 50) observée dans le carcinome hépatocellulaire humain (HepG2) était de 54,86 µg / ml, tandis que dans la lignée cellulaire d'adénocarcinome du sein humain (MCF-7) était de 153,6 µg / ml et de 101,9 µg / ml avec le lignée cellulaire de cancer du poumon (A549). D'autre part, l'analyse de cryométrie en flux de la coloration à l'iodure de propidium a détecté que le traitement des cellules HepG2 avec *Atriplex halimus* arrêta le développement du cycle cellulaire en phase G2 / M. Les données obtenues à partir du protocole orange acridine / bromure d'éthidium (AO / EB) ont montré les caractères morphologiques de l'apoptose tels que les corps apoptotiques, la fragmentation nucléaire et la condensation de la chromatine; en outre, des cellules nécrotiques ont été observées. Les techniques de PCR en temps réel et de transfert Western ont été utilisées pour mesurer les niveaux d'ARNm des gènes p53, Bax et Bcl-2 et l'expression des protéines.

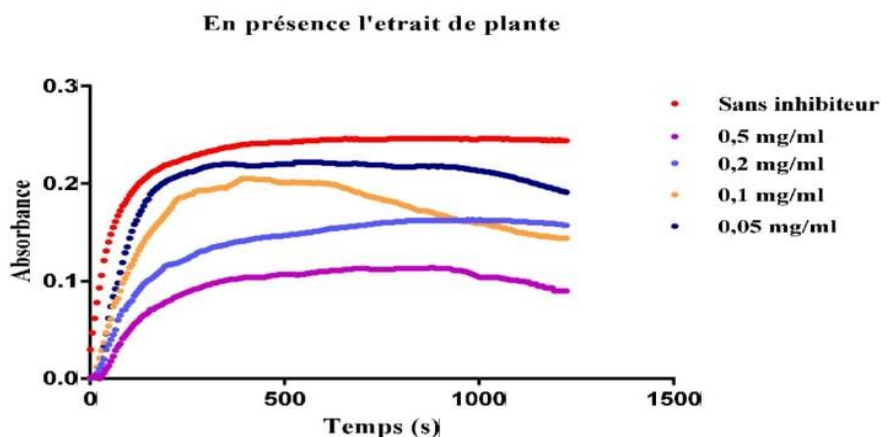


Le mécanisme apoptotique activé par de l'extrait éthanolique d'*Atriplex halimus* comprenait la régulation à la hausse de p53 et Bax et la régulation à la baisse de Bcl-2 dans les deux techniques. Cependant, cet extrait n'a montré aucune activité cytotoxique sur des lignées cellulaires normales.

Ces données ont indiqué que la plante *Atriplex halimus* présentait un effet antiprolifératif par un blocage du cycle cellulaire à la phase G2 / M et une cytotoxicité médiée par l'apoptose dans les cellules de carcinome. En conclusion, ces résultats suggèrent que l'*Atriplex halimus* pourrait être une bonne espèce candidate comme source naturelle d'agents anticancéreux.

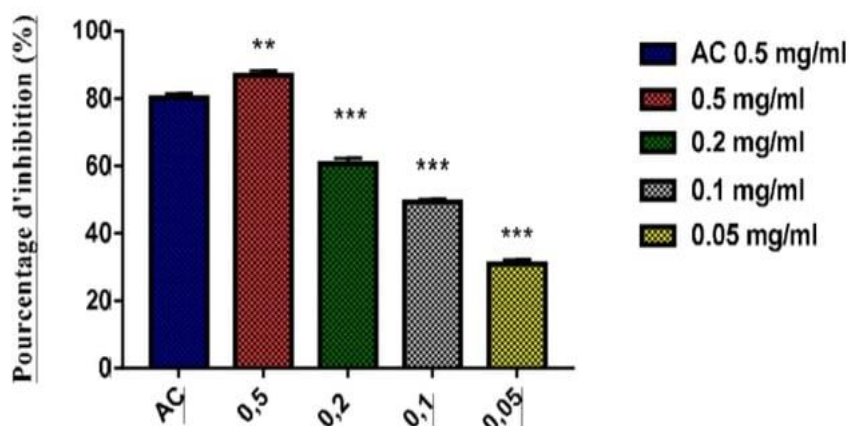
## II .8. Activité antilithiasique d'*Atriplex halimus*

En 2019, Difallah et Djellal ont réalisé une étude in vitro de l'activité anti lithiasique de l'extrait aqueux de la partie aérienne d'*Atiplex halimus* .Pour l'étude de l'effet de ce dernier à différentes concentrations sur la cristallisation oxalo-calcique (oxalate de calcium ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ )) par rapport au témoin (essai sans inhibiteur), ils ont utilisé la méthode turbidimétrique à 620 nm et les résultats sont présenter dans la figure 21 et 22.



**Figure 21 :** Cinétique de l'effet de l'extrait aqueux sur la cristallisation oxalo-calcique (Difallah et Djellal,2019).

Les courbes de la figure 21 montrent que l'absorbance décroît progressivement avec l'augmentation de la concentration de l'extrait d'*A.halimus*.



**Figure 22 :** Pourcentage d'inhibition de l'acide citrique et de l'extrait d'*A. halimus* à différentes concentrations (Difallah et Djellal,2019).

La figure 22 montre que les valeurs du pourcentage d'inhibition de la cristallisation oxalo-calcique par l'acide citrique et l'extrait d'*Atriplex halimus* croient avec l'augmentation de la concentration de l'inhibiteur 'pouvoir inhibiteur dose-dépendante'.

L'extrait d'*Atriplex halimus* présente un pourcentage d'inhibition maximale de 85.99% à la concentration 0.5mg/ml comparativement avec l'acide citrique qui présente un pourcentage d'inhibition de 79.33% à la même concentration ce qui permet de conclure que cet extrait a une forte activité anti-lithiasique.



**Conclusion  
& perspectives**



L'Algérie recèle d'un patrimoine végétal important par sa richesse et sa diversité dans les régions côtières, les massifs montagneux, les hauts-plateaux, la steppe et les Oasis sahariennes, on y trouve plus de 3000 espèces végétales. Parmi ces ressources naturelles, les plantes aromatiques et médicinales occupent une large place et jouent un grand rôle dans l'économie nationale. Elles sont utilisées dans différents domaines : industrie alimentaire, conserverie, pharmaceutique, et phytothérapie.

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 décrite comme un hyperaccumulateur métallique. Cette plante est souvent cultivée comme plante fourragère car elle tolère les conditions de sécheresse sévères et peut pousser dans des sols très alcalins et salins. En médecine traditionnelle, le cocktail de minéraux d'*A. halimus* a un effet antidiabétique et réduit les maladies cardiaques. En outre, cette espèce de salière est également utilisée dans le traitement de l'anémie et des rhumatismes, ainsi, les infections urinaires et la lithiase. En plus, l'effet de contrôle des parasites dans les essais vétérinaires et des activités antimicrobiennes contre diverses bactéries pathogènes à Gram positif et négatif.

La médecine moderne a pour objectif de développer les médicaments, parfois ces médicaments sont à base des plantes médicinales traditionnelle. Dans ce contexte plusieurs études ont été réalisées pour savoir plus les différentes activités d'*Atriplex halimus*. Les huiles essentiels d'*Atriplex halimus* possèdent potentiellement des activités biologiques, une capacité antioxydante dose dépendante et un effet significatif contre les différentes souches bactériennes (activité antibactérienne). Aussi l'administration de l'extrait d'*Atriplex halimus* aux rats montre que ce dernier a une action protectrice significative, il peut réduire ou prévenir complètement plusieurs toxicités dans les reins ainsi que les lésions hépatiques induite par le benzène. Des études révèlent aussi que l'extrait méthanolique des feuilles de l'*Atriplex halimus* possède un bon potentiel hypoglycémiant et anti-hyperglycémiant. Il a été constaté ainsi, que les extraits polyphénoliques de l'*Atriplex halimus* L ont une faible activité antifongique vis-à-vis de *C. albicans* et *C. tropicalis*, en comparaison à l'antibiotique de synthèse. L'*Atriplex halimus* est considéré parmi les plantes les plus utilisées par les patientes atteintes de cancer du sein. Une autre indique que l'extrait d'*Atriplex halimus* a un effet anti prolifératif et une forte cytotoxicité sur les cellules cancéreuses humaines.

Ce présent travail rassemble de nombreuses études importantes sur la plante étudiée, et c'est un travail limité car il ne dépend que du côté théorique, En raison de la crise sanitaire mondiale due à l'endémie du virus Covid 19. Nous avons essayé de collecter des études appliquées, des articles scientifiques achevés ces dernières années, qui montrent les informations les plus importantes sur l'étude botanique et les activités biologiques les plus importantes liées à cette plante.

À partir de ces études nouvellement achevées, nous pouvons ouvrir de nouvelles perspectives de recherches permettant d'expliquer les activités biologiques des constituants bioactifs de la plante médicinale *Atriplex halimus* ainsi, l'application sur des modèles vivants pour ce faire il sera donc nécessaire d'orienter le travail vers :

- ✓ Développement d'autres procédés d'extraction pour avoir le maximum de molécules phytochimiques existants dans la matrice des différents organes végétales de l'*Atriplex halimus*;
- ✓ Diversification dans les zones et les périodes d'échantillonnages;
- ✓ Isolement des molécules contenues dans les extraits actifs de l'*A. halimus*;
- ✓ Tester les molécules isolées, *in vivo*, sur différents modèles biologiques, afin de trouver d'autres applications thérapeutiques, comme anticancéreux et anti-inflammatoire ou en agroalimentaire et même antimicrobienne.
- ✓ Étudier la cytotoxicité de ces molécules afin de confirmer ou d'infirmer l'activité attribuée à cette plante.



**Références  
bibliographiques**

**A**

Abbade A., El Hadrami A., El Hadrami I et Ben chaabane A. Seasonal chemical composition of leaves of three *Atriplex halimus* (Chenopodiaceae) natural populations grown in a common garden. Pakistan. Journal of Biological Sciences, 7(2), 2004, pp. 203-208.

Abdelguerfi A et Abdelguerfi-Laouar M. Les ressources génétiques d'intérêt fourrager et/ou pastoral. diversité, collecte et valorisation au niveau méditerranéen. Journal of Cahiers options méditerranéennes.62.2004, pp. 29-41.

Abd El-Rahman H.H., Mohamed M.I., Gehad A.E.A et Awadallah I.M. Ameliorating the Antinutritional factors effet in *Atriplex halimus* on sheep and goats by ensiling or polyethylene glycol supplementation. International Journal of Agricultural and Biological Engineering. 8(6). 2006, pp.766- 769.

Abou-Eisha A. Cytotoxic effects of *Atriplex halimus* extract on human cancer cell lines. Journal of Bioscience Research. 15(3). 2018, pp. 1718-1728

Adeyemi O., Ajayi J.O., Olajuyin A.M., Oloyede O.B., Oladiji A.T., Oluba O.M et Adebayo E.A . Toxicological evaluation of the effect of water contaminated with lead, phenol and benzene on liver, kidney and colon of Albino rats. Journal of Food and chemical toxicology. 47(4). 2009, pp. 885-887.

Aebi H .Catalase in vitro: In Methods in enzymology. Journal of Academic Press. 105.1984, pp. 121-126.

Aharonson Z., Shani J et Sulman F.G. Hypoglycaemic effect of the salt bush (*Atriplex halimus*) a feeding source of the Sand Rat (*Psammomys obesus*). Journal of Diabetologia. 1969, 5(6). 1969, pp. 379-383.

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.

**B**

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

- Bayoumi M.T et El Shaer H.M. Impact of halophytes on animal health and nutrition, Halophytes as a resource for livestock and for rehabilitation of degraded lands. *Journal of Springer Dordrecht*. 1994, pp. 267-272.
- Bekkara A.F., Bousmaha L., Bendiab T.S.A., Boti J.B et Casanova J. Composition chimique de l'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). 2007, pp. 6-11.
- Belhadj-Tahar S. Caractérisation structurale de quelques métabolites secondaires issus de quelques plantes de la famille 'Amarantaceae' du Sahara septentrional. Thèse doctorat en chimie, Université Kasdi Merbah Ouargla. 2018, pp. 31.
- Belouad A. *Plants médicinales d'Algérie*. Office des publications universitaires Alger. 2001, pp. 284.
- Benhammou N., Bekkara F.A et Panovska T.K. Antioxidant activity of methanolic extracts and some bioactive compounds of *Atriplex halimus*. *Journal of Comptes Rendus Chimie*. 12. 2009; 2014, pp. 1259–1266.
- Berliner I., Mesbah M., Zalud I et Maulik D. (1998). Heterotopic triplet pregnancy, Report of a case with successful twin intrauterine gestation. *Journal of reproductive medicine*. 43(3). 1998, pp. 237-239.
- Berri R. Contribution à la détermination de la biomasses consommable d'une halophyte: *Atriplex*. Thèse de doctorat. Université Kasdi Merbah, Ouargla. 2008, pp. 15-19.
- Berri R. Contribution à la détermination de la biomasses consommable d'une halophyte : *Atriplex*. 2009, pp. 21.
- Bmateo J. Aet Castroviejo J. Variation morphologique et révision taxonomique de l'espèce *Lacerta lepida* Daudin, 1802 (Sauria, Lacertidae). *Journal of Bulletin du Muséum national d'histoire naturelle*. 12(3-4). 1990, pp. 691-706.
- Bonnier G et Douan R. La grande flore en couleur in vitro : bulletin de liaison du réseau de coopération sur l'*Atriplex halimus* N°2. 1996.
- Bouchoucha M et Ouazeta R. Contribution à l'étude phytochimique et évaluation de l'activité hypoglycémiant et anti-hyperglycémiant de l'extrait méthanolique d'*Atriplex halimus*. L. Mémoire de Master Université des Frères Mentouri Constantine-1-. 2018, pp. 37-50

Bouchoukh I. Comportement écophysologique de deux Chénopodiacées des genres *Atriplex* et *Spinacia* soumises au stress salin. Thèse Magister Biologie végétale, Université Mantouri, Constantina.112. 2010, pp. 31-33.

Bouchoul kh et Hezla S. Le comportement des trois genres des semences d'*Atriplex* (*halimus*, *canescens*, *nummularia*), a l'application des différentes doses de Na Cl. Mémoire de Master Académique en Sciences biologiques. 2017, pp.14-16

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

Boulaouad A., Bouhafis Y et Maadi A.R .Etude de l'activité antioxydante des extraits de la plante médicinale *Atriplex halimus* ssp. *schweinfurthii*. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi Bordj Bou Arreridj. 2018, pp. 20-40.

Bouzouina M., Amari N.O., Berkani A, Lotmani B, Hanafi M et Lazizi A. Total phenolics contents, flavonoïds contents and fatty acids compositions in *thymelaeahirsuta* L. Aerial Parts grown in Western Algeria. *Advances in Environmental Biology*. 10(1). 2016, pp. 16-22.

Bradford M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Journal of Analytical Biochemistry*. 72(1-2). 1976, pp. 248-254.

## C

Chikhi I., Allali H ., Dib M.E.A., Medjdoub H et Tabti B. Antidiabetic activity of aqueous leaf extract of *Atriplex halimus* L. (Chenopodiaceae) in streptozotocin-induced diabetic rats. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*. 2014.4, pp. 181-184.

## D

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

**E**

El Emam K., Jonker E., Arbuckle L et Malin B.A systematic review of re-identification attacks on health data. PloS one.6(12) .2011.

El Shatnawi M.D.K.J et Turuk M. Dry matter accumulation and chemical content of saltbush (*Atriplex halimus*) grown in Mediterranean desert shrublands. New Zealand Journal of Agricultural Research, 45(3).2002, pp. 139-144.

Emam S.S. Bioactive constituents of *Atriplex halimus* plant. Journal of natural products. 4. 2011, pp. 25-41.

**F**

Ferreria A., Proenca C., Serralheiro L.M.L et Arango M.E.M .The in vitro screening for acetylcholine esterase inhibition and antioxidant activity of medicinal plant from Portugal. Journal of Ethnopharmacology.108.2006, pp. 31-37.

Flowers T.J., Hajibagheri M.A et Clipson N.J.W. Journal of The Quarterly Review of Biology.61. 1986, pp.313-337.

Francllet A. et Houérou H.N. Les *atriplex* en tunisie et en afrique du nord(FAO). Journal of Food and Agriculture Organization of the United Nations.1971, pp.249-189

**G**

Garcia C.I., Ingelmo F et Sotomayor M.Implantation des arbustes paccicolas como integracion gamadera en los agro sistemas, agricultura ecologicay desearolle rural, Il congreso de la sociedad Espanola de agriculture ecologica, Pamplona-Iruna. 1996, pp. 477-488.

Ghourri M., Zidane L et Douira A. Usage des plantes médicinales dans le traitement du Diabète Au Sahara marocain (Tan-Tan). Journal of Animal & Plant Sciences, 17(1). 2013, pp 2388-2411.

**H**

Habig W.H., Pabst M.J et Jakoby W.B. Glutathione S-transferases. The first enzymatic step in mercapturic acid formation. Journal of biological Chemistry.249. 1974, pp. 7130-7139.

Hegazy R.M. et Kamel H.F. Oxidant Hepatic end or Haem. Injury on Fuel-Station Workers Exposed to Benzene vapor possible protection of antioxidants. *American Journal of Medicine and Medical Sciences*.4(2) .2014,pp.34-46.

Huang D. et Prior R.L. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.53.2005, pp. 1841-1856.

### I

Ibrahim K.S., Saleh Z.A., Farrag A.R et Shaban E.E. Protective effects of zinc and selenium against benzene toxicity in rats. *Journal of Toxicology and industrial health*.27(6). 2011, pp. 537-45.

### J

Jiofack T., Fokunang C., Guedje N.M., Kemeuze V., Fongnzossie E., Nkongmeneck B.A., Mapongmetsem P.M et Tsabang N. Ethnobotanical uses of medicinals plants of twoethno ecological regions of Cameroon. *International Journal of Medicine and Medical Sciences*. 2 (3). 2010, pp. 60-79.

### K

Kachout S., Ennajah A., Mechergui R., Ben Mansoura A., Ouerghi Z et Bouraoui N K. Effect of Seed Weight and Salinity on the Germination of Garden Orache (*Atriplex hortensis L.*). *Academia Journal of Agricultural Research*. 4 (7). 2016, pp.404-410

Kessler J.J. Atriplex forage as a dry season supplementation feed for sheep in the Montane Plains of the Yemen Arab Republic. *Journal of Arid Environments*. 19 (2). 1990, pp. 225-234

Kim S. H., Hyun S. H et Choung S. Y. Anti-diabetic effect of cinnamon extract on blood glucose in db/db mice. *Journal of Ethnopharmacology* .104(1-2) 2006, pp. 119-123.

### L

Laouedj M. Livre des plantes médicinales du Sahara(descriptions, propriétés, posologies, contre-indications). Ecrivain chez l'édition edilivre Paris- France .2017, pp.121.

Le Houérou H.N. Salt-tolerant plants for the arid regions of the Mediterranean isoclimatic zone In H. Lieth and A. Al Masoom(ed) , Towards the rational use of the high salinity tolerant plants. *Kluwer Publishers Netherlands*.1(1). 1993, pp. 403-422.

Le Houérou H.N. The role of saltbushes (*Atriplex spp.*) in arid land rehabilitation in the Mediterranean Basin( a review). *Journal of Agroforestry Systems*. 18(2).1992, pp. 107-148.

Lewis K et Ausubel F.M. Prospects for plant-derived antibacterials. *Journal of Nature Biotechnology*. 24(12). 2006, pp. 1504-1507



Lotmani B., Fatarna L., Berkani A., Rabier J., Prudent P et Laffont-Schwob I, Saltbush, *Atriplex halimus*, tolerant to high concentrations of lead, zinc, and copper for phytostabilization of heavy metal-contaminated soils. *The European Journal of Plant Science and Biotechnology*. 2. 2011, pp. 20-26.

## M

Mâalem S., Djaâlab G et Rahmoune C. Improvement of the Seeds Germination of some *Atriplex* Species Submitted to the Salt Stress. *Université Sheik Lâarbi Tbéss*. 6(9). 2010, pp.63-69.

Mâalem S. Etude de l'impact des interactions entre le phosphore et le chlorure de sodium sur trois espèces végétal halophytes du genre *Atriplex* (*A. Halimus A. Nummularia A. canescence*). Thèse Doctorat. Université Baji Mokhtar, Annaba. 2011, pp.100.

Maalem S. Etude écophysiological de trois espèces halophytes du genre *Atriplex* (*A. canescens*, *A. halimus* et *A. nummularia*) soumises à l'engraisement phosphaté (Doctoral dissertation, Thèse de magistère en physiologie végétale et applications biotechnologiques. Université Baji Mokhtar, Annaba, Algérie. 2002, pp 76.

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

Maizak K., BRAC D.L.P et Hammiche V. Pharmacopée traditionnelle: Sahara septentrional. Actes du 2e colloque européen d'ethnopharmacologie, Heidelber. 1. 1993, pp. 169-181.

Malecky M. Métabolisme des terpenoïdes chez les caprins, thèse Pour obtenir le grade de docteur de l'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement. 2005, pp .9-27.

Mangambu M.J.D., Mushagalusa K.F et Kadima N.J. Contribution à l'étude phytochimique de quelques plantes médicinales antidiabétiques de la ville de Bukavu et ses environs (Sud-Kivu, R.D.Congo). *Journal of Applied Biosciences*. 75. 2014, pp. 6211-6220.

Martinez J.P., Ledent J.F., Bajji Met Kinet J-M. Effect of water stress on growth, Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> accumulation and water use efficiency in relation to osmotic adjustment in two populations of *Atriplex halimus* L. *Journal of Plant Growthregulation*. 41(1). 2003, pp. 64-65.

Mesnoui M., Mateos-Naranji E., Bacia-Pierdras J.M., Alberto J., Pérez-Romero., Lotmani B, Redondo-Gmez S. Physiological and biochemical mechanisms preventing CD toxicity in the hyperaccumulators *Atriplex halimus* L. *Journal of plant physiology and biochemistry*. 106. 2016. pp. 30-38.

Mulas M., et Mulas G. potentialités d'utilisation stratégique plantes des genres *Atriplex* et *Opuntia* dans la lutte contre la désertification. Short and medium-term Priority Environmental Action programme (SMAP). Université des Etudes De Sassari Groupe De recherche sur la désertification. 2004, pp. 112.

### N

Nègre R. Petite flore des régions arides du Maroc occidentale. Centre national de la recherche scientifique Paris. 1961, pp. 179-180.

N'doua L.A.R., Abo K.J.C., Aoussi S., Gbogbo M., Yapo A.P et Ehile, E. E. Effets hypoglycémique et antihyperglycémique de l'extrait éthanolique 70% de racines de *Rauvolfia vomitoria* Afzel (apocynaceae). *European Scientific Journal*. 11(6). 2015, pp. 176-189.

### O

Ortiz-Dorda J., Martinez-Mora C., Correal E., Simoon B et Cenis J.L. Genetic structure of *Atriplex halimus* populations in the Mediterranean Basin. *Annals of Botany*. 95(5). 2005, pp. 827–834.

Ould Kaddour A.S., Bouzouina M et Lotmani B. Phenolique contents and in-vitro evaluation of the antioxidant effects of the aerial parts of three Algerian *Atriplex halimus* L ecotypes. 19(1). 2019, pp. 1583-159.

OuldKaddour A.S. Etude de l'effet antifongique des extraits polyphénoliques de *Atriplex halimus* L sur la croissance de certains champignons dermatophytes. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, Laboratoire de Protection des Végétaux, Université Abdelhamid Ibn Badis De Mostaganem . 2019, pp. 77-83.

Ozenda P. Flore du Sahara. Centre national de la recherche scientifique Paris. 1983, pp. 225.

### P

Pouget M. Les relations sol végétations dans les steppes sud Algéroises travaux et document de l'office de la recherche scientifique et technique outre-mer. 166. 1980, pp. 555.

Prache S., Gatellier P., Thomas A., Picard B et Bauchart D. Comparison of meat and carcass quality in organically reared and conventionally reared pasture fed lambs. 5(12),2011, pp. 2001-2009.

## Q

Quezel P et Santana S. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionale. Le Centre national de la recherche scientifique Paris.1962, pp. 286-290.

Quintanilha A.T., Packer L., Davies J.M., Racanelli T.L et Davies K.J. Membrane effects of vitamin E deficiency: Bioenergetic and surface charge density studies of skeletal muscle and liver mitochondria. Annals of the New York Academy of Sciences.393.1982,pp. 32-47.

## S

Said O., Fulder S., Khalil K., Azaizeh H., Kassis E et Saad B. Maintaining A Physiological Blood Glucose Level with 'Glucolevel', A Combination of Four Anti-Diabetes Plants Used in the Traditional Arab Herbal Medicine. Evidence-based Complementary and Alternative Medicine. 5 (4). 2008, pp. 421-428.

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.

Slamani M et Gerbi D. Extraction et évaluation de l'activité hépato protectrice des molécules antioxydants de l'*Atriplex halimus* en vue de la formulation d'une émulsion buvable pour leur délivrance. Mémoire de master en pharmacie industrielle. Université Saad Dehleb Blida 1.2018, pp. 6.

Stanley L.W., Clifford W.C et Steven E.C. Chenopodiaceae. Flora of China.5.2003,pp. 351-414.

Stringi L., Amato G et Gristina L. The role of some forage shrubs in optimizing forage production in a semi-arid Mediterranean area. Agriculture Mediterranean.121(1). 1991, pp.16-23.

## T

Tachema A et Bendimerad S. Enquête sur l'usage des plantes médicinales par les patientes atteintes de cancer du sein au niveau du service d'oncologie. Thèse de doctorat en pharmacie. Le Centre Hospitalo universitaire Tlemcen. 2018, pp. 60-68.

Talamali A., Dutuit P., Le Thomas A et Gorenflot R.2001. Polygamie chez *Atriplex halimus* L.(Chenopodiaceae). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences-Series III-Sciences de la Vie.* 324(2).2001, pp.107-113.

TalamaliA., BajjiM., Le Thomas A., KinetJ. M., et Dutuit P.Flower architecture and sex determination:how does *Atriplex halimus* play with floral morphogenesis and sex genes?. *Journal ofNew Phytologist.* 157(1). 2003, pp. 105-113.

Tiedeman J.A et Chouki S. Range management in Central Tunisia. Office of Livestock and Pastures, Ministry of Agriculture. Tunisia and Oregon State University, Corvallis OR (USA). 1989. pp. 188-200

#### V

Vassiliki G., Kontogianni V. G., Tomic G., Nikolic I., Nerantzaki A. A., Sayyad N., Stosic-Grujicic S,. Phytochemical profile of *Rosmarinus officinalis* and *Salvia officinalis* extracts and correlation to their antioxidant and antiproliferative activity. *Journal of Food Chemistry.* 136(1). 2013, pp. 120-129.

#### W

Walker D.J., Lutts, S., Sánchez-García, M. et Correal E. (2014). *Atriplex halimus* L: Its biology and uses. *Journal of Arid Environments.* 2014, pp. 100-121.

Weckbecker G et Cory J.G. Ribonucleotide reductase activity and growth of glutathione-depleted mouse leukemia L1210 cells in vitro. *Journal of Cancer Lett* .40(3).1988, pp. 257-264.

#### Y

Yahiaoui F. Z., Labani A., Terras M., Boudjemaa M., Haddouche M.I., Adda-Hanifi N.N et Anteur D.Etude de l'impact de l'introduction de trois espèces d'*Atriplex halimus*, *Atriplex canescens* et *Atriplex nummularia* sur les paramètres physico-chimique du sol en zone steppique cas de la région de (Sud-Ouest Algérien). *Le Journal European Scientifique.* 10(26). 2014, pp. 186-203.

#### Z

Zeghib Kh et boutlelis dj.A . Preventive and Curative Effects of *Atriplex Halimus* L. Aqueous Extract on Benzene Provoked Hepatic Injury in Rats. *journal of drug delivery and therapeutics.* 10(3). 2020, pp. 217-222.

Ziane L., Djellouli M et Miloudi A. Antibacterial activity and gas chromatography-mass spectrometry studies of Algerian *Atriplex halimus*.L. 13( 3). 2020, pp. 84-86.

Ziani P. *Atriplex halimus*: exploitation of natural stands and plantations. Journal General Technical Report NE. Tunis. 10. 1970, pp. 24.

## Résumé

La phytothérapie propose des solutions afin de se soigner avec les plantes, parmi ces plantes '*Atriplex halimus*', elle est répartie dans le monde et précisément en Algérie (Batna, Biskra, Bousaada...etc). cette plante est connue depuis longtemps par des activités biologiques de leurs différents constituants bioactifs. Ces molécules bioactives d'intérêts multiples ont mis à profit dans la médecine, l'alimentation, l'écologie et en industrie. L'étude de la composition chimique des feuilles vertes d'*Atriplex halimus* révèle qu'elles contiennent : 34,2% de la matière sèche, 15,1% de la matière azotée totale, 15,4% de cellulose brute, 4,41% de Na, 1,71% de Ca, 2,59% de K, 0,21% de P et 0,32% de Mg. En outre, l'analyse phytochimique des extraits aqueux et organiques d'*Atriplex halimus* confirme la présence des flavonoïdes, des quinones, des terpénoïdes et des tanins totaux. Les phytoconstituants qui constituent une classe de métabolites végétaux secondaires et les huiles essentielles d'*Atriplex halimus* possèdent potentiellement des activités biologiques, une capacité antioxydante dose dépendante et un effet significatif contre les différentes souches bactériennes (activité antibactérienne contre les souches, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* et *Bacillus cereus*). Aussi l'administration de l'extrait d'*Atriplex halimus* aux rats montre que ce dernier a une action protectrice significative, elle peut réduire ou prévenir complètement plusieurs toxicités dans les reins ainsi que les lésions hépatiques induites par le benzène. Également, il a été constaté que l'extrait polyphénolique des feuilles d'*Atriplex halimus* possède un bon potentiel hypoglycémiant et anti-hyperglycémiant et une faible activité antifongique. Une autre étude indique que l'*Atriplex halimus* est considéré parmi les plantes les plus utilisées par les patientes atteintes de cancer du sein à cause de son effet antiprolifératif et sa forte cytotoxicité sur les cellules cancéreuses humaines.

Mots clés : Phytothérapie, *Atriplex halimus*, molécules bioactives, Activités biologiques, phytoconstituants.

## Abstract

Phytotherapy offers solutions to heal with plants, among these plants "*Atriplex halimus*", it is distributed throughout the world and specifically in Algeria (Batna, Biskra, Bousaada ... etc). This plant has long been known by the biological activities of their various bioactive constituents. These bioactive molecules of multiple interests have been used in medicine, food, ecology and industry. The study of the chemical composition of the green leaves of *Atriplex halimus* reveals that it contains: 34.2% of the dry matter, 15.1% of the total nitrogenous matter, 15.4% of crude fiber, 4.41 % Na, 1.71% Ca, 2.59% K, 0.21% P and 0.32% Mg. In addition, phytochemical analysis of aqueous and organic extracts of *Atriplex halimus* confirms the presence of flavonoids, quinones, terpenoids and total tannins. The phytoconstituants which constitute a class of secondary plant metabolites and the essential oils of *Atriplex halimus* potentially possess biological activities, a dose-dependent antioxidant capacity and a significant effect against different bacterial strains (antibacterial activity). Also the administration of *Atriplex halimus* extract to rats shows that the latter has a significant protective action, it can reduce or completely prevent several toxicities in the kidneys as well as hepatic damage induced by benzene. Also, it was found that the polyphenolic extract of *Atriplex halimus* leaves has good hypoglycemic and anti-hyperglycemic potential and low antifungal activity. Another study indicates that *Atriplex halimus* is considered among the plants most used by patients with breast cancer because of its antiproliferative effect and high cytotoxicity on human cancer cells.

Keywords: Phytotherapy, *Atriplex halimus*, bioactive molecules, Biological activities, phytoconstituants.

## ملخص

يعتبر النداء بالأعشاب أحد الحلول للشفاء من الأمراض و من بين هذه النباتات '*Atriplex halimus*' (القطف) الموزعة في جميع أنحاء العالم وتحديدا في الجزائر (باتنة، بسكرة، بوسعادة ... إلخ). تعرف هذه النبتة منذ القدم بالفعالية البيولوجية لمختلف مكوناتها الحيوية والتي تستخدم في الطب، الغذاء وفي الصناعة. بينت الدراسات السابقة أن الأوراق الخضراء لنبتة القطف تحتوي على: 34.2% من المادة الجافة، 15.1% من المادة النيتروجينية، 15.4% من الياف خام، 4.41% من Na، 1.71% من Ca، 2.59% من K، 0.21% من P و 0.32% من Mg. بالإضافة إلى ذلك، يؤكد التحليل الكيميائي النباتي للمستخلصات العضوية لنبتة القطف وجود مركبات الفلافونويد والكينون والتربينويدات والتانين الكلي. من المحتمل أن تمتلك المكونات النباتية التي تشكل فئة من المستقلبات النباتية الثانوية والزيوت الأساسية لنبتة القطف أنشطة بيولوجية وقدرة مضادة للأكسدة ولها تأثير كبير ضد السلالات البكتيرية المختلفة (النشاط المضاد للبكتيريا). كما أن إعطاء مستخلص القطف للجرذان يظهر أن هذا الأخير له تأثير وقائي كبير، حيث يمكنه تقليل أو منع العديد من السميات في الكلى وكذلك تلف الكبد الناجم عن البنزين. أيضا، فقد وجد أن المستخلص البوليفينولي لأوراق القطف لديه إمكانات جيدة لخفض السكر في الدم أما النشاط المضاد للفطريات فهو منخفض. تشير دراسة أخرى إلى أن القطف يعتبر من النباتات الأكثر استخداما من قبل مرضى سرطان الثدي بسبب تأثيره المضاد للتكاثر وسميته العالية ضد الخلايا السرطانية البشرية.

الكلمات المفتاحية: العلاج بالنباتات، القطف، الجزينات النشطة بيولوجيا، الأنشطة البيولوجية، المكونات النباتية.

